

Éditorial

Politisation de la science, « scientification » du politique

Par Jean-Paul MOATTI
PDG de l'IRD

Dans un texte des années 1970, le philosophe Jürgen Habermas énonçait, de façon prémonitrice, le phénomène de « politisation de la science et de scientification du politique ». En cette année 2017, nous y sommes en plein.

Pour la première fois depuis les Lumières du XVIII^e siècle, la rationalité scientifique se retrouve de fait en première ligne des affrontements géostratégiques majeurs du monde. En atteste la mobilisation sans précédent de la communauté scientifique internationale, à l'initiative de nos collègues américains et à l'occasion de la « marche pour les sciences » du 22 avril dernier, comme le fait exceptionnel, qu'en France, les dirigeants des organismes publics de recherche, dont moi-même au titre de l'IRD, aient publiquement appelé à se joindre à cette manifestation. En effet, la remise en cause de l'objectivité des faits scientifiques et de leur supériorité intrinsèque sur de simples croyances ou des opinions, dès lors qu'elle déplaît à tel ou tel acteur ou dérange tels ou tels groupes d'intérêt, n'est pas l'apanage de la seule administration Trump mais peut malheureusement trouver des illustrations dans la quasi-totalité de l'échiquier politique et idéologique. La marche du 22 avril a été un premier rappel, aux politiques et à l'opinion, que les scientifiques savent se battre et se rassembler pour défendre leur liberté de parole quand elle est menacée.

À l'IRD, nous sommes tout particulièrement sensibles à la critique infondée et partisane de la science car nous avons conscience du rôle décisif des avancées récentes de la connaissance dans les consensus qui ont conduit à l'adoption par les Nations Unies, comme cadre de l'action multilatérale à l'horizon 2030, des 17 Objectifs de Développement Durable (ODD). De même, la recherche est indispensable pour proposer des solutions qui dépassent les limites des compromis que cristallisent inévitablement de tels objectifs et surtout pour maximiser les synergies positives dans leur mise en œuvre.

Comme l'un des 15 experts indépendants mandaté par le Secrétaire général des Nations Unies pour produire d'ici 2019 le premier rapport critique d'évaluation des ODD, je ne manquerai pas de vous tenir informés des avancées, mais aussi des freins, que peut rencontrer la nécessaire démarche visant à mieux fonder les politiques de développement sur l'évidence scientifique.

La flore africaine dévoilée

Riche et multiple, la biodiversité des forêts tropicales africaines n'en est pas moins méconnue. Elle est aujourd'hui mise en lumière à travers un remarquable inventaire.

La flore tropicale africaine est dans l'imaginaire comme dans la réalité l'une des biodiversités végétales les plus riches et les plus contrastées du monde. On connaît peu cependant sa répartition géographique. Pour combler cette lacune, une trentaine de chercheurs vient de réaliser une synthèse d'envergure de cette flore¹, financée par la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB)². Les scientifiques ont compilé une large majorité des données d'occurrence végétale collectées dans cette région de 1782 à 2015. Objectif : créer une base de données unique et en libre accès, RAINBIO³, offrant le premier état des lieux jamais réalisé de la flore d'Afrique tropicale.

« Nous avons référencé la distribution géographique de 22 577 espèces de plantes dans RAINBIO, indique le porteur du projet et chercheur à l'IRD Thomas Couvreur. Les forêts d'Afrique centrale représentent la zone la plus riche en termes de biodiversité (10 306 espèces recensées), suivies par les forêts d'Afrique de l'Est (6 789 espèces) et les forêts d'Afrique de l'Ouest (4 396 espèces). Pour la première fois, nous établissons sur des bases solides le nombre d'espèces d'arbres dans les forêts tropicales d'Afrique. Au nombre de 3 013, elles représentent seulement 5 à 7 % du nombre total d'espèces d'arbres des zones tropicales ».

Plus encore, cette étude identifie les liens entre les différentes formes biologiques des plantes et les particularités climatiques de leur habitat. Les herbacées représentent 43,8 % des espèces recensées. Elles sont prédominantes dans les régions sèches de savane, par exemple au Sénégal, au Burkina Faso ou en Tanzanie. Les arbres et les lianes sont majoritairement représentés dans les zones couvertes par les forêts tropicales notamment en Afrique centrale et de l'Ouest : République du Congo,



Forêt en République du Congo

Gabon et sud du Cameroun. Les buissons couvrent quant à eux la région côtière d'Afrique de l'Est connue pour sa mosaïque de forêt, de savane et de marais. Les montagnes (Monts Nimba et Cameroun, entre autres) se caractérisent par la forte présence d'épiphytes, comme les orchidées.

« Nous avons identifié des zones peu échantillonnées botaniquement et présentant un fort potentiel de renouvellement floristique, localisées notamment dans les régions montagneuses et côtières, poursuit le scientifique. Ces espaces sont prioritaires en termes d'échantillonnage car de nombreuses espèces peuvent y être découvertes ». Des pays comme le Libéria, le Bénin, le Cameroun et le Gabon font partie des zones les mieux explorées en termes

de recherche botanique. De nouvelles espèces y sont encore découvertes, tel le *SirDavidia solanona* au Gabon en 2015. A contrario, la biodiversité de l'Angola, de la République du Congo ou de la Somalie reste peu collectée et est donc peu connue. Les efforts de prospection de chaque Etat sont généralement liés à la situation politique de la région et à la mise en place de programmes nationaux de protection de la faune et de la flore. « D'après nos données, aucun pays d'Afrique tropicale ne peut aujourd'hui prétendre que sa flore est correctement connue. Cette situation devrait inciter les gouvernements à redoubler d'effort en terme d'inventaire botanique », souligne Thomas Couvreur.

En ce sens, les chercheurs développent à partir de l'ensemble de ces résultats et

des travaux à venir des méthodes innovantes pour mieux estimer les niveaux de menaces actuelles et futures pesant sur la biodiversité en Afrique tropicale. Ces travaux contribueront au suivi des espèces et à l'amélioration de la gestion d'une biodiversité fragile et en mutation. ●

1. Marc S. M. et al. Exploring the floristic diversity of tropical Africa. *BMC Biology*, 2017.
2 A travers le programme du Centre de Synthèse et d'Analyse sur la Biodiversité (CESAB), axé sur la synthèse scientifique. www.cesab.org.
3 <http://rainbio.cesab.org>.

Contact

thomas.couvreur@ird.fr
UMR DIADE (IRD / Université Montpellier)

Interview d'Abdallah Mokssit, Secrétaire exécutif du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)

« A chaque fois que le savoir augmente, la responsabilité augmente ! »



Sciences au Sud : Considérez-vous qu'il y ait désormais « universalisation » dans la prise en compte des enjeux sur le climat ?

Abdallah Mokssit : Il y a en effet universalisation ! Le changement climatique a été détecté et son lien avec les activités humaines avéré. Si on cherche les causes profondes de la réussite de l'accord de Paris, trois d'entre elles peuvent être évoquées. Tout d'abord la vérité scientifique est là et la marge d'incertitude s'est considérablement réduite. Deuxièmement, les phénomènes extrêmes, avec leur rythme accéléré, ont commencé à toucher n'importe quel

pays dans le monde et ce, quel que soit son niveau de développement. Les impacts sont devenus universels. Avec les cyclones Santi, Catarina, ou encore la canicule qui a touché l'Europe en 2003, on voit que ces phénomènes mettent à genoux même des pays développés. Les dégâts engendrés compromettent le développement économique contribuant à ce que cette question devienne un objet des politiques publiques. Le troisième facteur est relatif au fait qu'une chose devient d'autant plus intéressante qu'elle est porteuse d'opportunités. Autour de l'économie verte, bleue ou

Suite en page 16

Dans ce numéro



Leptospirose, la zoonose oubliée P. 7
La salinisation des terres cultivées P. 8
L'aquaculture passe à l'heure durable P. 10

L'Amazonie, forêt domestiquée ?

Cacaoyer, hévéa, noyer du Brésil... Autant d'espèces d'arbres emblématiques de l'Amazonie dont la place certaine dans la plus grande forêt du monde n'est pas due au hasard. Les sociétés précolombiennes ont joué un rôle important dans la sélection et la dissémination de ces espèces¹. « Parmi les 227 espèces hyper-dominantes en Amazonie, nous nous sommes intéressés à 85 d'entre elles qui ont été domestiquées, explique Jean-François Molino, co-auteur de l'étude. Elles ont cinq fois plus de chance d'être abondantes que les espèces sauvages. Et leur présence est d'autant plus importante à proximité de sites archéologiques précolombiens ». Les forêts à rythme saisonnier², au sud du bassin de l'Amazone, offrent un écosystème favorable à l'implantation des premiers habitants. Ils y domestiquent des plantes tels que le manioc et le palmier-pêche, entre autres. La dispersion de ces espèces à travers l'Amazonie coïncide avec le développement de la petite agriculture. La majorité d'entre elles sont aujourd'hui abondantes dans des espaces éloignés de leur aire d'origine. Le cacaoyer, cultivé en premier lieu dans les forêts humides du nord-ouest de l'Amazonie, est désormais prépondérant dans les forêts du sud de la région. « Les populations amérindiennes ont favorisé certains arbres pour leurs fruits ou leurs fibres », poursuit le scientifique. Une région en particulier, le sud-ouest de l'Amazonie, concentre les plus importantes populations d'espèces domestiquées. Cette localisation coïncide avec la présence dans cette zone d'un nombre important de sites archéologiques. A contrario, la corrélation entre présence d'espèces domestiquées et sites archéologiques est moins bonne sur le plateau des Guyanes. Malgré un développement récent des recherches archéologiques dans les forêts guyanaises françaises³, les sites archéologiques y sont encore insuffisamment recensés, ce qui pourrait expliquer ce décalage. « Nous démarrons actuellement un programme interdisciplinaire dont l'objectif est d'évaluer l'impact des sociétés précolombiennes sur la biodiversité actuelle de ces forêts », conclut Jean-François Molino.

1. Carolina Levis et al. Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition, *Science*. 2017.
2. Forêts poussant dans les régions où les précipitations sont concentrées en une saison pluvieuse.
3. Notamment par l'INRAP.

Contact

jean-francois.molino@ird.fr
UMR AMAP (IRD/CIRAD/CNRS/INRA/ Université de Montpellier)

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 Jacobin

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

Rédacteurs
Olivier Blot (olivier.blot@ird.fr)
Carole Filiu-Mouhali
(carole.filiu-mouhali@ird.fr)

Ont participé à ce numéro
Gaëlle Courcoux - Afsané Sabouhi -
Elisabeth Leciak

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

Commission paritaire : 0909805335
Dépôt légal : avril 2017
Journal réalisé sur papier recyclé.
Tirage : 15 000 exemplaires
Abonnement annuel / 5 numéros : 20 €

Guinée

À la découverte d'Ebola, grâce aux survivants

Un an après la fin de l'épidémie ouest-africaine d'Ebola, ses effets sont encore bien perceptibles. Pour les analyser, les scientifiques mènent un suivi médical auprès de nombreux rescapés.

Survivre n'est pas forcément guérir... Il en va ainsi pour nombreux rescapés de la récente épidémie d'Ebola en Guinée. « La plupart d'entre eux connaît encore des problèmes de santé, des mois après avoir quitté les centres de traitement », révèle le médecin Eric Delaporte. Il pilote une étude de suivi médical à long terme de 802 adultes et enfants, parmi les 1270 personnes de ce pays d'Afrique francophone ayant survécu à l'infection au redoutable arbovirus¹. Selon les premiers résultats de ce travail, 76 % d'entre eux souffrent de symptômes cliniques, dont 40 % de fatigue, de fièvre ou d'anorexie, 33 % de douleurs musculosquelettiques, 22 % de douleurs abdominales, 18 % de troubles visuels pouvant conduire à la cécité, 2 % de déficit auditifs et 17 % de dépression². En outre, 26 % des survivants se disent stigmatisés et subissent de ce fait un déclassement matériel. Toutes les victimes de ce « syndrome post-Ebola » sont pourtant considérées comme guéries, du point de vue de la charge virale contenue dans le sang... « Heureusement, ces manifestations tardives de la maladie sont souvent peu sévères, et elles tendent à s'atténuer avec le temps, à mesure que s'éloigne la phase aiguë de l'infection », indique le spécialiste.

Au-delà du destin des rescapés, leur suivi sérologique, biologique et clinique pourrait éclairer des aspects encore méconnus sur le virus et la maladie. Avant cette épidémie en Afrique de l'Ouest,



Consultation ophtalmique dans le cadre du programme Postebogui en Guinée.

d'une ampleur tout à fait inédite, les flambées d'Ebola n'avaient en effet pas permis de mener des recherches auprès de survivants à l'infection. Leur nombre était trop réduit, en rapport avec celui des personnes affectées - allant de quelques dizaines à quelques centaines. Et puis ces épisodes étaient soudains et souvent circonscrits à des territoires ruraux d'Afrique centrale, éloignés d'infrastructures sanitaires et scientifiques... La cohorte réunie en Guinée, à la fois importante par le nombre et variée par la composition, permettra de répondre aux questions sur la persistance du pathogène dans l'organisme et sur l'éventualité de résurgences pathologiques. L'équipe franco-guinéenne a

ainsi récemment montré que l'agent d'Ebola subsiste en fluctuant dans le sperme jusqu'à 18 mois après la guérison³. Peut-être parvient-il également à se maintenir dans d'autres compartiments ou tissus au statut immunitaire spécifique, comme l'œil, le système nerveux central, les articulations... Le cas échéant, cette persistance pourrait intervenir dans la survenue de rechutes, comme en ont connu deux patients suivis dans des hôpitaux occidentaux. ●

1. PostEboGui, impliquant l'IRD, l'Inserm, l'Institut national de la santé publique de Guinée et le département des maladies infectieuses du CHU de Donka à Conakry.
2. Etard, JF, Sow S S, Leroy S, Touré A, Taverne B, Keita AK, Msellati P, Magassouba NF, Baize S,

Raoul H, Izard S, Kpamou C, March L, Savane I, Barry M, Delaporte E & the Postebogui Study Group. Multidisciplinary assessment of post-Ebola sequelae in Guinea (Postebogui): an observational cohort study, *Lancet Infect Dis* 2017.

3. Keita AK, Toure A, Sow MS, Raoul H, Magassouba N, Delaporte E, Etard JF & the Postebogui Study Group. Extraordinary long-term and fluctuating persistence of Ebola virus RNA in semen of survivors in Guinea: implications for public health. *Clin Microbiol Infect*. 2016 Nov 17.

Contact

eric.delaporte@ird.fr
UMR TransVIHMI (IRD, Universités Cheikh Anta Diop de Dakar, Yaoundé 1, Montpellier et Inserm)

Séismes lents et événements dévastateurs

Les travaux de géophysiciens français et mexicains mettent en évidence la relation entre séismes lents et tremblements de terre classiques. Cette découverte est importante pour toutes les régions de subduction soumises à de tels phénomènes.

« Rien ne sert de courir », écrivait La Fontaine au XVIII^e siècle, en relevant l'implacable puissance de la lenteur. Une toute récente découverte, en géophysique, lui donne une fois encore raison... Des scientifiques viennent en effet de montrer l'impact inattendu des séismes lents. Ce mode de déformation aismique des failles - ne rayonnant pas d'ondes sismiques et donc « silencieuses » aux sismomètres - a été découvert il y a une vingtaine d'années seulement. Le plus souvent, il est observé dans les zones de subduction,

là où une plaque océanique plonge sous une plaque continentale. La durée de ces phénomènes varie entre quelques jours et plusieurs mois, et seule la géodésie spatiale, basée sur l'observation GPS ou l'interférométrie radar, est susceptible de détecter des mouvements aussi lents. « En réalité, nos travaux montrent que les séismes lents peuvent induire le déclenchement de grands séismes », révèle le géophysicien Hugo Perfettini, co-auteur de cette étude avec des scientifiques de l'Institut des Sciences de la Terre de Grenoble (ISTerre) et de l'université de

Mexico (UNAM). Nous avons ainsi montré que le séisme de magnitude de moment $M_w=8.3$ du 18 avril 2014 à Papanao au Mexique, avait été déclenché par le séisme lent amorcé quelques mois plus tôt ».

Cette équipe franco-mexicaine travaille depuis de nombreuses années dans cette zone côtière où la plaque océanique de Cocos passe sous la plaque nord-américaine. Dans la région de Guerrero, la subduction, loin d'y produire les événements brutaux habituels, n'a jamais été le site de grand séisme.

L'installation de stations GPS permanentes depuis 1997 a permis de montrer l'existence des séismes lents dans la zone. Les deux plaques s'y rapprochent à la vitesse de 5 à 6 cm par an et, tous les 4 ans, la zone connaît des périodes de glissement en sens inverse, durant 6 mois et atteignant 15 cm, l'équivalent d'un séisme de magnitude de moment $M_w=7.6$. « Selon les données recueillies, les séismes lents libèrent la majeure partie des tensions accumulées, diminuant la probabilité d'un fort séisme local, explique le spécialiste. Elles montrent en retour que le glissement lent, entamé en février 2014, a conduit au transfert de contrainte vers la zone sismogène voisine, aboutissant au déclenchement du séisme du 18 avril de la même année près de la localité de Papanao ».

Cette découverte, sur le lien entre glissements lents et séismes classiques, est très importante dans le contexte mexicain. 20 millions de personnes vivent en effet sous la menace d'événements sismiques dévastateurs dans cette région de la côte Pacifique. Au-delà, elle met en évidence le risque accru lors des séismes lents, à proximité de toutes les zones où ils ont lieu. ●

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)



Station GPS permanente placée au cœur de la lacune sismique de Guerrero, surplombant la baie d'Acapulco.

Le rat noir, un envahisseur tributaire des transports

Les recherches sur *Rattus rattus* au Sénégal, un rat invasif, révèlent des aspects inattendus de sa dynamique de peuplement. Les contraintes géoclimatiques, et la concurrence d'autres rongeurs commensaux, compliquent singulièrement son expansion.

Le rat noir est un incorrigible passager clandestin ! Il a envahi le monde entier en profitant du développement des échanges maritimes. Hôte ou réservoir de nombreuses maladies infectieuses - arboviroses, borréliose, leptospirose, peste... - il constitue un réel enjeu de santé publique. Au Sénégal, compte tenu des contraintes bioclimatiques, il se retrouve toujours tributaire de l'homme pour investir de nouveaux espaces. De récents travaux montrent

comment sa dynamique de peuplement suit le développement des infrastructures et évolue au gré des stratégies logistiques du commerce¹. « *Les conditions naturelles du Sahel sont peu favorables à ces rongeurs issus des régions humides d'Asie du Sud-Est* », explique le géographe de la santé Pascal Handschumacher. Arrivés avec les premiers navires dans les ports de la côte sénégalaise, ils y prolifèrent depuis. Mais ils n'ont pu progresser vers l'intérieur du pays qu'en accompagnant les chargements de fret, naguère acheminés par voie fluviale. Ils ont ainsi pris pied dans les escales du fleuve et s'y sont maintenus tant que leurs colonies ont été épisodiquement réensemencées par l'arrivée de nouveaux individus. Plus tard, ils ont su profiter des liaisons ferroviaires vers le Mali et des norias de camions d'arachide sur de grandes pistes, pour essayer le long d'autres voies de communication. Récemment, les scientifiques ont entrepris une étude d'impact suite au bitumage d'un grand axe routier désenclavant la région du Sénégal oriental². Facilitant le transport de marchandises vers des zones jusqu'ici peu accessibles, la nouvelle route pouvait devenir le vecteur de l'invasion de ces rongeurs. « *Sans surprise, l'ouverture*



Trafic routier entre Tambacounda et Kédougou, Sénégal.

© IRD / L. Granjon

Une souris très invasive

Un autre rongeur commensal de l'homme, la souris domestique, est parti à l'assaut du Sénégal depuis l'époque des comptoirs anglais et français¹. « *Ses origines sont indubitablement européennes*, explique la généticienne des populations Carine Brouat. *Les données génétiques suggèrent qu'elle est d'abord arrivée à Saint-Louis, a gagné ensuite Dakar à sa création, à la faveur des échanges entre les deux villes, puis a rayonné dans le pays au gré des voies de communications* ». Ainsi, suivant la route commerciale du fleuve depuis Saint-Louis, elle a gagné la ville de Matam, au nord de la région désertique du Ferlo. Et, grâce à la route bitumée depuis Dakar, elle est parvenue dans la localité Barkédji au sud de ce même désert intérieur. Les scientifiques font actuellement un suivi de ces fronts de colonisation qui pourraient se rejoindre, car les deux villes viennent d'être reliées par une voie goudronnée. Plus petite et moins agressive que le rat noir, *Mus musculus domesticus* n'en est pas moins un compétiteur sérieux pour les rongeurs endémiques et invasifs. De fait, après avoir envahi tout le nord du Sénégal, elle s'implante désormais dans le sud du pays, semble-t-il au détriment du rat noir.

1. La ville de Saint-Louis, sur l'embouchure du fleuve Sénégal, d'abord possession française passa sous contrôle britannique durant 80 ans à la fin du XVIII^e siècle avant de redevenir française.

Contact

carine.brouat@ird.fr
UMR CBGP (IRD, Cirad, Inra et Montpellier SupAgro)

de la voie asphaltée et l'augmentation du trafic de poids lourds ont profité à cette espèce envahissante, favorisant son installation à Kédougou, la ville desservie, explique la géographe Héloïse Lucaccioni. *Néanmoins, elle ne parvient pas à diffuser hors des faubourgs, prouvant là encore son incapacité à franchir les quelques kilomètres vers les villages alentours sans les moyens fournis par l'homme* ». L'espèce endémique de rat, *Mastomys natalensis*, reste ainsi prépondérante dans la région. Car la rupture de charge, pour approvisionner les localités depuis le chef lieu avec de petites camionnettes, prive les rats noirs de cachettes propices à leur transport. Seuls quelques gros villages situés à l'écart de la route goudronnée, isolés pendant la saison des pluies et de ce fait ravitaillés une à deux fois par an par de gros camions, en abritent de petites colonies.

1. Lucaccioni et al, *Plos One*, 2016.
2. La partie située au-delà du parc du Niokolo Koba était jusqu'ici très isolée.

Contacts

p.handschumacher@unistra.fr
UMR SESSTIM (IRD, Inserm et Aix-Marseille université)
heloiselucaccioni@hotmail.fr
Laboratoire Dynamiques Sociales et Reconstitutions des Espaces, Université Paris Ouest Nanterre la Défense
laurent.granjon@ird.fr
UMR CBGP (IRD, Cirad, Inra et Montpellier SupAgro)



Rat noir

© IRD / J. Vergoz

Guinée : le destin divergent des chimpanzés et éléphants

Les travaux d'un anthropologue en Guinée jettent un éclairage nouveau sur la situation des éléphants et des chimpanzés. Intégrant une dimension historique de la question, ils bousculent des idées reçues sur leur préservation.

Les animaux sauvages ne sont pas tous logés à la même enseigne, s'agissant de leurs interactions avec l'espèce humaine. Ces rapports peuvent ainsi s'avérer déterminants, sinon funestes, pour leur sort. L'histoire des chimpanzés et des éléphants de Guinée est là pour en témoigner. « *Elle nous apprend qu'il vaut mieux cohabiter avec les hommes et ne pas constituer à leurs yeux une ressource économique majeure* », explique l'anthropologue Vincent Leblan. Il s'est penché sur le destin de ces deux espèces à travers des témoignages anciens et plus récents sur le sujet. Cette approche originale permet d'obtenir une profondeur temporelle totalement inédite dans les travaux en écologie¹. Pour cela, il s'est appuyé sur toutes les sources documentaires disponibles, cherchant les évocations de ces primates et pachydermes dans les écrits, dont les plus anciens remontent au milieu du XIX^e siècle. Les éléphants – dont l'ivoire représente une richesse très recherchée – y occupent une place de choix. « *On en apprend beaucoup*

sur leur nombre, alors très important, leur localisation, les milieux qu'ils fréquentent, indique le chercheur. *Des données postérieures, comme les registres de douanes ou des observations faunistiques pratiquées épisodiquement jusqu'au début de XXI^e siècle, permettent d'observer l'évolution des populations* ». Toutes ces informations convergent pour attester de l'effondrement de leur nombre dès le début du XX^e siècle, en rapport avec l'intensité de la chasse². Elles montrent aussi leur propension à s'installer dans des zones désertées par l'homme, où l'accès aux feuillages bas est plus aisé qu'en forêt dense et où la pression cynégétique est faible. L'est du pays est ainsi colonisé à la suite des campagnes destructrices de la fin du XIX^e siècle, organisées par les Français pour défaire Samory. Plus tard, les pachydermes investissent des zones dépeuplées par les razzias menées par les Peuhls du Fouta-Djalon contre leurs voisins, et dans les années suivantes, la zone frontalière de l'actuelle Guinée-Bissau abandonnée par ses habitants au profit

d'un nouveau pôle régional situé côté portugais. « *En somme, leur distribution s'explique autant par la géopolitique et l'économie que par la biogéographie* », note-t-il. S'il y a moins d'informations anciennes sur les chimpanzés, dont l'intérêt économique est moindre, quelques traces permettent néanmoins de se faire une idée sur l'évolution de leur population et leur milieu de prédilection. « *Contrairement aux idées reçues, leur nombre dans cette région semble très stable*, souligne le scientifique. *Ainsi, les habitants des zones rurales disent aujourd'hui en voir ou en entendre 3 fois par semaine, tout comme l'indiquaient leurs aïeux dans les témoignages recueillis naguère par les pionniers du naturalisme guinéen* ». Ce maintien d'une espèce souvent considérée comme menacée pourrait paradoxalement tenir à sa proximité avec l'homme. Les chimpanzés vivent en effet près des villages, mais dans les zones de jachère impénétrables, protectrices et propices à leur subsistance. « *Par leur divergence, les trajectoires de ces deux espèces appellent des stratégies de protections distinctes que les acteurs institutionnels de la conservation ont bien du mal à concilier* », conclut le chercheur.

1. Leblan, *Primates*, 2016.
2. Il resterait aujourd'hui moins de 10 éléphants dans les régions étudiées.

Contact

vincent.leblan@ird.fr
UMR Paloc (IRD et MNHN)

La maladie du sommeil dans la peau

Les scientifiques sont parvenus à établir la mystérieuse localisation du parasite de la trypanosomiase chez certains porteurs asymptomatiques. Cette avancée est un pas décisif pour le dépistage et la lutte contre la maladie.

Si certains ont la sensibilité à fleur de peau, selon l'expression populaire, d'autres ont bel et bien le trypanosome dans l'épiderme... Cette découverte récente, issue de travaux impliquant des scientifiques français, burkinabè, anglais et congolais, pourrait révolutionner le diagnostic et la lutte contre la funeste maladie du sommeil. Cette affection parasitaire, transmise par la mouche tsé-tsé, a décimé les populations d'Afrique centrale à partir du début du XX^e siècle, puis celles d'Afrique de l'Ouest dans les décennies suivantes. Aujourd'hui, elle touche encore entre 4 000 et 8 000 personnes par an dans les régions subsahariennes et peut s'avérer fatale si elle n'est pas traitée à temps. Dans ce cas, le trypanosome atteint le système nerveux central et peut y provoquer de redoutables dégâts. Malgré des campagnes sanitaires massives, visant dès les années 1930 à éradiquer la maladie de santé publique. À chaque fois, de nombreux patients infectés semblent avoir échappé au dépistage et continué à transmettre le parasite. « *L'existence, chez certaines personnes, d'une sérologie forte en l'absence de parasites détectables dans le sang ou les sucs ganglionnaires, suggérait qu'il s'agissait de porteurs asymptomatiques*, explique le généticien et épidémiologiste Bruno Bucheton. *La question se posait donc de savoir où se trouvaient effectivement les trypanosomes dans l'organisme de ces patients* ». Pour tirer la chose au clair, les scientifiques du CIRDES¹ et de l'IRD ont procédé à des infections expérimentales sur des porcs. Elles revêtent en effet chez ces animaux un profil très ressemblant à l'infection asymptomatique chez l'homme

– sérologie forte mais parasitologie sanguine très faible. Puis ils ont fait se gorgier des mouches tsé-tsé sur ces cochons. Ils ont alors constaté l'infestation des insectes – tandis que le parasite était indétectable dans le sang des mammifères de laboratoire –, formulant pour la première fois l'hypothèse d'une localisation possible du trypanosome au niveau de la peau. La démonstration a été apportée plus tard sur un modèle murin. Des mouches indemnes ont été contaminées en piquant des souris portant le parasite sur certaines zones de la peau mais pas dans le sang. La présence de parasites cutanés chez l'homme a été depuis confirmée par les scientifiques de l'INRB² de Kinshasa, en République démocratique du Congo, en réexaminant des biopsies de peau effectuées dans le cadre d'un programme de lutte contre l'onchocercose – une autre maladie parasitaire. Concrètement, ces résultats ouvrent la voie à l'élaboration d'un système pratique de diagnostic cutané, permettant de dépister et traiter tous les porteurs du parasite et à terme, d'éliminer la maladie. « *Ce sont des résultats préliminaires et il reste beaucoup à faire, reconnaît le spécialiste. Nous menons des recherches sur le terrain, en Guinée notamment, en collaboration avec l'Université de Glasgow et l'Institut Pasteur, pour étudier le phénomène chez l'homme et chez d'éventuels réservoirs animaux, mais aussi pour développer de nouveaux outils diagnostics* ».

1. Centre international de recherche-développement sur l'élevage en zone sub-humide, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.
2. Institut national de recherche biomédicale, RDC.

Contact

bruno.bucheton@ird.fr
UMR INTERTRYP (IRD et Cirad)



Mouche tsé-tsé.

© Cirad / J. Janelle



© DR

Pêche, réchauffement et faune marine méditerranéenne

Une étude internationale novatrice a rassemblé et modélisé toutes les données disponibles sur les écosystèmes marins de Méditerranée. Elle fournit un état des lieux inédit et désigne des pistes pour expliquer le déclin ou l'effondrement de la plupart des espèces.



L'accroissement de l'effort de pêche et la baisse de la production primaire affectent profondément la faune marine méditerranéenne.

© IRD / D. Rechner

Paradoxe de la recherche s'il en est, les écosystèmes marins de Méditerranée sont très observés mais leur état n'est pas si bien connu. Un récent travail scientifique d'ampleur, impliquant des partenaires français, italiens, espagnols et canadiens, vient changer la donne. Il apporte une vision d'ensemble inédite, permettant de mieux connaître l'évolution des populations marines et les causes de leur apparent déclin. « *La mer Méditerranée ne va pas très bien*, explique la biologiste marine Marta Coll, cosignataire de cette étude, dont les résultats viennent d'être publiés dans la revue *Nature*¹. *C'est un concentré de problèmes notamment en termes de surexploitation, de changement climatique et de pollutions* ». Selon ces recherches, cela se traduit par une diminution substantielle de l'abondance des espèces de poissons commerciaux et non commerciaux, atteignant 34 % en une cinquantaine d'années. L'hécatombe est plus sévère encore s'agissant des prédateurs supérieurs, dont le nombre recule de 40 % sur la même période... Les mammifères marins ne sont guère mieux lotis, avec une perte de 41 % des effectifs. Et encore, ce recul de la faune pourrait

être sous-estimé par le recours à la modélisation dans ces travaux...

Celle que les Romains appelaient *Mare nostrum* est un hot spot du réchauffement. Elle subit aussi une intense pression anthropique, à la mesure du développement effréné des sociétés méditerranéennes et de leurs besoins. Pour autant, les approches scientifiques demeuraient jusqu'à présent localisées aux abords des nombreux centres de recherches bordant les rives nord et sud. Pour sortir de cette échelle régionale, et appréhender le bassin et son fonctionnement dans leur intégralité, les chercheurs sont allés collecter les données scientifiques disponibles depuis 1950 dans toutes ces institutions, en ajoutant même celles de la mer Noire. « *La difficulté d'une telle entreprise*, reconnaît pour sa part le biologiste marin Philippe Cury, *est d'avoir un réseau scientifique extrêmement structuré pour accéder aux données et pour obtenir les observations rétrospectives sur l'ensemble du bassin méditerranéen* ». Afin de compléter le déficit d'informations au début de la séquence temporelle – les données sont bien moins denses dans les années 1950-1960 que par la suite –, les scientifiques ont d'ailleurs développé un modèle

numérique. Le résultat permet de comprendre les dynamiques à l'œuvre dans les 4 écosystèmes caractéristiques du bassin, l'Ouest, l'Adriatique, la mer Ionienne et la mer Egée et le Levantin. Il reflète bien l'état des lieux actuel, mais aussi les trajectoires des populations, groupe par groupe.

« *L'étude montre également l'impact conjugué de la baisse de production primaire et de l'intensification de l'effort de pêche, sur le déclin de la faune marine* », indique la jeune chercheuse. Le changement climatique, à l'origine de cette diminution de la biomasse planctonique, jouerait même un rôle supérieur à celui de la pêche.

1. Piroddi C. et al, Historical changes of the Mediterranean Sea ecosystem : modelling the role and impact of primary productivity and fisheries changes over time, Scientific Reports (Nature), mars 2017.

Contact

marta.coll.work@gmail.com
Institute of Marine Science - Barcelone et UMR Marbec (IRD, Ifremer, CNRS et Université de Montpellier)

La mystérieuse chaleur du palmier à ivoire

Une équipe de scientifiques équatoriens et français lève un pan du voile sur les mécanismes de production de chaleur des bourgeons du palmier à ivoire. Cette thermogénèse pourrait être expliquée par son lien avec la pollinisation.

Le palmier à ivoire, communément appelé *tagua*, est une espèce endémique de la région côtière de l'Équateur. Les agriculteurs qui exploitent cette ressource – premier produit d'exportation du pays au 19^{ème} siècle – ont remarqué depuis longtemps qu'une partie de sa fleur génère de la chaleur. « *Les paysans la sentent dans leurs mains mais ils ignorent comment elle est produite*, raconte le biologiste Rommel Montúfar de l'université PUCE de Quito. *La littérature scientifique évoque également cette particularité mais sans donner plus de détails* ».

Cette capacité à produire de la chaleur, appelée la thermogénèse, est rare chez les plantes. Elle a été étudiée en Europe et en Amérique du Nord chez les fleurs de l'arum dont une large membrane blanche ou colorée enveloppe une longue inflorescence. Les fleurs mâles puis femelles chauffent consécutivement afin d'attirer les insectes pollinisateurs.

Le palmier à ivoire génère quant à lui de la chaleur avant la floraison ! Une particularité que les scientifiques viennent de rendre compte dans une récente publication¹. En février et juin 2015, Rommel Montúfar, Erika Paez, étudiante à l'université PUCE de Quito, l'écologue Olivier Dangles et Sylvain Pincebourde, spécialiste de l'écologie thermique au CNRS, parcourent la forêt équatorienne à la recherche de ces palmiers.

Durant cinq jours, les mouchards de température posés dans les bourgeons mettent en évidence une température constante de 37°, tant que ceux-ci restent fermés. « *Nous n'avons identifié ni les causes ni le mécanisme de cette production de chaleur*, explique Olivier Dangles. *Toutefois, la thermogénèse pourrait attirer les insectes avant que le bourgeon n'écloie. La fleur se déploie rapidement en 8 à 9 heures et souvent pendant la nuit, période où les insectes sont peu présents. Ce signalement thermique en*

amont permettrait une colonisation très rapide par les pollinisateurs ».

Afin de mieux comprendre ce processus, les chercheurs souhaitent comparer les implications écologiques sous-jacentes à la thermogénèse du palmier à ivoire et de l'arum. « *Il sera important d'évaluer la façon dont le bourgeon se thermorégule*, estime Sylvain Pincebourde. *Nous allons positionner des lampes infrarouges à proximité afin de déterminer si la plante va produire plus ou moins de chaleur pour rester à une température relativement constante* ».

Si l'arum et le palmier à ivoire sont différents en termes d'écologie, leur thermorégulation est relativement similaire. Fleurs et bourgeons cherchent à atteindre des températures analogues alors que les deux plantes vivent dans des climats radicalement différents. Aborder la thermorégulation à travers cette comparaison permettra de déterminer les facteurs de sélection de la thermogénèse chez les

plantes, en particulier en lien avec la pollinisation.

Un enjeu essentiel pour la préservation du palmier à ivoire aujourd'hui menacé par la méconnaissance de son mécanisme de floraison. Les pieds mâles sont en effet davantage coupés au profit des pieds femelles producteurs de graines qui sont commercialisées sous différentes formes. « *Le fait de savoir si la production de chaleur est liée à la pollinisation permettra de développer une stratégie de conservation et d'améliorer les pratiques culturales* », conclut Rommel Montúfar.

1. S. Pincebourde et al. *Frontiers in ecology and the Environment*, 2016.

Contacts

olivier.dangles@ird.fr
UMR EGCE (IRD, CNRS, Université Paris Sud et université Paris-Saclay)
rjmontufar@puce.edu.ec
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador



Palmier à ivoire.

© IRD / O. Dangles

Quand une pêcherie zambienne éclaire l'archéologie amazonienne

Les recherches menées par une équipe pluridisciplinaire, en Amérique du Sud et en Afrique, clarifient une page énigmatique de l'histoire technique de l'Amazonie bolivienne. Ils ont permis de corroborer les usages supposés d'imposantes infrastructures pré-européennes abandonnées depuis longtemps.



Le poisson migrant vers le lit des rivières est guidé vers des nasses.

© Carl E. Huchzermeyer

Le présent permet parfois d'expliquer le passé... Ainsi, à l'inverse de la démarche habituelle en histoire, des scientifiques¹ ont validé une hypothèse archéologique² en étudiant une pratique bien contemporaine. « *Depuis le début des années 2000, nous connaissons l'existence d'infrastructures précolombiennes vraisemblablement destinées à capturer du poisson, dans les plaines d'inondation de l'Amazonie bolivienne*, explique l'écologue Doyle McKey. *Au moment de la décrue, ces levées de terre, de 1 m de large par 4 à 5 km de long, auraient pu servir à canaliser les*

eaux vers des entonnoirs pour piéger le poisson. Mais elles auraient été abandonnées peu après l'arrivée des Européens sur le continent ». Faute d'exemple connu d'une telle technique, cette interprétation de leur usage restait au stade de spéculation invérifiable.

Dans cette région, des inondations saisonnières très régulières se produisent chaque année, recouvrant jusqu'à 150 000 km² de plaine, soit l'équivalent d'un peu plus du quart de la France ! « *Certaines espèces de poissons profitent de cette opportunité, pour quitter alors les rivières et aller se reproduire dans les*

savanes et les forêts inondées, explique le spécialiste des milieux aquatiques Marc Pouilly. *Dans ces lieux, leur progéniture profite tout à la fois de l'importante production primaire pour se nourrir et croître rapidement et de la protection offerte contre les prédateurs trop grands pour naviguer dans la plaine d'inondation. À la décrue, les adultes et les jeunes regagnent leur habitat de rivière* ».

Des recherches menées en Afrique australe viennent de confirmer les intuitions des archéologues sur l'usage passé des barrages amazoniens. « *Nous avons identifié une région de Zambie, la seule au monde semble-t-il, partageant le régime hydrologique de l'Amazonie bolivienne et possédant des caractéristiques géographiques similaires* », explique Doyle McKey. En outre, « *elle abrite un peuplement de poissons fonctionnellement similaire, qui utilise de la même manière la succession de crues et de décrues. Mais surtout, il s'est avéré que les habitants y exploitent encore aujourd'hui un système de pêcherie fait de barrages construits en terre, comparable en tous points à celui découvert en Amazonie bolivienne* ». L'hypothèse archéologique, échafaudée sur de simples éléments matériels, se trouve ainsi validée par une observation anthropologique concrète...

Qui plus est, les recherches menées en Zambie confirment aussi le scénario culturel et social imaginé par Clark Erickson, le découvreur des structures boliviennes³. « *La construction et l'entretien des barrages ont dû s'étendre dans le temps et mobiliser beaucoup de main d'œuvre. De tels investissements, supposait le chercheur, devaient nécessiter une organisation sociale et technique pérenne, où l'outil de production se transmet au fil des générations par le lignage* », raconte Doyle McKey. De fait, les travaux d'un chercheur sud-africain de l'équipe, sur le fonctionnement des pêcheries du bassin de Bangweulu, viennent corroborer ces hypothèses sur la mise en place et l'exploitation de tels systèmes.

1. Archéologues, écologues et hydrologues français, boliviens, sud-africains et zambiens.
2. D. McKey et al., *PNAS*, 2016.
3. C. Erickson, *Nature*, 2000.

Contacts

doyle.mckey@cefe.cnrs.fr
CNRS-CEFE
marc.pouilly@ird.fr
UMR BOREA (IRD, CNRS, MNHN, Université Pierre et Marie Curie - Paris 6, Université de Caen Normandie et Université des Antilles et de Guyane)

Raisonner l'agriculture issue du défrichage

Une vaste étude, menée par des scientifiques français, colombiens et brésiliens, révèle des aspects méconnus de l'agriculture amazonienne post-déforestation. Elle éclaire son impact environnemental et social en fonction des pratiques et des acteurs. En s'appuyant sur l'exemple d'initiatives vertueuses, elle livre aussi les principes pour exploiter durablement et équitablement ces milieux.

L'agriculture issue de la déforestation de l'Amazonie peut-elle devenir durable ? Une vaste étude transdisciplinaire vient de mobiliser de nombreux scientifiques autour de cette épineuse question¹. Ils sont parvenus à caractériser l'impact écologique, économique et social des pratiques mises en œuvre et à formuler des recommandations pour concilier préservation du capital naturel, production de ressources agricoles et qualité de vie des paysans². « Il s'agit de déterminer si la déforestation peut être considérée comme un investissement agricole, conduisant les acteurs à préserver et valoriser leur capital. Et si ce n'est pas le cas, il faut identifier les conditions pour que cela le devienne », explique l'écologue Patrick

Lavelle, coordonnateur de ce travail qui a impliqué 60 chercheurs français, brésiliens et colombiens et de très nombreux étudiants³. Pour comprendre l'évolution temporelle de la situation des terres après leur défrichage, les spécialistes ont eu l'idée de travailler dans 6 régions⁴ où la déforestation a eu lieu à des époques différentes. La chrono-séquence ainsi représentée réunit des exploitations où le défrichage initial remonte de 10 à 80 ans. Les scientifiques ont analysé le paysage et le profil social et économique de 306 fermes familiales, pour en sélectionner 9 représentatives par zone. Ils ont ainsi analysé des systèmes extrêmement variés, dans leur fonctionnement, leurs acteurs et leur impact sur l'environnement. « Sur



Paysage de front pionnier amazonien, en fin de saison sèche.

cet ensemble de 54 fermes, nous avons montré qu'il existe une étroite relation entre le paysage agricole créé par le fermier et l'état de préservation des services écosystémiques et de la biodiversité », indique le chercheur. La fertilité chimique des sols, leur résistance à l'érosion et leur capacité à absorber et redistribuer l'eau des pluies, tout comme la biodiversité des plantes et des animaux⁵ diminuent fortement tandis que s'intensifie l'usage des sols année après année. « Les terres consacrées aux cultures annuelles ou au pâturage, d'où les arbres sont absents, présentent le bilan le plus négatif en termes d'impact sur l'environnement et de dépréciation du capital naturel », indique le spécialiste. Mais en plus, l'étude de la trajectoire socio-économique des exploitations montre que l'amélioration des revenus et des conditions de vie des fermiers, enregistrée au cours du temps dans ce type d'exploitation, ne profite pas à ceux qui ont initié la déforestation sur les fronts pionniers. « En réalité, les exploitants les plus riches sont ceux dont le capital est le plus dégradé et dont l'activité a le plus d'impact sur l'environnement, révèle

le pédologue Michel Grimaldi. Leurs vastes domaines consacrés à l'élevage extensif sont constitués en s'appropriant les parcelles défrichées et mises en valeur par d'autres ». Car il existe une forte mobilité des acteurs, et si les plus pauvres participent aux fronts pionniers, développant des cultures vivrières avec un faible impact environnemental, ils sont ensuite évincés au profit d'entrepreneurs beaucoup plus radicaux dans leurs méthodes. Pourtant, certaines pratiques sylvo-pastorales et agro-forestières, développées dans des exploitations colombiennes à l'initiative de l'université locale, permettent de préserver ou de réhabiliter le capital naturel des terres exploitées, tout en améliorant la vie de tous les paysans. Elles reposent sur une polyculture favorisant le maintien d'arbres et arbustes dans les pâturages ou les plantations pérennes d'hévéa, de cacao ou de bois d'œuvre, garantissant une permanence de services écosystémiques et de la biodiversité. Cela suppose aussi d'organiser les paysages, pour créer une continuité à travers ces exploitations entre les massifs forestiers réserves

d'espèces utiles. « Pour promouvoir ces solutions vertueuses, qui restent aujourd'hui très minoritaires, il faut des politiques publiques ciblées et une formation adéquate des agriculteurs », conclut l'agronome Berta Ramirez, de l'Universidad de la Amazonia en Colombie. ●

Stockez du carbone !

Une étude mondiale réalisée dans vingt pays confirme que l'objectif « 4 pour 1 000 » d'augmentation du stock de carbone dans les sols peut être atteint.



La séquestration du carbone dans le sol représente un enjeu majeur pour compenser les émissions de gaz à effet de serre liées à l'activité humaine. Les sols abritent en effet plus de trois fois plus de carbone que l'atmosphère, soit 2 400 milliards de tonnes (jusqu'à 2 mètres de profondeur) et le conserve plus longtemps. L'initiative « 4 pour 1000 » lancée lors de la COP 21 de Paris en décembre 2015 a pour ambition d'accompagner les politiques de réduction des émissions en proposant des pratiques de gestion des terres permettant d'absorber l'augmentation des émissions annuelles vers l'atmosphère. Il suffirait d'augmenter de 4 pour 1000 (0,4 %) le stock de matière carbone organique du sol pour atteindre cette cible.

Afin d'apporter une approche factuelle et scientifique à cet engagement, les initiateurs de l'étude « Soil Carbon 4 per mille »¹ ont sélectionné 20 pays possédant des bases de données disponibles. « L'Afrique du Sud présente un potentiel élevé de séquestration de carbone dans les sols. Ses stocks sont en effet fortement dégradés du fait de la mauvaise gestion des pâturages couvrant 50 % de la surface du pays, souligne le pédologue à l'IRD Vincent Chaplot. Auparavant, un équilibre existait de par le brouillage par les troupeaux qui se déplaçaient constamment. Mais l'homme a rompu cette harmonie en cloisonnant et brûlant ces espaces, ce qui a conduit à un appauvrissement du sol et des émissions massives de gaz à effet de serre vers l'atmosphère ».

La dégradation de ces zones de pâturage a ainsi généré une perte pouvant aller jusqu'à 90 % du stock de carbone. À l'échelle du pays, la mise en place du pâturage intensif éphémère - passage

dense d'herbivores durant une courte période - augmenterait le stock de carbone de 80 millions de tonnes à 110 millions de tonnes par an. Soit un accroissement de 35 pour mille par an, pour un objectif mondial de 4 pour mille. Outre cette nouvelle pratique de pâturage, l'apport d'amendements organiques (+ 0,5 tonne de carbone par hectare par an), la rotation des cultures (+ 0,2 tonne de carbone par hectare par an), le reboisement (+0,6 tonne de carbone par hectare par an) et la diminution du labour (+0,3 tonne de carbone par hectare par an) sont autant d'outils en réponse à l'initiative « 4 pour mille ». La majorité des pays étudiés considère cet objectif atteignable. Vingt ans d'utilisation de ces méthodes culturales seront nécessaires pour délivrer leurs bienfaits. « L'initiative "4 pour mille" devrait être engagée immédiatement, estime le co-auteur de l'étude Budiman Minasny. Il ne s'agit pas de l'unique réponse au changement climatique. Cependant, de nouvelles technologies de séquestration du carbone pourront être développées durant cette période de mise en œuvre. Les progrès en termes de mesure des stocks de carbone amélioreront également les pratiques des agriculteurs. Elles apporteront en outre aux financeurs les informations indispensables pour les conforter dans leurs investissements dans ce marché ».

1. Budiman Minasny et al, *Geoderma*, 2016
Contacts
 budiman.Minasny@sydney.edu.au
 School of Life & Environmental Sciences,
 Sydney Institute of Agriculture,
 vincent.chaplot@ird.fr
 UMR LOCEAN (UPMC, CNRS, IRD, MNHN)

L'anchois du Pérou : vers une industrie plus propre

Poids lourd de l'économie péruvienne, l'industrie de transformation de l'anchois en farine de poisson doit changer de modèle pour être à la fois plus performante et plus respectueuse de l'environnement.

Grâce à ses abondantes ressources marines, le Pérou est le premier exportateur mondial de farine de poisson. Avec 98 % des captures d'anchois qui terminent dans les usines de transformation, son industrie est de taille. Elle est même surdimensionnée ! « Les usines de farine du Pérou pourraient potentiellement traiter 55 millions de tonnes de poisson par an, soit les trois quarts de la production mondiale de poisson », rapporte Pierre Fréon, halieute à l'IRD. D'après la récente publication¹ d'une équipe franco-péruvienne, dont il est co-auteur, l'industrie n'utilise que 13 % de son potentiel de production autorisée et certaines usines possédant un permis valide sont à l'arrêt, voire à l'abandon. Cette surcapacité soulève de sérieux



© IRD / P. Fréon

enjeux économiques. Elle pèse également sur l'environnement : à partir de l'analyse du cycle de vie des usines, les chercheurs ont montré que la construction et la maintenance des infrastructures sont responsables de près de 15 % des impacts. Ce résultat prend en compte l'installation de A à Z, depuis l'utilisation du sol, les matériaux de construction, leur origine, leur transport et leur remplacement, jusqu'à l'énergie consommée. « Réduire la surcapacité est une des premières solutions pour rendre la filière plus propre », affirme Pierre Fréon. Cette restructuration est aujourd'hui en cours, motivée par une gestion plus précautionneuse de la part de l'Etat péruvien incluant la réduction des quotas de pêche. « Les usines ont été conçues à une époque où la ressource était très abondante, avec des quotas uniques annuels allant jusqu'à sept millions de tonnes. Chaque industriel voulait collecter et traiter le maximum de poisson avant les autres et avant que le quota unique ne soit atteint, explique Sayda Huaranca, spécialiste en gestion des pêches au Pérou. La situation est en train d'évoluer. La ressource est d'avantage protégée et les quotas ont diminué ; les entreprises s'attèlent désormais à réorganiser leurs usines dans des zones stratégiques afin d'optimiser leurs coûts de production ». Outre la gestion du parc industriel, reste le fonctionnement en lui-même, avec les différentes étapes de la production de

farine de poisson. Afin d'accompagner les décideurs publics et privés, l'analyse menée par les scientifiques a identifié les « postes » les plus polluants et ainsi dégagé des priorités. D'après les chercheurs, l'énergie, sa consommation et la contamination atmosphérique qui en résulte, est un aspect majeur. « Un tiers des impacts sur l'environnement peut être réduit en remplaçant le pétrole par du gaz naturel », assure Pierre Fréon. Une fois les zones côtières reliées au réseau, les industriels ont tout à y gagner, le gaz étant à la fois plus économique et plus écologique.

Là encore, le contexte s'avère plutôt favorable car volonté de l'Etat, enjeux économiques et diagnostic scientifique se rejoignent. Si les entreprises péruviennes relèvent le défi de la transition écologique, elles pourraient bien, à l'avenir, servir de modèle à d'autres industries minières de par le monde. ●

1. Pierre Fréon, et al Life cycle assessment of three Peruvian fishmeal plants: Toward a cleaner production, *Journal of Cleaner Production* 145, 2017.

Contacts
 pierre.freon@ird.fr
 UMR Marbec IRD/IFREMER/Université
 Montpellier II
 Sayda Huaranca
 saydagarza@yahoo.fr
 Universidad Nacional Agraria La Molina,
 Lima, Peru

Résilience et développement

La JEAI TABITAL, jeune équipe interdisciplinaire camerounaise, modélise la résilience des agrosystèmes du bassin du lac Tchad. La société civile recourt d'ores-et-déjà à son expertise pour des programmes de prévention des risques.

L'isolement de la ville de Maroua, à plus de 1 000 kilomètres de la capitale Yaoundé, ne l'empêche pas d'être ambitieuse. En 2008, elle se dote de sa première université et très vite, les enseignants-chercheurs souhaitent mettre en place une équipe de recherche et contribuer à l'animation scientifique du campus. Ils obtiennent en partenariat avec l'UMR PRODIG et l'UMR CEFE¹ le financement d'une JEAI en 2013 autour de la thématique de la résilience des agrosystèmes du bassin du lac Tchad. « Notre objectif était de définir, diagnostiquer et étudier cette résilience en faisant appel à un ensemble de disciplines, que ce soit la géographie, l'agronomie ou la psychologie. Nous avons travaillé dans un contexte très dynamique au plan environnemental, socio-politique et sécuritaire », explique le responsable de la JEAI TABITAL Aboubakar Moussa. Le bassin du Lac Tchad est soumis à de nombreux bouleversements climatiques et sociaux et à des problèmes de gouvernance. L'équipe a multiplié les enquêtes de terrain afin d'apprécier l'adaptation des populations à travers différentes étapes : anticipation, gestion, intégration des nouveaux risques et retour à l'état d'équilibre. « Nous avons fait participer l'ensemble des acteurs de cette zone à nos recherches, poursuit le scientifique. Les agriculteurs savent par exemple sélectionner les variétés de sorgho les plus résistantes face au changement climatique ».

La JEAI souhaite en effet valoriser la diversité variétale et spécifique comme facteur de résilience dans les années de perturbation climatique. Elle a identifié deux espèces de plantes non-cultivées (*Hypochaeris glabra* et *Cyperus rotundus*) reconnues pour leur résistance à trois périodes d'inondation (1988, 1999, 2012) et à une période de sécheresse

(1976). La valorisation économique de ces variétés en cas de crise contribue à la résilience.

Au-delà de la production agricole, les chercheurs se sont intéressés à l'alimentation. Ils ont examiné les adaptations des variétés de sorghos au changement climatique. Dix variétés de cette céréale ont été testées afin de produire des farines se substituant au blé pour la fabrication du pain, de plus en plus consommé par la population. Objectif : mettre à la disposition du monde rural et des industriels des données permettant d'utiliser des variétés appropriées qui contribuent à la résilience des agrosystèmes locaux.

« Nous avons développé une expertise locale qui est mise à profit par la société civile et les programmes de développement, précise Aboubakar Moussa. Nous avons aidé l'association humanitaire CARE INTERNATIONAL (Projet RéSoFemmes) à élaborer un plan de contingence. Il prévoit des mesures préventives contre les catastrophes et des axes d'intervention en cas de crise ».

La JEAI TABITAL a également mis l'accent sur le renforcement des capacités. Outre une vingtaine de publications collectives, elle a accompagné trois thèses et encadré une cinquantaine de mémoires de master. « Nous sommes fiers d'avoir contribué à l'animation scientifique universitaire et au renforcement du cadre de recherche de la région, souligne le scientifique. Certains de nos étudiants ont aussi rapidement trouvé un emploi en tant qu'ingénieurs de conception et de travaux. Ils sont aujourd'hui une dizaine à être en activité ».

1 : UMR PRODIG (Pôle de Recherche pour l'Organisation et la diffusion de l'Information Géographique), avec Christine Raimond. UMR CEFE (Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive) avec Hélène Joly et Abdoul Aziz



Battage et vannage du sorgho au Cameroun.

Saidou. L'équipe a reçu l'appui de l'Université de Maroua, du CIRAD et de l'Université Paris-10 Nanterre (Éric de Garine).

Contact

Aboubakar Moussa
Responsable de la JEAI TABITAL
aboubakmous@yahoo.fr

ÉCOLE D'ÉTÉ

De la bioinformatique pour l'Asie du sud-est

Une formation inédite, destinée à développer les capacités en analyse informatique des données de santé, a eu lieu récemment en Asie du sud-est. Elle pourrait préfigurer un dispositif récurrent de renforcement des capacités dans la région, tant il y a de besoins dans cet épice de l'épidémiologie mondiale.

Produire des données biologiques et génétiques de qualité ne suffit plus. Pour en tirer le meilleur profit, il faut aussi maîtriser les techniques permettant de les analyser... « La plupart des pays d'Asie du sud-est ont acquis un niveau d'équipement et de compétences de premier ordre dans les techniques de laboratoire. Mais, ils restent encore perfectibles en matière de traitement des données et sont en demande de formation et de renforcement de capacités en la matière », explique l'épidémiologiste Marc Choisy. Il coordonnait récemment une école d'été¹ dans la région, organisée par deux unités de l'IRD², consacrée à la biologie computationnelle pour la santé.

Séquençage de génome entier, analyse multifactorielle de cohortes ou suivi épidémiologique à vaste échelle, les recherches en sciences de la vie et en santé produisent une masse considérable de données, toujours plus abondantes et sophistiquées. Leur exploitation informatique – la bioinformatique pour la santé – peut constituer un véritable goulot d'étranglement. Faute de formations académiques intégrant ces approches très multidisciplinaires, de nombreuses communautés scientifiques des pays émergents et du Sud peinent à franchir le pas. « Pour l'Asie du sud-est, l'enjeu est de taille. La région est un hot spot de l'émergence de nouveaux pathogènes et de flambées épidémiques. Et le but,

à terme, est de parvenir à faire localement de la prédiction épidémiologique, comme on en fait en météo. Pour la santé publique, ce sera un atout majeur, ouvrant la voie à l'adoption de mesures sanitaires d'autant plus efficaces qu'elles seront précoces », estime le chercheur. Le rôle clef de l'Asie du sud-est dans le système des épidémies à l'échelle mondiale mobilise les scientifiques bien au-delà de la communauté scientifique régionale. Les spécialistes de l'IRD participent ainsi à l'analyse d'une cohorte d'individus, localisée à quelques dizaines de kilomètres de la capitale vietnamienne, dont la nature des souches circulantes est utilisée chaque année par l'OMS pour orienter la fabrication des vaccins contre la grippe. Cette spécificité asiatique plaide aussi en faveur d'un développement des capacités locales d'analyse. Concrètement, cette formation destinée aux biologistes et aux personnels de santé s'articule autour de 5 thématiques³. Elle est dispensée par une vingtaine d'experts venus d'Europe – dont 4 de l'IRD –, des États-Unis et du Vietnam. Elle a rencontré un vif succès auprès des candidats, dont 90 venus de 16 pays de toute l'Asie ont été sélectionnés, mais aussi auprès

des bailleurs de fonds. Compte tenu des besoins, cette formation pourrait être pérennisée, sous forme d'une école d'été annuelle.

1. Computational Biology for Infectious Diseases, Hanoi, 18-25 septembre 2016 (www.cbid.asia).
2. MIVEGEC et UMMISCO, respectivement spécialisées dans les maladies infectieuses et dans la modélisation numérique, toutes deux implantées depuis plusieurs années en Asie du sud-est.
3. Phylogénie moléculaire, métagénomique, génétique des populations, dynamique de la transmission et prédiction en épidémiologie.

Contacts

marc.choisy@ird.fr
UMR MIVEGEC (IRD, CNRS et Université de Montpellier)
jean-daniel.zucker@ird.fr
UMI UMMISCO (IRD, Universités Pierre et Marie Curie, Paris, des Sciences et Technologies de Hanoi, Cady Ayyad de Marrakech, Cheikh Anta Diop de Dakar et Yaoundé 1)

Algérie : former les doctorants à la recherche

Si l'enseignement supérieur s'est rapidement démocratisé en Algérie, l'amélioration de l'encadrement universitaire reste un enjeu permanent. Une formation méthodologique franco-algérienne offre aujourd'hui aux étudiants en sciences sociales des outils pour structurer leur projet de thèse de doctorat.

Ils étaient 200 000 en 1995, ils sont aujourd'hui plus d'1,3 million. Le nombre d'étudiants dans l'enseignement supérieur en Algérie a explosé ces vingt dernières années. L'enjeu est d'offrir des formations de qualité à ces étudiants que ce soit en termes du nombre d'enseignants – ils ne sont que 50 000 – et de niveau respectant les standards internationaux. « Le corps enseignant est confronté à des effectifs excessifs avec un ratio de 1 pour 80 étudiants en sciences sociales. Ils souffrent également des séquelles d'une histoire difficile, terrorisme des années noires et déstabilisation linguistique, qui pèsent sur l'organisation et les parcours professionnels, explique Jean-Baptiste Meyer, chercheur à l'IRD. Le recours à des références scientifiques internationales est affecté par ces transformations ».

C'est dans ce contexte que se met en place en 2016, à l'École Nationale Supérieure de Management (ENSM) située à Alger, une formation méthodologique, avec deux partenaires français¹. D'une durée d'abord fixée à un an, elle accompagne une vingtaine d'étudiants-chercheurs en sciences sociales durant leur première année de thèse. À travers cinq sessions organisées à l'ENSM, les jeunes Algériens abordent les différentes phases du travail de recherche : positionnement du sujet, formulation de la problématique, collecte d'informations, exploitation des données et présentation des résultats, notamment la rédaction scientifique. L'ambition est d'aider les étudiants à définir et structurer leur projet de recherche doctorale. « Les initiatives ponctuelles de formation déjà mises en place par certaines institutions locales méritent d'être étoffées et consolidées, estime le scientifique, l'un des coordinateurs du programme. Nous nous sommes engagés en ce sens. D'autant plus qu'en 2016, le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche a introduit l'obligation des sessions de méthodologie dans les cursus doctoraux ». Forts du succès de la première édition, les acteurs de la formation souhaitent adapter le programme à cette exigence. Ils interviendront directement dans d'autres écoles doctorales, en province, pendant l'année 2017.

1. Institut de Recherche pour le Développement (IRD) et Institut d'études méditerranéennes, européennes et comparatives (IDEMEC).

Contact

jean-baptiste.meyer@ird.fr
UMR Lped (IRD, AMU)



Leptospirose, la zoonose oubliée

Problème de santé publique majeur au Sud, la leptospirose affecte au moins 1 million de personnes chaque année et coûte la vie à 60 000 d'entre elles. Pourtant, elle reste méconnue du public, mal prise en charge par les soignants, peu étudiée et sous-évaluée par les autorités sanitaires. Elle ne figure d'ailleurs pas dans la liste des maladies tropicales négligées. Son écologie évolue à la faveur de l'urbanisation et elle pourrait progresser encore avec le changement climatique. Les scientifiques de l'IRD et des organismes partenaires explorent divers aspects de cette maladie émergente et négligée.

Négligée mais émergente

Diagnostic clinique ambigu, caractérisation bactériologique délicate, transmission liée à des conditions de vie précaires, la leptospirose a tout pour être une maladie mal connue et négligée... De fait, cette affection des populations les plus marginalisées mobilise peu la communauté scientifique et moins encore les investissements pharmaceutiques, malgré des conditions favorables à son émergence à grande échelle... « *Provoquée par une bactérie de la famille des spirochètes¹, elle présente des symptômes comparables - et souvent assimilés - à ceux d'autres pathologies très répandues dans les régions concernées comme le paludisme, la dengue ou le chikungunya*, explique le microbiologiste Mathieu Picardeau, spécialiste du sujet à l'Institut Pasteur. *De même, le nombre élevé des sérovars² et la*

particularité du cycle d'infection dans l'organisme rendent le diagnostic et la vaccination assez complexes ». Cette zoonose³ a en effet pour réservoir toutes sortes d'animaux domestiques, commensaux et sauvages⁴. A chacun correspond une forme de la bactérie leptospire, ou sérovar, soit près de 300 différentes, dont les deux tiers sont pathogènes pour l'homme. Le dépistage et l'éventuelle mise au point d'un vaccin universel doivent intégrer cette grande diversité de leptospires. Pour compliquer l'équation du dépistage, l'agent pathogène est détectable dans le sang pendant quelques jours seulement après l'apparition des symptômes et les anticorps ponctuellement aussi. La fenêtre de détection bactériologique et sérologique est étroite, il n'existe pas de méthode infaillible et les prélèvements doivent être envoyés à un centre de référence... Ce faisant, la

maladie passe tragiquement inaperçue dans de nombreux cas, alors que prise à temps elle se soigne bien avec une antibiothérapie courante.

« *Aujourd'hui, les conditions climatiques et anthropiques sont réunies pour porter l'émergence de la leptospirose au-delà de son milieu et de sa dynamique habituels* », estime le scientifique. Le cycle naturel de la transmission implique l'infection par le contact avec l'urine d'animaux porteurs ou malades – souvent dans de l'eau souillée. Une des formes les plus répandues et les plus graves pour l'homme, celle liée au sérovar spécifique aux rats, affectait jusque récemment les populations rurales, notamment les travailleurs agricoles en contact avec les rongeurs dans les rizières, les champs ou les greniers à céréales. Mais l'urbanisation est passée par là, avec son cortège de



Des enfants du bidonville de Tsoundzou II intrigués par les opérations de capture.

© E. Lagadec

bidonvilles, de favelas, de faubourgs informels où la population vit en permanence avec les rats. Faute d'assainissement, les habitants de ces quartiers se retrouvent souvent les pieds dans l'eau, et les épidémies de leptospirose s'y multiplient désormais à chaque saison des pluies.

« *Le changement climatique, avec les intempéries et les inondations qui l'accompagnent, pourrait aggraver une situation déjà préoccupante pour les pays du Sud* », s'inquiète le chercheur. Il prône une approche de type One health, pour couvrir à la fois

les aspects écologique, zoologique et sanitaire de la question.

1. Comme la maladie de Lyme et la syphilis.
2. Variants de la bactérie ayant chacun des antigènes spécifiques.
3. Maladie partagée par l'homme et l'animal.
4. Chiens, bétail, rats et faune sauvage.

Contact

mathieu.picardeau@pasteur.fr
Unité Biologie des spirochètes et Centre national de référence des leptospires (centre collaborateur de l'OMS)

L'étrange tangué

L'étude des réservoirs animaux de la leptospirose et des formes de la bactérie associées à chacun, réserve parfois des surprises. Ainsi, les chercheurs ont mis le doigt sur un réservoir de leptospire inattendu sur l'île de Mayotte. « *Cette île de l'archipel des Comores connaît une des plus fortes incidences annuelles de la maladie au monde* », indique le biologiste Erwan Lagadec. Les régions insulaires et tropicales sont connues pour leur grande exposition à la leptospirose, liée notamment au confinement des espaces à l'origine d'une véritable promiscuité entre hommes et animaux réservoirs, ainsi qu'à un climat chaud et humide propice au maintien du pathogène dans l'environnement. Depuis quelques années, les scientifiques de l'UMR PIMIT¹ explorent méthodiquement la faune terrestre mammifère – domestique et sauvage – des îles du sud-ouest de l'océan Indien pour décrypter le cycle biologique de ces bactéries pathogènes dans l'environnement. « *Sans surprise, nous avons découvert que les rats jouent un rôle réservoir majeur de leptospires à Mayotte*, indique le chercheur. *Ils sont responsables de la plupart des cas de leptospirose chez l'homme* ». Les rongeurs sont considérés comme le principal réservoir de la maladie à l'échelle mondiale, du fait de leur nombre, de leur proximité avec l'homme et de leur capacité à maintenir et excréter le pathogène dans l'environnement. « *Le rôle des chiens errants, très nombreux sur l'île, à l'origine d'infections par une espèce de leptospire, doit également être pris au sérieux* », estime le spécialiste, qui dédouane par contre les chauves souris.

Le résultat le plus spectaculaire de l'étude menée à Mayotte tient à la découverte de l'implication du tangué. Ce petit mammifère, ressemblant aux hérissons des régions tempérées mais phylogénétiquement plus proche de l'éléphant, est originaire de Madagascar. Faisant partie des rares mammifères tropicaux à hiberner, il est le seul au monde à le faire sans le moindre réveil. Capturé sur la Grande Île, cet animal singulier a été introduit par les chasseurs mahorais qui sont friands de sa viande. Le tangué se révèle être le réservoir exclusif d'un leptospire pathogène récemment découvert chez l'homme à Mayotte, avant d'être élevé au rang d'espèce nouvelle sous le nom de *Leptospira mayottensis*. Les travaux de l'UMR PIMIT menés à Mayotte et à Madagascar montrent que cette nouvelle espèce de leptospire pathogène est en fait endémique de la Grande Île et a très vraisemblablement été importée avec le tangué avant d'émerger pour la première fois chez l'homme à Mayotte. « *S'il fallait illustrer les risques pour la santé liés à l'introduction d'espèces animales, l'histoire du tangué et de son leptospire pathogène pourrait servir d'exemple* » conclut Erwan Lagadec.

1. Processus Infectieux en Milieu Insulaire Tropical.

Contact

erwan.lagadec69@yahoo.fr
UMR PIMIT (IRD, CNRS, Inserm et Université de la Réunion)

Vers un hot spot ouest-africain ?



Ladji, un des quartiers de Cotonou.

© IRD / G. Dobigny

A'Afrique est une quasi *terra incognita* de la leptospirose. La maladie, très présente sur les autres continents et notamment dans les zones tropicales, y est très mal connue et sous-étudiée. Seuls 16 cas bien documentés cliniquement y ont été décrits à ce jour, dont 2 en Afrique de l'Ouest. Il existe donc très peu de données épidémiologiques sur cette pathologie difficile à diagnostiquer avec les moyens disponibles localement et les travaux scientifiques sur le sujet sont encore très rares et parcellaires. Pour autant, la situation actuelle et son éventuelle évolution alarment les spécialistes. « *Tous les sondages faits généralement au hasard chez les hommes et chez les animaux depuis quelques décennies révèlent la présence, parfois très forte, des leptospires*, indique le généticien et spécialiste des rongeurs Gauthier Dobigny. *Cela laisse à penser qu'elle est en réalité très présente et le plus souvent confondue avec les manifestations d'autres pathologies* ». Ainsi, une des rares études africaines sur l'incidence¹ de la maladie, réalisée au nord de la Tanzanie, montre un taux de 75 à 102 cas pour 100 000 habitants,

soit près de 25 fois plus qu'à l'île de la Réunion, pourtant considérée comme zone d'endémie ! De même, en Afrique de l'Ouest, la séroprévalence² est élevée, tournant autour de 20 % selon les études et les régions. Au Bénin, où l'IRD et l'École Polytechnique d'Abomey-Calavi mènent des recherches sur le sujet, elle pourrait atteindre des chiffres impressionnants. Ainsi, selon certaines études, 33 % des donneurs de sang, 54 à 66 % des employés des abattoirs et jusqu'à 75 % des patients fébriles testés porteraient des traces sérologiques de leptospires. S'agissant des animaux, réservoirs de la maladie, la situation contredit également la vision d'un continent exempt de leptospirose. « *À Cotonou, près de 13,5 % des rongeurs et musaraignes capturés lors de nos travaux sont porteurs de la bactérie*, révèle le biologiste Gualbert Houéménou. *Ce taux s'échelonne de 13 à 31 % selon les sites et les villes du pays* ». Probablement porteurs sains – contrairement à l'homme ! –, les rongeurs contaminés sont susceptibles de diffuser le pathogène dans l'environnement via leurs urines toute leur vie durant.

Ils représentent une véritable bombe sanitaire, impossible à désamorcer tant ces commensaux sont nombreux. Les habitants des quartiers populaires de la capitale économique béninoise déplorent leur omniprésence jusque dans les maisons. « *Faute de données suffisamment précises et actualisées, la leptospirose n'est pas encore caractérisée en Afrique de l'Ouest*, reconnaît Gauthier Dobigny. *Mais la zone côtière s'étendant en vaste conurbation de Conakry à Lagos, sur-urbanisée, humide, régulièrement inondée et dépourvue d'infrastructures sanitaires suffisantes, pourrait bien devenir un funeste hot spot de la leptospirose, si elle ne l'est pas déjà* ».

1. Nombre de cas dans la population sur une période donnée.
2. Proportion d'une population positive aux tests sérologiques.

Contact

bgauthier.dobigny@ird.fr
UMR CBGP (IRD, Cirad, Inra et Montpellier Sup-Agro)
gualbert.houemenou@gmail.com
Laboratoire de biologie appliquée, École Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi.



Le Tangué ou Hérisson malgache, *Tenrec ecaudatus*, vecteur de la leptospirose.

Face à la salinisation des terres cultivées



Rizières irriguées dans le delta du fleuve Rouge au Vietnam

© IRD - F. Mollé

Directement et indirectement, les activités anthropiques interviennent sur le cycle naturel de l'eau et des sels. L'utilisation intensive de la ressource en eau mais aussi le changement climatique et son corollaire, la montée du niveau des mers, contribuent à augmenter la teneur en sel des sols. Des solutions pour préserver les capacités de production des pays du Sud sont à l'étude

Le côté obscur de l'irrigation

Toute médaille a son revers, et celui de l'irrigation peut s'avérer particulièrement cuisant pour les sols cultivés. « La mobilisation artificielle de la ressource en eau pour faire pousser des végétaux a changé le visage de l'agriculture, en augmentant les rendements et en étendant les terres exploitables, explique le pédologue Jean-Pierre Montoroi. La pratique est très ancienne mais elle s'est beaucoup intensifiée en un siècle. Les surfaces irriguées sont ainsi passées de 40 à 320 millions d'hectares entre 1900 et nos jours et pouvoient maintenant à plus de 40 % de la production vivrière mondiale. Surtout, cette technique est indispensable pour le développement agricole des régions arides et semi-arides, nombreuses dans les pays du Sud ». De fait, l'Afrique du Nord, les pays méditerranéens ou le Moyen-Orient, par exemple, y ont massivement recours, déployant des périmètres irrigués sur des terres jusqu'ici impossibles à mettre en culture et atteignant des productions inespérées.

Mais le système a ses limites. La principale d'entre elles est la salinisation des terres. « Le phénomène survient quand l'eau, chargée en sels, ne peut s'évacuer suffisamment vite des parcelles, laissant aux sels le temps de s'accumuler, de précipiter et de se déposer dans les sols », indique le chercheur. Le processus, accentué par l'apport en intrants agricoles riches en sels - engrais, produits phytosanitaires -, est plus marqué encore si la charge minérale de l'eau est importante ou si le drainage est défaillant. « A l'échelle mondiale, 1 à 2 % des terres irriguées sont dégradées chaque année, du fait de la salinisation ou de la sodisation », note-t-il.

En Tunisie, le problème prend des proportions importantes, à la mesure du recours à l'irrigation et des spécificités hydrogéologiques du pays. Près de 400 000 hectares y sont irrigués, mais 50 % de ces terres sont affectées par la salinisation à différents degrés. « Certains sols et les eaux sont naturellement salés, compte tenu de l'origine sédimentaire du milieu géologique. Le

quart des eaux d'irrigation contient plus de 3 g de sel par litre ! », précise Mohamed Hachicha, spécialiste de la gestion des eaux et des sols. Pour tirer parti de ces conditions pour le moins exceptionnelles, les agronomes tunisiens recommandent des cultures et des variétés adaptées à la salinité, comme les cultures fourragères, certaines cultures maraîchères, le grenadier, le palmier dattier, etc. Malgré cela, la salinité ambiante n'est pas sans conséquences sur les rendements et sur la qualité des produits obtenus. Le développement de l'irrigation par goutte à goutte, délivrant juste la quantité d'eau nécessaire à la croissance de chaque plante et aux besoins de lessivage des sels, permet aussi de limiter le fléau. « De même, l'agriculture fondée sur les exploitations familiales, plutôt que sur de vastes périmètres irrigués agro-industriels, paraît mieux répondre aux nécessités d'adaptation rapide engendrées par la salinisation des terres », conclut le scientifique tunisien.

1. Accumulation de sodium conduisant à la stérilisation de la terre.

Contacts

jean-pierre.montoroi@ird.fr
UMR IESS (IRD, CNRS, Inra, Université Pierre et Marie Curie, Université Paris Diderot et Université Paris Est Créteil Val-de-Marne)
hachicha.mohamed@iresa.agrinet.tn
Institut national de recherches en génie rural, eaux et forêt, Tunisie

La Casamance entre adaptation et diversification

La salinisation des terres n'est pas forcément une fatalité ! Des paysans de Casamance, confrontés au problème, ont développé des stratégies pour préserver leur outil de production. Ils ont aussi pris le parti de tirer profit de cette situation apparemment défavorable. Située au sud du Sénégal, cette région de mangroves vit traditionnellement de la riziculture pluviale. « L'abondance des précipitations permet en effet de maintenir un équilibre propice à cette céréale, sur des terres naturellement salées par des intrusions marines dans les nappes souterraines, explique le pédologue Jean-Pierre Montoroi. Hélas cette précaire stabilité est rompue par la sécheresse persistante dans le pays depuis plusieurs décennies ». La concentration de sel dans les sols, insuffisamment lessivés par les pluies, augmente au point d'affecter les rendements ou de compromettre la production.

Pour lutter contre cette lente et inexorable dégradation de leurs terres, des villageois casamançais ont mis en place des outils spécifiques. Côté mer et mangrove, ils ont bâti des digues pour empêcher la progression de la langue salée souterraine. Côté terre, ils ont édifié des petits barrages et des réservoirs, vers lesquels sont canalisées les eaux des pluies. La ressource ainsi précieusement thésaurisée peut être entièrement mobilisée pour créer une lame d'eau douce dans les rizières. « Grâce à ces efforts, déployés à l'échelle de la parcelle ou du village, certaines communautés sont parvenues à maintenir leur activité », indique le géographe et pédologue Lamine Fall, de l'Université de Ziguinchor. Ces infrastructures sont

néanmoins difficiles à maintenir en état, il faut sans cesse les consolider, les réparer ou les reconstruire. Face aux éléments, le combat est inégal ». Pour autant, loin de baisser les bras devant la salinisation, certains paysans ont décidé de diversifier leurs ressources, en développant et en modernisant la saliculture. Activité traditionnelle dans la région, elle complétait les revenus en fournissant du sel alimentaire aux villages qui n'en produisent pas. « Mais la technique employée jusqu'ici, consistant à chauffer de l'eau saumâtre dans des jarres pour concentrer le sel, avait un fort impact environnemental lié à la consommation de bois de chauffage », raconte le chercheur sénégalais. Grâce à la coopération engagée avec une association de sauniers français¹, les producteurs casamançais commencent à adopter des pratiques plus durables, utilisant l'énergie solaire abondante sous les tropiques. Ils ont ainsi édifié des aires destinées à l'évaporation, en utilisant des bâches pour limiter le poids des investissements. « Pour l'instant destiné au marché local, le sel casamançais pourrait trouver des débouchés plus larges dans l'ensemble de la sous-région », estime Lamine Fall. Au Sahel, les zones de l'intérieur des terres importent depuis toujours du sel, pour subvenir aux besoins élémentaires. ●

1. Association Univers-Sel.

Contacts

jean-pierre.montoroi@ird.fr
UMR IESS-Paris (IRD, CNRS, INRA, Université Pierre et Marie Curie, Université Paris Diderot et Université Paris Est Créteil Val-de-Marne)
cherif.fall@univ-zig.sn
Université Assane Seck de Ziguinchor

Les rizières du Mékong et du fleuve Rouge menacées par le sel

au Vietnam, le sel envahit le sol des rizières et rien n'indique que la situation va s'améliorer. Les deltas du Mékong et du fleuve Rouge, plaines rizicoles qui assurent une large part de la production mondiale, sont pris entre deux feux. En amont, les barrages se multiplient. Les apports en eau douce sont réduits et les régimes de crue perturbés ne permettent plus le « rinçage » des sols. En aval, le niveau de la mer monte avec le changement climatique. Selon les scénarios, il pourrait gagner de 60 cm à un mètre à l'horizon 2100, submergeant alors près de la moitié du delta du Mékong et 10 % de celui du fleuve Rouge. « Ces deux effets combinés aggravent la salinisation des terres et soulèvent des enjeux importants pour la sécurité alimentaire car les agrosystèmes de delta sont les plus productifs au monde pour le riz », explique Pascal Gantet, Professeur à l'Université de Montpellier.

Sans surprise, le riz supporte mal le sel. Enfin... pas tous les riz. Chez cette plante existent des variétés plus tolérantes. Domesticé depuis des milliers d'années, le riz compte aujourd'hui plus de 100 000 cultivars différents¹. Cette diversité génétique est un formidable réservoir de solutions. « Au sein des différentes variétés, nous criblons les formes de résistances au stress salin et avec des méthodes dites de génétique d'association repérons les secteurs de génomes qui leur correspondent² », indique le

biologiste. En l'occurrence l'une de ces régions clé de l'ADN, nommée QTL pour Quantitative Trait Loci, a été identifiée par la communauté scientifique et a mis en évidence un gène qui code pour une protéine aux propriétés étonnantes : elle transporte le sodium et permet à la plante de le piéger ! Cet ion contenu dans le sel (NaCl) est hautement toxique pour les plantes. Une des stratégies est donc de le confiner pour qu'il ne se répande pas dans tout l'organisme. « Le sodium du sol entre par les racines et s'il remonte dans les feuilles, c'est la catastrophe ! Or, le gène identifié confère la capacité de le renvoyer dans les racines pour le séquestrer dans les vacuoles, des compartiments hermétiques de la cellule végétale », explique Doan Luu, chercheur au CNRS, spécialiste en biologie cellulaire.

Ces recherches ouvrent la voie au développement de cultivars à la fois productifs et plus tolérants au sel. « Il y a actuellement un effort international pour transférer à travers un croisement ce "gène de protection" vers des variétés à fort rendement, indique le chercheur. Mais le procédé n'est pas si simple. Des mécanismes biologiques de régulation sont à l'œuvre et le gène s'exprime plus ou moins bien selon les conditions et les contraintes environnementales. C'est pourquoi, nous étudions son fonctionnement pour parvenir à la meilleure tolérance possible au sel contenu dans les sols. » ●



Plant de grenadier irrigué par goutte à goutte, Kairouan

© IRD - J.P. Montoroi

1. Cette diversité est conservée, entre autres à l'Institut international de recherche sur le riz (IRRI), une organisation internationale basée aux Philippines. 2. Des travaux notamment menés au sein du LMI Rice Functional Genomic and Plant Biotechnology, créé en 2011 et qui regroupe l'IRD, l'Institut de génétique agronomique du Vietnam, l'Académie des sciences agricoles du Vietnam, l'Université des Sciences et techniques d'Hanoi, l'Université de Montpellier et le CIRAD.

Contacts

pascal.gantet@umontpellier.fr
UMR DIADÉ (IRD / CIRAD / CNRS / Université Montpellier)
doan.luu@supagro.fr
UMR B&PMP (INRA / SupAgro / CNRS / Université Montpellier)



Ramassage manuel de croûtes de sel, Basse Casamance

© IRD - J.P. Montoroi, IRD.



Prélèvement d'une goutte de venin d'une vipère cornue.

© CNRS Photothèque / L. RONAT

Envenimations, un fléau subsaharien

Les morsures de serpents constituent un véritable problème de santé publique en Afrique subsaharienne. Elles affectent 1 million de personnes chaque année, coûtent la vie à 30 000 d'entre elles et en invalident sévèrement au moins autant, selon les enquêtes. Pathologies touchant surtout des populations rurales et pauvres, elles demeurent mal connues et mal soignées. Les scientifiques explorent la menace, en pleine évolution avec l'anthropisation du continent, la prise en charge clinique des envenimations et les problèmes entravant l'accessibilité aux traitements antivenimeux.

Venins, mode d'action et lésions

Les venins sont de redoutables armes de chasse. Ils permettent aux serpents de se nourrir en immobilisant ou en tuant leurs proies et pour certains, de les pré-digérer, leur permettant ainsi d'avaler en une seule bouchée des animaux volumineux par rapport à leur propre corps. « Les hommes n'entrent pas dans la chaîne alimentaire des serpents et les morsures sont purement défensives », explique le médecin biologiste Sébastien Larréché, spécialiste des envenimations. Pour autant, les tableaux cliniques afférents sont aussi variés que les différentes enzymes et toxines contenues dans les venins. De cette diversité émergent deux grands syndromes types, les syndromes cobraïques, principalement observés au décours d'une envenimation par les élapidés tels que les cobras, et les syndromes vipérins, souvent associés à la morsure des vipères et des crotales. Les premiers sont neurologiques, avec des toxines agissant pour entraîner une paralysie musculaire et, à terme, celle du diaphragme aboutissant à la mort par arrêt respiratoire. Les seconds s'expriment à plusieurs niveaux. Localement, dans la zone de morsure, ils provoquent une véritable digestion des tissus, avec une forte inflammation. Cette action locale est responsable de la plupart des invalidités permanentes, par amputation ou déformation irréversible du membre mordu¹. À l'échelle de l'organisme, ils peuvent entraîner, en plus des troubles importants de l'hémostase², des lésions vasculaires, favorisant ou déclenchant des saignements souvent incontrôlables. En outre, d'autres

symptômes peuvent survenir, soit par toxicité directe du venin, soit secondairement aux troubles de la coagulation par libération de petits caillots dans la circulation générale : insuffisances rénales transitoires ou chroniques, infarctus du myocarde, nécrose musculaire... « Mais en réalité, selon l'espèce de serpent voire la sous-population, les venins peuvent combiner plusieurs composantes spécifiques de l'un ou l'autre des syndromes », indique le spécialiste. Par exemple, le venin de certains cobras peut induire aussi des atteintes locales et celui de vipères des effets neurologiques.

La prise en charge des envenimations repose avant tout sur l'administration, le plus rapidement possible, d'un antivenin polyvalent, adapté aux espèces les plus dangereuses d'une région donnée. C'est le seul moyen de neutraliser le venin circulant dans l'organisme. À défaut d'antivenin – seul 1 % des patients le nécessitant y ont accès en Afrique sub-saharienne ! –, le traitement symptomatique est important, notamment à travers les moyens

de la réanimation qui permettent de suppléer les fonctions vitales défaillantes. Il faut parfois ventiler mécaniquement des patients pendant des semaines, le temps nécessaire au renouvellement physiologique des récepteurs bloqués par les neurotoxines ophidiennes. Et l'absence ou le retard de traitement coûtent la vie à 30 000 Africains³ chaque année et en laissent au moins autant gravement handicapés.

1. Dont les enfants qui jouent beaucoup dehors en Afrique et les agriculteurs sont souvent les premières victimes.
2. Mécanismes de la coagulation sanguine.
3. Selon des enquêtes auprès des ménages, car les cas enregistrés par les autorités sont trois fois moins élevés.

Contact

slarreche@hotmail.fr
Hôpital d'instruction des armées Bégin
Département de biologie médicale.



Dendroaspis jamesoni : responsable de syndrome neurotoxique.

L'évolution de la menace

Plus il y a de serpent et plus on les côtoie, plus grand est le danger d'accident... Le risque de morsure est en effet directement lié à la densité des peuplements de reptiles et aux occasions de confrontation avec l'homme. « L'Afrique de l'Ouest connaît actuellement des changements, touchant à la fois les sociétés et l'environnement, susceptibles de modifier ces deux facteurs et donc d'influer sur l'incidence des envenimations », estime l'ophiologue Christian Toudonou. La région abrite plus de 250 espèces de serpents, dont 20 % environ sont venimeuses¹, comme les différentes vipères, les mambas ou les cobras. Mais selon les lieux et les conditions environnementales, ces dernières peuvent représenter une part plus ou moins importante des peuplements reptiliens. En forêt, par exemple, 80 % des serpents sont non-venimeux, tandis qu'en savane les venimeux peuvent représenter jusqu'à 70 % des effectifs. « L'équilibre écologique propice à telle ou telle espèce dépend de sa capacité à se nourrir, à se reproduire et à échapper aux prédateurs et agresseurs, en particulier à l'homme », explique pour sa part l'herpétologiste Jean-Philippe Chippaux. Mais les perturbations engendrées par l'activité de ce dernier vont croissant. Le développement d'une agro-industrie de plantations, modifiant en profondeur le milieu naturel, et l'urbanisation galopante à l'œuvre dans toute la région bousculent la stabilité de ces équilibres. Certaines espèces ne parviennent pas à s'adapter à ces nouvelles conditions et cèdent le pas, mais d'autres – et notamment des venimeuses – y trouvent leur compte, au point de prendre une place prédominante dans certains milieux, voire de proliférer.

« La densité de certaines espèces peut atteindre des chiffres impressionnants dans certaines plantations, avec 150 à 200 individus à l'hectare, contre 10 à 25 dans le milieu naturel », indique le spécialiste. Cette concentration induit une très forte incidence des accidents, atteignant 800, 1200 voire 2000 envenimations par an pour 100 000 travailleurs des plantations, contre une centaine chez les ruraux pratiquant l'agriculture traditionnelle. Les villes elles-mêmes ne sont pas exemptes, puisque l'urbanisme subsaharien ménage des espaces non bâtis – jardins, champs *intra muros*, réserves foncières – très propices aux reptiles qui y trouvent la nourriture en abondance chez les rongeurs commensaux de l'homme. Et les envenimations restent assez nombreuses même dans les capitales, avec une incidence de l'ordre de 5 à 10 morsures par an pour 100 000 habitants enregistrées à Abidjan ou Ouagadougou. « Néanmoins, avec l'urbanisation de la société et le recul des effectifs impliqués dans l'agriculture, la population à risque est moins nombreuse. L'incidence recule et, comme dans les pays du Nord il y a plusieurs décennies, se stabilisera à un plateau où les morsures seront avant tout liées aux loisirs de plein air, des activités tout juste émergentes au Sud », conclut Jean-Philippe Chippaux.

1. La moitié d'entre elles sont considérées comme dangereuses, en fonction de critères combinant la toxicité du venin et la probabilité de rencontre.

Contacts

toudonou.christian@gmail.com
Laboratoire d'Ecologie Appliquée, Faculté des sciences agronomiques - université d'Abomey-Calavi au Bénin
jean-philippe.chippaux@ird.fr
UMR MERIT (IRD) et Université René Descartes-Paris 5)

La quadrature de l'accès aux antivenins

Complexes à concevoir, onéreux à produire, délicats à diffuser, les antivenins sont peu accessibles pour les populations d'Afrique subsaharienne les plus exposées aux morsures de serpents. « Il y a un véritable abîme entre les 500 000 envenimations annuelles sur le continent¹ et les quelques milliers de traitements effectivement délivrés », estime Fabien Taieb, médecin spécialiste de maladies infectieuses et tropicales. Les obstacles à leur disponibilité pour tous les patients sont à la fois d'ordre technique, commercial, économique, et ils s'inscrivent même parfois sur le plan symbolique. Actuellement, la fabrication des sérums polyvalents² repose sur

l'extraction d'anticorps produits par des chevaux au contact des venins à traiter. Ils sont ensuite purifiés pour être le mieux tolérés possible et, idéalement, lyophilisés afin de se conserver longtemps et de ne pas nécessiter une chaîne de froid jusque dans les régions très décentralisées où ils seront utiles. L'ensemble suppose le maintien d'un parc équin, l'acquisition de venins, des recherches sur les reptiles présents dans la zone visée par le sérum, la maîtrise de procédures longues et coûteuses, et le tout dans une certaine incertitude sur le marché potentiel et sur l'efficacité des produits, faute de données épidémiologiques. De fait, les rares sérums sont proposés par des laboratoires occidentaux, mexicain et indien³ et leur prix, de l'ordre de

100 euros par traitement, reste sans rapport avec les revenus des populations concernées⁴. « Pour autant, des solutions existent pour les financer, estime le spécialiste. Le concours de subventions publiques, comme il y en a au Cameroun, au Togo ou au Burkina Faso⁵, doit être encouragé et pérennisé. À défaut ou en complément, la mobilisation de la solidarité communautaire peut être organisée, grâce à des délais de recouvrement adaptés aux outils d'épargne traditionnels ». Au-delà de l'aspect matériel, un des enjeux majeurs conditionnant l'usage des antivenins en Afrique subsaharienne tourne autour du parcours de soins. Bien des patients ne sont pas adressés aux structures sanitaires, faute de confiance dans la disponibilité,

l'accessibilité ou l'efficacité des sérums, voire dans les compétences des personnels de santé. Souvent, les victimes d'envenimation sont orientées vers la médecine traditionnelle, dont l'action traite aussi la dimension symbolique de la morsure, vécue comme une attaque. « Pour améliorer le recours aux antivenins, il s'agit de générer un cercle vertueux en ce sens. Il faut tout à la fois favoriser l'accès aux données épidémiologiques, renforcer la qualité et la disponibilité des traitements, former les soignants à les utiliser correctement et promouvoir l'acceptabilité de la prise en charge biomédicale en associant les tradithérapeutes à la démarche de soin », résume pour sa part l'herpétologiste Jean-Philippe Chippaux.

1. Un chiffre évalué, faute d'enregistrement fiable des cas.
2. Adapté aux venins des différents serpents susceptibles d'être rencontrés dans la région.
3. Il existe aussi un producteur sud-africain qui ne diffuse ses sérums que localement.
4. Souvent inférieurs à 30 euros par ménage en milieu rural.
5. Pouvant couvrir tout ou partie du prix des sérums.

Contact

fabien.taieb@pasteur.fr
Centre de recherche translationnelle, Institut Pasteur



Expérimentation sur la croissance et l'épuration de l'eau de macrophytes flottantes, site de production de gourami géant, Indonésie.

© IRD / J. Slembrouck

L'aquaculture passe à l'heure durable

La part des productions aquacoles n'a de cesse de croître en regard de celle issue de la pêche dans l'alimentation humaine. Plusieurs équipes de recherche accompagnent des pisciculteurs pour une intensification sans nuisances sanitaires ni environnementales.

Recréer des écosystèmes d'élevage

La pratique est ancestrale, explique Jean-Michel Mortillaro. Les Mayas récoltaient déjà du poisson dans des étangs sur lesquels des radeaux flottants permettaient de faire simultanément du maraîchage. Cette association de poissons et de végétaux est aujourd'hui un objet de recherche en plein essor : l'aquaculture intégrée multitrophique. Il s'agit d'ajouter dans le milieu d'élevage d'autres espèces de poissons, de plantes et/ou de mollusques pour recréer une sorte d'écosystème. Au lieu de produire des poissons nourris uniquement avec des granulés industriels, l'ajout de plantes permet de nourrir une 2^e espèce herbivore et purifie l'eau en captant les nutriments dissous rejetés par les animaux. In fine, les productions sont donc intensifiées et diversifiées tout en réduisant la quantité d'aliments granulés distribuée et donc le coût de revient du poisson et l'impact environnemental de sa culture.

Hormis le savoir paysan, cette forme d'élevage est peu documentée dans la

littérature scientifique. C'est tout l'enjeu pour les chercheurs : établir quelles associations plante-poisson sont pertinentes, quantifier l'impact et optimiser ce recyclage de matière. Or ce type de système de production est conditionné par le lieu, le type et les pratiques d'élevage. « En Indonésie, dans la zone périurbaine de Bogor, nous travaillons sur un poisson endémique, le Gourami géant, que les pisciculteurs nourrissent traditionnellement de plantes locales, explique Jacques Slembrouck. Nous sommes en train de sélectionner des plantes flottantes pour les associer à l'élevage de ce poisson en étang. Elles permettraient de le nourrir tout en améliorant la qualité de l'eau ». L'approche scientifique consiste donc à étudier plusieurs plantes flottantes, comme les lentilles d'eau, déjà invasives dans les étangs et à caractériser leurs qualités nutritionnelles, leur croissance, leur acceptabilité par les poissons et leur potentiel d'épuration de l'eau. De façon participative avec les pisciculteurs, l'équipe compte identifier la bonne plante en 2017

pour pouvoir débiter la phase expérimentale d'élevage début 2018 et quantifier les impacts sur la qualité de l'eau, les performances du poisson et la quantité d'intrants alimentaires. L'expérience est plus avancée à Madagascar en rizipisciculture de carpes, autrement dit des carpes élevées dans des rizières. L'hypothèse est que ce poisson omnivore ne mange pas le plant de riz mais consomme plutôt ses bioagresseurs et remet en suspension, en remuant le vase, des nutriments indispensables à sa croissance. « Il nous a fallu convaincre les riziculteurs de créer des canaux refuges pour les poissons au milieu de leur parcelle en pronostiquant que le gain de croissance liée à l'activité de la carpe donnerait aux rizières un gain de productivité compensant la perte de surface cultivée », raconte Jean-Michel Mortillaro. Verdict attendu mi-2017. La co-participation des pisciculteurs locaux est essentielle pour l'appropriation et la diffusion des techniques. « L'aquaculture multitrophique intégrée peut devenir un modèle si les résultats économiques sont



Gourami géant (*Osphronemus gourami*).

améliorés », affirme Jacques Slembrouck. Même les géants norvégiens de l'élevage de saumon lui associent désormais moules ou algues pour filtrer l'eau.

Contacts

jean-michel.mortillaro@cirad.fr
jacques.slembrouck@ird.fr
UMR ISEM (IRD, Université Montpellier, CNRS)

Préserver la pisciculture paysanne

Les médiatiques élevages de saumons en Norvège donnent à la pisciculture une image de grande industrie très intensive. En réalité, en Asie, où se fait l'essentiel de la production mondiale, la plus grande partie des structures sont familiales et paysannes. Pour Olivier Mikolasek, même si la production se développe massivement, il est essentiel que ces deux systèmes de production aquacole continuent à coexister. « Le développement de la pisciculture se fait et se fera au Sud quasi exclusivement. Or dans ces pays bien plus qu'au Nord, les structures industrielles et familiales ne nourrissent pas les mêmes populations », précise le chercheur. La pisciculture intensive produit en effet des poissons nourris par des aliments industriels issus encore pour grande partie d'ingrédients du marché international (soja, farine et huiles de poissons sauvages). Le coût des poissons est donc

généralement trop élevé pour les consommateurs locaux et cette production est destinée à l'export ou aux consommateurs urbains les plus aisés. Les systèmes de pisciculture à échelle beaucoup plus familiale produisent en revanche des poissons à meilleur marché dans des bas-fonds proches de leur exploitation agricole en ne mobilisant pas ou peu de ressources exogènes et plutôt des produits voire des déchets de leurs autres cultures. L'exemple de l'Asie démontre que pisciculture industrielle et paysanne peuvent parfaitement s'articuler. La filière vietnamienne des Pangas vise l'export tandis que les structures paysannes des pays voisins répondent à la demande locale. « Structure paysanne ne veut d'ailleurs pas dire qu'il n'y a pas de marge d'intensification. La pisciculture est en train de conquérir de nouveaux espaces, même dans des pays traditionnellement plus pêcheurs comme le Laos ou le Cambodge »,

précise le spécialiste. La situation est très différente sur les deux continents où la pisciculture est en train d'émerger : l'Amérique Latine et l'Afrique. L'engouement est très fort pour les élevages industriels très intensifs en cages flottantes dans les grands barrages hydroélectriques comme au Brésil ou au Ghana. En revanche, la tradition aquacole est peu ancrée, les petites structures paysannes restent rares. « Les politiques publiques sont essentielles pour encourager l'émergence d'une pisciculture familiale intégrée dans les systèmes agricoles. Elle crée bien plus de valeur ajoutée au niveau local et a beaucoup plus de chance d'être un système de culture agro-écologique et durable », insiste Olivier Mikolasek. L'intensification actuelle de la pisciculture se heurte en effet à des problématiques environnementales, particulièrement pour la pisciculture industrielle. Certes, petite pisciculture familiale ne veut pas dire idéal écologique, car celle-ci bouleverse l'écosystème des cours d'eau. Mais le problème est encore plus criant dans la pisciculture intensive. « Les grands pisciculteurs industriels n'ont plus de marge d'intensification tant que les problèmes de pollution par les effluents de l'élevage ne seront pas limités, souligne Olivier Mikolasek. C'est tout l'enjeu actuel du développement des systèmes aquacoles multitrophiques intégrés visant à minimiser les impacts polluants ».

Contacts

olivier.mikolasek@cirad.fr
Jean-Christophe.Avarre@ird.fr
UMR ISEM (IRD, Université Montpellier, CNRS)

Raisonner l'usage des antibiotiques

L'usage des antibiotiques et l'émergence de résistances bactériennes ne sont pas des difficultés propres à l'aquaculture ou aux pays du Sud. Partout, ils vont de pair avec l'intensification des élevages qui se traduit par un recours massif et souvent inapproprié aux antibiotiques et un abandon des pratiques paysannes traditionnelles d'usage de plantes », souligne Samira Sarter. Le faible coût, la facilité d'accès et la faiblesse des systèmes de contrôle incitent à l'usage systématique des antibiotiques et les contraintes sanitaires et environnementales pèsent encore peu face à l'exigence de production intensive. Dans les pays où la pisciculture s'est rapidement industrialisée comme dans certains pays d'Asie, les usages traditionnels de plantes pour soigner les poissons ont presque totalement disparu. Ce n'est pas encore le cas en Indonésie où ces pratiques suscitent le plus grand intérêt des chercheurs. « Nous menons une démarche ethno-botanique de compréhension des usages. Nous avons interrogé près de 1000 pisciculteurs à Java pour qu'ils nous expliquent quelles plantes ils utilisent dans quelle situation », raconte Domenico Caruso. Les pisciculteurs prêtent aux plantes locales diverses vertus pour combattre les maladies et renforcer la santé des poissons mais leur connaissance des réels effets est empirique. Les chercheurs s'attachent donc à étudier la quinzaine de plantes les plus fréquemment utilisées pour apporter les réponses pragmatiques très attendues par les pisciculteurs pour optimiser leur phytothérapie : quelle plante contre quelle maladie, quel mode d'administration ou encore quelle dose ? « Chaque plante est analysée en détail, puis vient la phase expérimentale de mise en contact avec

le poisson en culture, c'est un travail très long », précise le chercheur. L'équipe débutera en 2017 un projet de la même nature sur l'île de la Réunion avec pour objectif d'identifier, d'ici 3 ans parmi la biodiversité locale, des plantes présentant une activité pharmacologique antimicrobienne, immunostimulante ou de contrôle de la reproduction chez les poissons.

« Notre intérêt pour le recours aux plantes va au-delà de l'identification de tel ou tel composé efficace contre un pathogène précis, poursuit Samira Sarter. Nous, chercheurs, sommes déjà dans l'anticipation de solutions pour l'ère post-antibiotique. » Dans ce contexte, les plantes seraient davantage utilisées en prévention comme des cocktails de composés agissant à la fois sur l'immunité des poissons, la charge microbienne de l'eau ou encore la virulence des pathogènes.

En attendant, chaque échange avec les pisciculteurs dans le cadre des études ethnobotaniques en cours est crucial car il offre également un espace de sensibilisation au mésusage des antibiotiques. « Nous essayons de faire passer le message qu'utiliser un antibiotique sans avoir vérifié quel germe est en cause et quelle est sa sensibilité au traitement est inefficace, insiste la spécialiste. Cela revient à essayer de tuer une mouche avec une torpille ».

Pour en savoir plus

Caruso et al. Journal of the World aquaculture society. 2016

Contacts

domenico.caruso@ird.fr
samira.sarter@cirad.fr
UMR ISEM (IRD, Université Montpellier, CNRS)



Canal refuge caractéristique de la rizipisciculture, Manjakandriana, province d'Antananarivo, Madagascar.

© IRD / J.M. Mortillaro

© IRD / M. Legendre

Micro-organismes, plantes et réhabilitation de sites perturbés

Une jeune entreprise, issue de la recherche en microbiologie, valorise les connaissances acquises au laboratoire sous forme d'applications environnementales utiles.

La revégétalisation sur mesure est à portée de main ! Grâce à la microbiologie, la start-up montpelliéraine Fertil'Innov Environnement propose des solutions innovantes de réhabilitation des sites fortement anthropisés. « L'idée est de tirer le meilleur parti de la biodiversité subsistant sur place, pour développer le couvert végétal sur des sols parfois très appauvris ou déséquilibrés », explique Souhir Soussou, la fondatrice de l'entreprise. Titulaire d'un doctorat en microbiologie et parasitologie, obtenu en cotutelle entre Montpellier SupAgro et l'Institut Supérieur Agronomique de Chott-Meriem en Tunisie, elle a mis son expertise au service des aménageurs et des exploitants industriels et miniers. « Lors de mes travaux de thèse, au Laboratoire des symbioses tropicales et méditerranéennes, j'ai identifié différents microorganismes capables d'aider les plantes à pousser dans des sols perturbés par l'activité minière, raconte la jeune scientifique. Grâce à une étude de marché et au soutien d'une nouvelle structure d'appui récemment mise en place au sein même de ce laboratoire (cf. encadré « Une plateforme intégrée



pour le transfert et l'innovation », j'ai pu développer mon offre de service ». Concrètement, l'intervention de Fertil'Innov Environnement se déroule en plusieurs phases. Il s'agit dans un premier temps de réaliser un diagnostic du milieu à réhabiliter. Pour cela, la parcelle cible est prospectée et échantillonnée. Des prélèvements de sol, de microfaune et de flore sont effectués. Leur analyse physique, chimique et biologique permet de faire un état des lieux précis. Puis, sur cette base, est menée une réflexion scientifique et technique poussée, pour déterminer quels sont les végétaux et les microorganismes présents les mieux adaptés pour favoriser le développement des plantes. Deux types de solutions peuvent être proposés, le semi avec bio-fertilisation ou la plantation de végétaux préalablement encouragés à développer des symbioses racinaires avec les micro-organismes. Dans le premier cas, les microsymbiotes sont cultivés en milieu stérile – pour éviter les contaminations – puis répandus sous forme liquide

ou solide en accompagnement du semi des espèces végétales retenues. Dans le second cas, les nodosités symbiotiques¹ sont développées sur les plantes en pépinières, avant la plantation. « Le choix des végétaux se porte généralement sur des légumineuses, dont les propriétés à fixer l'azote de l'air et accompagner la croissance des autres plantes sont bien connues », précise-t-elle. L'entreprise a déjà accompagné la réhabilitation de deux sites en France, une carrière de gravier en Isère et une ancienne mine de fluor dans le Tarn. L'approche proposée peut être profitablement appliquée à nombre de milieux anthropisés, friches minières et industrielles, terrains urbains ou périurbains... « Cette solution, adaptée à la singularité de chaque situation, pourrait trouver de larges débouchés dans les pays méditerranéens en général, et en Afrique du Nord en particulier », estime la jeune chef d'entreprise. L'exploitation très ancienne des ressources minières y a laissé de nombreux sites désaffectés. ●

1. Petites boursoufflures à la surface des racines, abritant des microorganismes vivant en symbiose avec la plante.

Contact

s.soussou@fertilinnov-environnement.com
Fertil'Innov Environnement

Une plateforme intégrée pour le transfert et l'innovation

La microbiologie est au centre de nombreuses avancées technologiques dans les domaines de l'environnement, de la production industrielle, de l'agriculture... Pour soutenir la valorisation de ses recherches, leur transformation en applications concrètes, le laboratoire des symbioses tropicales et méditerranéennes s'est doté d'une plateforme interne dédiée. Cette structure fonctionne autour de trois axes, l'accueil et le soutien de startups exploitant des travaux sur les microorganismes, la mise en œuvre de contrats de recherche avec des entreprises et la réalisation d'expertises et consultances

sur commande. Elle héberge d'ores-et-déjà deux jeunes pousses - dont Fertil'Innov Environnement - et décline cinq conventions de recherches avec des partenaires privés. Installée dans un local au sein même du laboratoire, la plateforme d'innovation dispose d'équipements scientifiques essentiels, fonctionne avec ses propres moyens humains et sera bientôt certifiée à la norme ISO 9001. ●

Contact

robin.duponnois@ird.fr UMR LSTM (IRD, Cirad, SupAgro Montpellier, Inra et Université de Montpellier).

Entreprise et innovation en Afrique

Quelque 250 acteurs africains de l'entrepreneuriat se sont réunis à Marseille fin 2016 pour les premières rencontres MEETAfrica¹.

Les lauréats de cette première édition vont bénéficier d'un appui tout au long du processus de création de leur entreprise.

80 jeunes talents issus de la diaspora africaine résidant en France et en Allemagne vont bénéficier d'un accompagnement à la création d'entreprise innovante dans leur pays d'origine. Ils sont les lauréats du premier appel à projet MEETAfrica, dont les résultats ont été annoncés à Marseille en octobre 2016. Organisées par l'IRD, Expertise France², Campus France³ et la GIZ⁴, ces premières rencontres MEETAfrica ont réuni plus de 250 acteurs de l'entrepreneuriat au Maghreb et en Afrique de l'Ouest et centrale. Deux jours à l'issue desquels ont été sélectionnés les porteurs de projets jugés les plus prometteurs et les plus innovants, dans les domaines de l'agro-alimentaire, des énergies renouvelables, du numérique ou encore de la santé. « Se confronter au regard du jury permet de préciser son idée d'entreprise, témoigne Sara Bouchikhi, jeune lauréate marocaine pour son projet Wasténergie de valorisation des déchets organiques. L'avis des experts apporte, rassure et

lève », affirme-t-elle. « Ces rencontres offrent aussi l'opportunité de développer son réseau, de rencontrer d'autres talents, de créer des synergies, poursuit Jawad Abouliatim, l'inventeur de gratteurs.com, une centrale de dessin numérique au service des cabinets d'architectes. Sans compter qu'être lauréat confère plus de crédit auprès des financeurs ! », souligne-t-il. Tant sur le plan du développement marketing et commercial – plan d'affaires, étude de marché, etc. – que sur celui du renforcement technologique – preuve de concept, prototype, etc. –, ces jeunes vont en effet être soutenus tout au long du processus de création d'entreprise par différents interlocuteurs. Une feuille de route qui réduit le niveau de risque pour les potentiels investisseurs. En outre, chaque lauréat bénéficiera d'une enveloppe allant jusqu'à 15 000 euros, gérée par l'IRD, Campus France ou la GIZ, pour l'aider à amorcer son projet dans son pays d'origine : Algérie, Cameroun, Mali, Maroc, Sénégal et Tunisie.

« Ces jeunes, diplômés d'universités françaises ou allemandes et hautement qualifiés, représentent un potentiel entrepreneurial précieux pour le développement de nos pays », déclare en mot de clôture Abdellah El Hamdouni, président de la Chambre de Commerce et d'Industrie du Maroc en Côte d'Ivoire. Les organisateurs appellent désormais de leurs vœux un appel à projet MEETAfrica2. ●

1. Mobilisation européenne pour l'entrepreneuriat en Afrique.
2. Agence d'expertise technique internationale de la France www.expertisefrance.fr.
3. Agence française pour la promotion de l'enseignement supérieur, l'accueil et la mobilité internationale www.campusfrance.org/fr.
4. Agence allemande de coopération internationale www.giz.de.

Contact

sarah.marniesse@ird.fr
Directrice du département Mobilisation de la Recherche et de l'innovation pour le développement



Bénin : l'innovation au rendez-vous

Une initiative originale de l'IRD au Bénin s'attache à développer les liens entre scientifiques et entreprises, pour faire émerger une dynamique de l'innovation.

Au Bénin, chercheurs et entrepreneurs apprennent à se connaître. Sous l'égide de l'IRD, les uns ont quittés leurs labos, les autres leurs bureaux, pour venir échanger le temps d'un séminaire sur l'innovation¹. « Les scientifiques sont pleins de bonnes idées, d'inventions potentielles, de produits en germe, mais ils ne connaissent pas les interlocuteurs susceptibles de les transformer en réalité concrète, de les sortir de leur carton pour les mettre un jour sur le marché », explique Jean-Philippe Chippaux, représentant de l'IRD dans le pays et organisateur de la rencontre. Le premier objectif de cette manifestation était de faire l'état des lieux de la recherche béninoise, d'inventorier les capacités créatives tapies au fond des universités et des organismes de recherche. Pour cela, les scientifiques ont été invités à présenter leurs travaux, leurs domaines de compétence et leurs projets innovants, devant des acteurs de l'économie, des collectivités locales et des ONG. Pour rapprocher les intervenants de leur public, les échanges ont pris la forme de tables rondes thématiques, réunissant les invités par domaine d'activité : BTP, agriculture, moyens de communication, environnement, énergie, transports, tourisme, artisanat, éducation... « Les participants à chacun de ces débats,

industriels comme scientifiques, ont pu exposer le contenu de leur offre et celui de leur demande », indique le chercheur. Au-delà de rapprochements entre futurs partenaires issus de la recherche, de l'entreprise, du monde associatif ou des collectivités - dont l'initiative et la formalisation restent du ressort des intéressés -, une base de données a été créée pour recenser les besoins de tous mais aussi les ressources disponibles. Celle-ci tient à la fois de l'annuaire, répertoriant les compétences et les coordonnées de chaque équipe et de chaque entreprise, et du catalogue mentionnant les projets. Cet outil sera prochainement mis à la disposition des acteurs de l'innovation au Bénin par le Ministère béninois de la Recherche. Dans ce domaine, l'IRD devrait désormais jouer un rôle de facilitateur, en pilotant l'organisation d'ateliers thématiques élargis à plus de protagonistes encore. L'un d'entre eux, consacré à la géomatique, est programmé du 27 février au 4 mars 2017. ●

1. 1^{er} forum Science et entreprise pour l'innovation et le développement, Cotonou, 12-14 novembre 2016.

Contact

jean-philippe.chippaux@ird.fr

Génomique et enjeux de la riziculture du futur



Plantation du riz, Inde.

© IRD / J. Riotte

La communauté scientifique internationale se mobilise pour soutenir et développer la production de riz, un aliment essentiel pour une bonne part de l'humanité. L'amélioration variétale se joue désormais dans le champ de la génomique fonctionnelle.

Croissance démographique dans les pays grands consommateurs, impact du changement climatique sur les ressources agricoles, réduction inexorable des surfaces cultivées, la pression sur le riz est forte. « Pour répondre à ces défis contemporains, la production mondiale doit doubler dans les trente prochaines années », explique le généticien Alain Ghesquière, à l'occasion du 14^e symposium sur la génomique fonctionnelle du riz¹. Ces rencontres scientifiques, réunissant les organisations internationales de recherche et développement dans le domaine agronomique, sont centrées sur cette perspective. Dans les dernières décennies, l'amélioration de cette céréale – la plus consommée au monde – a surtout reposé sur la création de variétés très productives, adaptées à des agrosystèmes saturés en intrants. À l'heure où l'eau se fait plus rare, où les grands deltas rizicoles sont soumis à la salinisation des sols, où la pollution de l'environnement devient

problématique, l'équation doit être réexaminée. Il s'agit désormais d'obtenir des variétés adaptées à des conditions d'exploitation plus respectueuses de l'environnement et répondant à de nouvelles exigences de consommation. « Nous devons développer des protocoles de sélection de précision, permettant de combiner des caractères favorables, puisés dans les formidables ressources génétiques de cette espèce », indique le spécialiste. Pour ce faire, le séquençage complet de son génome a été accompli dès 2005 et la fonction de nombreux gènes a été précisée depuis. Ces travaux sur les quelques 40 000 gènes du riz se poursuivent depuis 20 ans. Ils ont permis des avancées considérables en génomique fonctionnelle avec des retombées pour l'amélioration variétale. Les gènes intervenant dans le développement et l'architecture de la plante, l'adaptation à la sécheresse et la résistance aux maladies par exemple, ont été identifiés². Les recherches se concentrent sur l'analyse

et l'exploitation de la séquence de 3 000 variétés de riz, pour y débusquer des gènes et allèles utiles aux céréales du futur. De nouvelles technologies de mutagenèse ciblée, en pleine émergence, ouvrent des perspectives considérables pour l'analyse fonctionnelle des gènes et l'accélération de l'amélioration variétale. La communauté scientifique de l'IRD et du CIRAD à Montpellier est au cœur de ces nouveaux enjeux scientifiques. Elle prend part à des partenariats internationaux pour contribuer à la sécurité alimentaire et préserver l'utilisation des ressources des pays en développement. ●

1. 26-28 septembre 2016, Montpellier.
2. Biofutur 380 - Octobre 2016.

Contact

alain.ghesquiere@ird.fr
UMR DIADE (IRD et Université de Montpellier)



De la plante au phytobiome

L'heure est au changement d'échelle dans la recherche sur les végétaux et sur l'augmentation des rendements agricoles. L'amélioration variétale et la multiplication des intrants ne suffiront bientôt plus à nourrir l'humanité, dont les besoins croissent encore – les gains de rendement plafonnant à 1 % annuel environ. L'enjeu est désormais de raisonner en termes d'ensemble, en associant à l'étude des plantes cultivées celle du sol, de son cortège de champignons et de bactéries, de la micro et macrofaune associée, mais aussi des pratiques agricoles utilisées et même des ressources hydro-climatiques... L'avenir pourrait être, par exemple, de favoriser une ou plusieurs bactéries du sol pour protéger les cultures contre certains pathogènes. Cette approche intégrée, envisageant

les questions au niveau phytobiome et non plus de la seule plante, mobilise de nombreuses disciplines scientifiques. Une alliance d'organismes de recherche, d'universités et d'acteurs privés s'est constituée Outre-Atlantique en ce sens. Les scientifiques européens pourraient bientôt la rejoindre, et les experts de l'IRD travaillent à ce rapprochement. Signe de l'émergence du concept de phytobiome, des sessions et des ateliers lui sont consacrés lors de nombreuses rencontres scientifiques, et comme ce fut le cas durant le 14^e symposium sur la génomique fonctionnelle du riz. ●

Contact

valerie.verdier@ird.fr
UMR IPME (IRD, Cirad et Université de Montpellier)

Côte d'Ivoire

Dialogue sur la santé et la recherche

Chercheurs, spécialistes de la santé et des sciences sociales, soignants et décideurs réunis à Abidjan, témoignent du dynamisme de la communauté scientifique francophone autour des questions sanitaires.

Ces derniers temps, il est beaucoup question de santé au bord de la lagune Ebrié. Abidjan, la capitale économique de la Côte d'Ivoire, a ainsi accueilli trois rencontres scientifiques en quelques semaines, respectivement consacrées au bilan de la recherche en sciences sociales sur le VIH, aux recherches dédiées à cette maladie dans le cadre du programme PAC-CI¹ et à la francophonie dans la santé mondiale. « Après 25 ans de travail en sciences sociales sur l'épidémie de sida en Afrique francophone, de nombreuses voies ont été explorées, estime Alice Desclaux, anthropologue et médecin. Les conditions du dépistage, la prise en charge des patients séropositifs, l'intégration des associations de malades dans le dispositif de prévention et de soin, entre autres sujets, ont bénéficié des éclairages des sciences sociales de la santé. Mais de nouvelles questions se posent ». En effet, le contexte épidémiologique dans la région est bien différent de celui rencontré en Afrique Orientale et australe, où sont pensées les stratégies de santé publique des grandes organisations sanitaires. Aussi faut-il développer des réponses adaptées à cette spécificité locale. Dix pays de l'est et du sud du continent concentrent en effet le gros de l'épidémie, avec de très forts taux de prévalence, allant jusqu'à 30 % de la population adulte. En Afrique de l'ouest et centrale, ils sont compris entre 1 et 3 % dans la population générale et n'atteignent de tels sommets que dans les groupes vulnérables (homosexuels masculins, travailleurs du sexe et usagers de drogue). « Il faut donc étudier des approches propres à cette situation épidémiologique et au contexte culturel »,

explique pour sa part le démographe Joseph Lamarange. Coorganisateur du colloque de décembre², il se félicite de la mobilisation à cette occasion d'un grand nombre de chercheurs de la région, habituellement peu coutumiers des réunions internationales sur le VIH. Plusieurs chantiers s'ouvrent à la communauté scientifique francophone en la matière, autour de l'autotest du sida et des traitements antirétroviraux prophylactiques, à destination des groupes à risque. « Idéalement, il faudrait s'acheminer vers une offre de soins orientée par les besoins et non plus par les pathologies, mais aussi vers une prise en compte des hépatites, qui sont une véritable épidémie négligée à côté de celle de sida », remarque le spécialiste. La recherche biomédicale sur le VIH en Côte d'Ivoire embrasse elle aussi de nouvelles dimensions. « Le site ivoirien de l'ANRS, connu sous le nom de PAC-CI depuis 1996, devient un institut de recherche ivoirien à part entière », explique le médecin et épidémiologiste de l'IRD Philippe Msellati, à l'occasion des récentes journées scientifiques³ du centre. Après plus de 20 ans d'existence, la structure dispose d'une solide équipe de plus de 80 chercheurs, dont un bon nombre a été formé *in situ*. Elle a même fait preuve de ses qualités scientifiques lors de la récente épidémie d'Ebola en Guinée voisine, en menant le seul essai thérapeutique jamais réalisé complètement contre cette maladie. La nouvelle entité, nommée CERMIPA⁴, affiche des projets sur la tuberculose et sur les hépatites. Elle a entrepris aussi un essai vaccinal sur Ebola.

Enfin, scientifiques, décideurs et associatifs ont partagé une journée de réflexion sur l'influence des valeurs de la francophonie dans le domaine sanitaire et scientifique⁵. « Dans le sillage d'un récent numéro spécial du Lancet, consacré au système de santé français⁶, les spécialistes ont débattu des modalités d'un accès universel à la santé en Afrique, de la place et du rôle des francophones dans les instances sanitaires multilatérales et dans le monde de la recherche », conclut Philippe Msellati. ●

1. Ancien programme de coopération en Côte d'Ivoire de l'ANRS, devenu antenne locale de l'agence française.
2. « Sciences sociales et VIH/sida en Afrique subsaharienne », 12-13 et 14 décembre 2016.
3. Journées scientifiques du Programme PACCI / site ANRS de Côte d'Ivoire, 17-18 janvier 2017.
4. Pour Centre de recherche en maladies infectieuses et pathologies associées.
5. « Santé mondiale, Recherche et Afrique francophone », 19 janvier 2017.
6. France: nationandworld. TheLancet, May 2016.

Contacts

joseph.lamarange@ird.fr
UMR Ceped (IRD et Université Descartes – Paris 5)
alice.desclaux@ird.fr
philippe.msellati@ird.fr
UMI TransVIHMI (IRD, Universités Cheikh Anta Diop de Dakar, Yaoundé 1, Montpellier et Inserm)



L'eau, objet de travail commun

À l'occasion de « The Future of Water », scientifiques de l'IRD et acteurs de terrain ont partagé à Bondy leurs expériences autour de l'eau. Un événement ayant pour ambition de créer des partenariats sur le long terme.

Favoriser le partage d'informations scientifiques et techniques, tel est le crédo du programme « The Future of Water » imaginé par l'IRD et SoScience, start-up créée en 2013 visant à promouvoir la recherche et l'innovation responsable. Dans le cadre du Campus de l'Innovation pour la Planète¹, cette édition consacrée à l'eau, « The Future of Water », s'est tenue en décembre dernier à Bondy. Entrepreneurs sociaux, ONG et acteurs du développement ont présenté à des scientifiques de l'IRD leurs approches et innovations concernant la qualité de la ressource en eau, sa mesure et ses traitements. « Nous avons rencontré ces entrepreneurs afin de partager nos expériences et d'évoquer de possibles améliorations de ces projets, raconte l'hydrologue Guillaume Favreau. Cette journée se fonde sur un format original et inédit ouvrant des pistes de valorisation de la recherche. Résultats scientifiques et pratique sur le terrain pourraient être davantage coordonnés ». Les participants de cette journée ont noué de ce fait de nombreux contacts. « J'ai apprécié le travail d'une jeune entreprise qui analyse à la fois des informations en provenance de stations de mesures, des données issues de l'OpenData et des services de météorologie, poursuit le chercheur. Cette vision globale de la ressource en eau permet de gérer les risques et d'anticiper l'impact des changements climatiques. Ces informations pourraient être utiles,

notamment en Afrique subsaharienne, où s'effectue l'essentiel de mes travaux de recherche en partenariat. Nous pourrions notamment apporter à l'entreprise des connaissances sur la vulnérabilité des aquifères de cette région ». Une mise en commun des savoirs qui améliorerait la gestion des forages généralement peu contrôlés après leur pose. Au-delà d'un simple événement, l'ambition de « The Future of Water » est d'ancrer ces partenariats sur le long terme. « Nous suivons les participants pour déterminer si des projets ont été lancés, explique Mélanie Marcel, présidente de SoScience. Nous accompagnons également pendant plusieurs mois les partenariats qui se mettent en place par la suite ». Après une édition dédiée à l'eau, les prochains « The Future of Water » seront consacrés en 2017 à la gestion des sols et à la santé. ●

1. Le « Campus de l'innovation pour la planète », ancré à Bondy et lancé le 29 juin 2016, vise à renforcer la contribution de la recherche pour le développement à l'innovation responsable.

Contacts

guillaume.favreau@ird.fr
UMR IGE (CNRS, Grenoble INP, IRD, Université Grenoble Alpes)
melanie.marcel@sosscience.org



Rives du lac Tchad, Niger

© IRD / H. Kiari Fougou

Eaux souterraines et variabilité du Lac Tchad

Les scientifiques explorent l'aquifère associé au Lac Tchad. Cette ressource en eau douce est essentielle pour les populations de la région. Ces travaux montrent qu'elle est moins sensible au changement climatique que les eaux de surface.

Les riverains du Lac Tchad demanderont-ils un jour d'eau ? Ce vaste plan d'eau situé au centre de l'Afrique n'est pas voué à disparaître comme l'ont montré les récents travaux des scientifiques de l'IRD et de leurs partenaires¹. Les variations spectaculaires qu'il a connues ces dernières décennies témoignent néanmoins de la fragilité de cet éco-hydrosystème, directement impacté par le changement climatique. Mais qu'en est-il de la ressource souterraine afférente ? Elle contribue à l'alimentation de 13 millions de personnes² et pourrait être sensible à la variabilité climatique et à l'accroissement de la pression anthropique à l'œuvre dans la région. « Les autorités³ ont mandaté nos experts pour mieux connaître le fonctionnement de l'aquifère, indique la paléoclimatologue Florence Sylvestre, coordonnatrice de ces recherches, à l'occasion d'un récent séminaire de restitution⁴. La question est

de connaître l'impact de la variabilité des eaux de surface sur les ressources souterraines ». À terme, les connaissances acquises devraient permettre de gérer au mieux les nappes phréatiques et leur exploitation⁵. Véritable mer intérieure au cœur de la bande sahéenne, le Lac Tchad est au centre d'un des plus grands systèmes endoréiques au monde. Il ne possède aucun exutoire vers la mer et il reçoit toutes les eaux d'un très vaste bassin, s'étendant sur une superficie de plus de 2 millions de km². Malgré ces caractéristiques hydro-géographiques particulières et malgré l'aridité de la région impliquant une très forte évaporation, ses eaux sont étonnamment douces. « Cette spécificité tient pour une large part à l'infiltration vers l'aquifère. Elle draine les sels et limite leur concentration dans les eaux du lac à la faveur d'une intense évaporation », explique l'hydrogéologue et géochimiste

Camille Bouchez qui a mené au cours de sa thèse des recherches sur la dynamique des échanges entre eaux de surface et eaux souterraines⁶. Elle a d'ailleurs reçu en 2016 le prix Louis Gentils-Jacques Bourcart de l'Académie des Sciences pour ses travaux. Pour évaluer les transferts vers l'aquifère, les scientifiques se sont livrés à des bilans de masse. « Nous connaissons le volume d'approvisionnement du lac, lié à deux rivières et aux précipitations sur le lac. Nous avons cherché à quantifier chacun des flux sortants qui, faute de débouché océanique, sont l'évaporation à la surface du plan d'eau, la transpiration – la dissipation via les végétaux – et l'infiltration vers les nappes souterraines », explique la chercheuse. Grâce à des analyses géochimiques et isotopiques, les scientifiques sont parvenus à préciser ces flux, cuvette par cuvette⁷. Sans surprise, l'évaporation est le plus important d'entre eux.

Mais la transpiration, jamais quantifiée jusqu'ici, s'avère importante, atteignant près de 40 % dans la région particulière des archipels. Enfin, l'infiltration reste minoritaire bien que suffisante pour assurer la régulation chimique du lac. « Nos études mettent en évidence une recharge actuelle dans une grande partie de l'aquifère, soulignant le caractère renouvelable de cette ressource. Dans un contexte de vulnérabilité des eaux de surface, les eaux souterraines pourraient donc permettre de faire face à la forte demande », conclut la scientifique. ●

à la stratégie de développement durable du Lac Tchad », N'Djamena, 5 novembre 2016.
5. Ces résultats, ainsi qu'une base de données, ont été livrés aux autorités de la CBLT à l'occasion d'une cérémonie de restitution.
6. Bouchez, C., 2016. Hydrological, chemical and isotopic budgets of Lake Chad: a quantitative assessment of evaporation, transpiration and infiltration fluxes. *Hydrology and Earth System Sciences*, 20.
7. Le lac en possède trois, possédant des caractéristiques hydrologiques variées.

Contacts

florence.sylvestre@ird.fr
bouchezcamille@gmail.com
Pierre.deschamps@ird.fr
UMR CEREGE (IRD, Aix-Marseille Université, CNRS, Collège de France et Inra)
Guillaume.Favreau@ird.fr
UMR IGE (CNRS, Grenoble INP, IRD, Université Grenoble Alpes)

1. Expertise collégiale, 2014.
2. En fait, 2 millions de personnes vivent de leur activité économique sur le lac, 13 millions en boivent l'eau, et 47 millions bénéficient de l'économie induite par le lac.
3. La Commission du bassin du Lac Tchad (CBLT).
4. Des résultats scientifiques de la composante 2 du projet CBLT/FFEM/AFE « préservation du Lac Tchad : contribution

Win : compétences contre résistances

Le réseau WIN (Worldwide Insecticide Resistance Network) a tenu en décembre au Brésil son premier atelier international. Une occasion précieuse pour permettre aux experts d'échanger directement avec les décideurs et industriels.

Après la dengue et le chikungunya, l'épidémie de Zika a remis les arboviroses sous les feux médiatiques, démontrant l'importance de lutter plus efficacement contre leurs moustiques vecteurs, principalement *Aedes Albopictus* et *Aedes Aegypti*. Réunis à Rio de Janeiro en décembre, lors d'un atelier¹ rassemblant plus de 30 nationalités, les experts du réseau WIN² alertent sur le nombre croissant, chez ces deux insectes vecteurs, de résistances aux familles d'insecticides les plus utilisées dans le monde : les pyréthrinoides et les organophosphorés. Des données de cartographie réalisée par l'Université d'Oxford, membre du réseau, montrent que les régions où les résistances sont les plus fréquentes sont l'Amérique Latine, les Caraïbes et l'Asie du Sud-Est. « C'est particulièrement préoccupant, souligne Vincent Corbel, le coordinateur du réseau, car ce sont des zones où les épidémies d'arboviroses sont en recrudescence, comme la dengue en Thaïlande ou le Zika au Brésil ». Les vecteurs d'arboviroses sont aussi actifs dans d'autres régions à risque où les données sur la résistance font cruellement défaut. « En Afrique, les vecteurs d'arboviroses, pourtant bien présents, passent souvent au second plan des études entomologiques face aux moustiques *Anophèles* vecteurs du paludisme », regrette Jean-Philippe David, co-responsable du réseau. Face à cette menace, les insecticides alternatifs manquent cruellement. Les industriels sont généralement découragés par le temps et l'investissement nécessaire pour mettre au point une

nouvelle molécule. « Lors du workshop à Rio, nous n'avons eu qu'une seule présentation d'un industriel qui vient de faire une nouvelle association entre un pyréthrinoides et une nouvelle molécule appartenant à la famille des buténolides jusqu'ici jamais testée en santé publique. Les premiers essais de terrain ont montré un gain d'efficacité sur des vecteurs résistants aux pyréthrinoides », témoigne Vincent Corbel. La recherche d'alternatives aux insecticides est plus foisonnante. Plusieurs stratégies de lutte biologique et/ou génétique sont à l'étude (comme par exemple le lâcher de moustiques transgéniques stériles ou encore le lâcher de mâles infectés par la bactérie *Wolbachia* pour éliminer les populations de vecteurs). L'OMS se refuse pour le moment à recommander le déploiement de ces méthodes alternatives à grande échelle, faute de données épidémiologiques suffisantes. « C'est une autre difficulté identifiée lors de cet atelier ; les bailleurs de fonds sont rares pour les études d'évaluation, or ce sont ces données qui manquent

aux décideurs », affirme Vincent Corbel. La future mission du réseau est donc de mobiliser ses états-membres pour qu'ils investissent davantage dans la lutte contre les vecteurs d'arboviroses, notamment par un soutien aux activités de recherche et formation. Les 15 états-membres fondateurs ont déjà été rejoints par les Etats-Unis et 3 autres pays devraient faire de même en 2017. ●

1 L'atelier, organisé grâce au soutien opérationnel de la Fondation Oswaldo Cruz, a réuni plus de 150 participants à Rio et plus de 70 000 accès à distance ont été enregistrés grâce à la diffusion en ligne des conférences et débats.
2. L'IRD et le CNRS sont les deux membres fondateurs du réseau WIN en 2016.

Pour en savoir plus
<https://win-network.ird.fr/>
Corbel et al. *Plos Neglected Tropical Diseases*, 2016.

Contacts
vincent.corbel@ird.fr
claire.durot@ird.fr
UMR MIVEGEC



© IRD / J.N. Rahola

Les zones humides revisitées en HD



Fleuve Barakar, Inde

© Wikipedia / A. Sadi

Une nouvelle méthode de traitement de l'information permet de suivre l'évolution des zones humides, à une résolution jamais atteinte jusqu'ici.

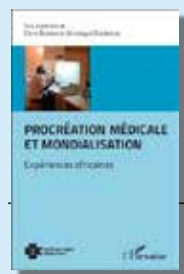
Le zoom numérique n'a plus de secret pour les amateurs de selfies. Sur le même principe technique, les spécialistes d'hydrologie spatiale ont fait un pas décisif. « Nous sommes parvenus à améliorer la qualité des images satellites des zones humides acquises depuis des années, pour obtenir une cartographie globale haute résolution¹ », explique Fabrice Papa. Permanentes ou temporaires, ces zones ne représentent pas plus de 5 % des terres émergées. Mais elles jouent un rôle environnemental important, à l'échelle locale comme globale, et sont régulièrement suivies par télédétection depuis plusieurs décennies. « Issues de nombreuses observations satellitaires, de différents instruments et de différentes fréquences du rayonnement magnétique, les images acquises ont une résolution spatiale de 25 km, explique le chercheur. Notre nouvelle méthode, basée sur des algorithmes "big data" et des observations topographiques et hydrographiques, a permis de les affiner jusqu'à 90 mètres ». Le résultat de ce travail est une base de données de l'évolution mensuelle des zones humides et inondées du monde entier², s'étendant pour l'instant sur la période 1993 à 2007. Concrètement, ce changement radical d'échelle autorise des approches beaucoup plus fines de l'hydrologie. Les scientifiques peuvent désormais analyser les phénomènes au niveau régional, voire à celui du bassin et proposer des solutions

en termes de gestion de la ressource et d'aménagement. C'est un progrès considérable, notamment pour des régions du Sud soumises à une très forte pression sur la disponibilité en eau. Ainsi, en Inde, les scientifiques du CEFIRSE³ s'appuient d'ores et déjà sur ce nouvel outil pour étudier les systèmes d'inondations dans le bassin du Gange-Brahmapoutre. Au-delà, l'expertise acquise pour l'exploitation et la gestion d'énormes quantités de données spatiales diverses permet à cette équipe de prendre part au projet SWOT du CNES et de la NASA. Celui-ci aboutira au lancement d'un satellite d'observation hydrologique à haute résolution à l'horizon 2021. ●

1 Aires F et al. Global dynamic and long-term inundation extent dataset at high spatial resolution derived through downscaling of satellite observations, *J. Hydrometeor.* 2017.
2. GIEMS-D3.
3. Cellule Franco-Indienne de Recherche en Sciences de l'Eau.

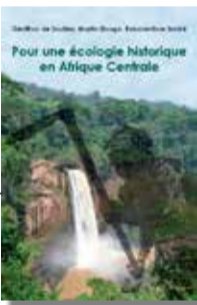
Contacts

fabrice.papa@ird.fr
UMR LEGOS (IRD, CNES, CNRS et Université Paul Sabatier – Toulouse 3)
filipe.aires@obspm.fr
UMR LERMA (CNRS, Observatoire de Paris, ENS, UPMC, UCP)



Procréation médicale et mondialisation. Expériences africaines
Sous la direction de Doris Bonnet et Véronique Duchesne
L'Harmattan
26 euros

Introduites en Afrique subsaharienne à partir des années 1980-1990, les technologies de la reproduction y sont encore largement méconnues. Leur émergence est intervenue dans un contexte sanitaire où l'offre de soins en santé de la reproduction est largement insuffisante. Face à la stigmatisation sociale et aux pressions familiales (risques de répudiation, divorce, polygamie), des couples inféconds se tournent, souvent à l'insu de la famille et de l'entourage, vers la fécondation in vitro au sein des cliniques privées de métropoles africaines. D'autres décident de partir à l'étranger, vers un pays voisin ou sur un autre continent, sur recommandation médicale ou par souci de confidentialité. Dans ce contexte, l'assistance médicale à la procréation reste porteuse de profondes inégalités, puisque uniquement accessible aux classes moyennes. Mais il n'est pas rare que des couples peu fortunés en viennent à vendre des biens et à recourir à des prêts pour le paiement d'une fécondation in vitro. La procréation médicale est une nouvelle façon de faire des enfants et donc de faire des parents. Elle révèle l'émergence de l'idée d'un enfant du couple et non plus seulement d'un enfant du lignage. Certes, elle répond à des objectifs thérapeutiques, mais elle est aussi emblématique d'un contexte africain urbain contemporain où mariage, sexualité, engendrement et parentalité peuvent être dissociés.



Pour une écologie historique en Afrique Centrale
Sous la direction de Geoffroy de Saulieu, Martin Elouga et Bonaventure Sonké
IRD Editions / AUF

Dans les années 1980, des anthropologues et des géographes d'Amazonie ont critiqué les vues simplistes que la science posait sur l'histoire des grands massifs forestiers des régions intertropicales. Très vite, ils furent rejoints par des écologues, des botanistes et des archéologues. Ils ont démontré qu'une partie de la forêt amazonienne, auparavant considérée comme totalement sauvage, portait la marque de modifications anthropiques anciennes. L'écologie historique était née. En revanche, l'Afrique Centrale est restée à l'écart de ce changement de perspective. Cette démarche n'a été que timidement menée dans cette région, qui abrite pourtant le deuxième massif forestier du globe. Serait-ce en raison d'archaïques cloisonnements disciplinaires toujours tenaces ? L'archéologie et l'anthropologie apparaissent en tout cas aujourd'hui comme les moteurs de l'interdisciplinarité et de l'écologie historique. Cet ouvrage collectif est plus particulièrement destiné aux étudiants et aux jeunes chercheurs d'Afrique Centrale. Il n'est pas un « livre de plus », mais le point de départ de nouvelles dynamiques scientifiques et de fructueuses collaborations. L'Afrique Centrale a tellement de choses à nous apprendre...



Alerte aux moustiques ?
De Frédéric Simard, Laurence Farraudière et André Yébakima
IRD Éditions/Scitep-éditions
13,5 euros

Les moustiques sont souvent plus nuisants que dangereux, mais ils peuvent véhiculer des maladies mortelles : ces petits vampires domestiques sont responsables chaque année de près d'un million de décès dans le monde. Le moustique moderne, citadin et voyageur, parcourt le monde à vitesse de la voiture, du train et de l'avion, suivi de son cortège d'épidémies potentielles. Le moustique tigre s'invite régulièrement à la une de l'actualité en compagnie du zika et du chikungunya. La meilleure façon de s'en protéger reste une prévention attentive, d'autant plus efficace que l'on sera conscient des gestes simples à accomplir au quotidien. Saviez-vous par exemple qu'il faut changer l'eau des fleurs tous les trois jours ? Toujours fermer l'abattant des toilettes ? Que les œufs de moustique résistent au froid, à la sécheresse et aux insecticides ? Notre bien-être et notre santé dépendent de choses aussi anodines que ces détails !



Autrepart numéro 76. Quand les Sud investissent dans les Sud.
Sous la direction de Géraud Magrin, Évelyne Mesclier et Alain Piveteau
IRD / Presses de Sciences po
25 euros

L'essor des relations d'investissement Sud-Sud constitue un fait structurel majeur, porteur de singularités en terme de pratiques et de stratégies d'acteurs, de transformation des espaces d'accueil, de transferts technologiques et de normes ou de convergence avec le processus de régionalisation. Dans des domaines aussi différents que l'industrie, l'agriculture, l'extraction des ressources minérales, le commerce, les infrastructures publiques et les communications, ce numéro d'Autrepart étudie des cas d'investissement Sud-Sud en provenance de grands pays émergents (Chine, Inde, Brésil, Afrique du Sud) et d'autres, moins visibles sur la scène économique internationale, comme Maurice, l'Égypte et les États du Golfe. Au-delà des effets d'horizontalité liés à la proximité géographique et/ou organisationnelle entre les pays, il montre que la relation d'investissement Sud-Sud peut renforcer les pôles émergents, contribuer à l'intégration de certaines marges territoriales et atténuer la vulnérabilité des économies récipiendaires. Et si ces dynamiques favorisent parfois les innovations fondées sur la frugalité, elles portent aussi les contradictions internes des capitalismes émergents.



Préhistoires de l'écriture
Sous la direction de Gwénola Graff et Jimenez Serrano
IRD Éditions/Presses Universitaires de Provence
25 euros

La genèse des premières écritures suscite toujours beaucoup d'intérêt et reste souvent mal comprise. Ce colloque a eu pour ambition de faire se rencontrer des spécialistes qui travaillent sur différents systèmes graphiques attestés au IV^e millénaire en Égypte. Ils ont examiné différents supports d'image à cette période en Égypte et avec des comparatifs en Mésopotamie avant de s'interroger aussi sur le lien entre l'écrit et l'image, la pratique graphique impliquée et le contexte socio-culturel dans lequel cette transformation s'est produite et le statut du signe. Il semble en effet que la relation entre le signe et le support puisse être une clef de compréhension. Des pistes très prometteuses et novatrices sont ouvertes par la prise en compte des techniques de mémorisation de performances orales liées à la pratique rituelle.



Dynamiques environnementales numéro 36. Environnement et santé : où en est la géographie ?
Sous la direction de Fabrice Courtin, Ibrahim Sy et Pascal Hand-schumacher
Presses Universitaires de Bordeaux / LGPA Editions
20 euros

L'actualité nous rappelle l'importance du lien entre santé et environnement. L'épidémie d'Ebola, qui s'est déclenchée en Afrique de l'ouest en 2013-14, est un exemple déterminant de ce lien entre environnement et santé. La géographie, discipline où l'interaction entre l'homme et le milieu naturel offre un angle de réflexion inédit sur cette question, permet de découvrir une vision globalisée des maladies et de l'accès aux soins au niveau d'une population et donc d'un territoire, du local à l'international, de l'infection à la pandémie. Les auteurs s'interrogent donc, dans cet ouvrage tout en couleur (richement illustré de photos et de cartes), sur le rôle de la géographie dans la compréhension de l'évolution des maladies, bactéries, virus, de leurs expansions.



Transitions urbaines en Asie du Sud-Est. De la métropolisation émergente et de ses formes dérivées
Sous la direction de Karine Peyronnie, Charles Goldblum et Bounleuam Sisoulath
IRD Éditions
35 euros

Les pays en transition vers l'économie de marché que sont le Cambodge, le Laos et le Vietnam n'échappent pas au mouvement d'urbanisation accélérée que connaît actuellement l'ensemble de l'Asie du Sud-Est. Ils rencontrent cependant des problèmes particuliers, tant sur le plan du fonctionnement que des modes de développement urbain, du fait même de l'ambiguïté de leurs structures politico-administratives. L'ouvrage met ainsi en évidence la spécificité des processus d'urbanisation en cours, les logiques d'action qui les portent et les solutions originales proposées par les pouvoirs publics dans des villes telles que Phnom Penh, Vientiane, Hanoi et Hô Chi Minh-Ville. À travers les exemples de Bangkok et de Chiang Mai, le modèle d'urbanisation thaïlandaise, emblématique du libéralisme économique, est examiné en contrepoint. Pour chaque pays, les processus et dispositifs opérationnels sont analysés selon trois entrées : la gouvernance et la planification urbaine et territoriale ; les questions foncières ; les enjeux environnementaux et de conservation du patrimoine dans la mutation urbaine. En reconnaissant la transition urbaine comme un vecteur majeur de la transformation économique et sociale, l'ouvrage propose ainsi une lecture inédite de la reconfiguration des liens entre société et territoire à l'œuvre dans les pays anciennement sous économie administrée.



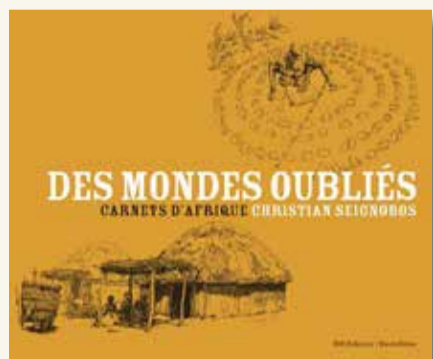
Violence in Nigeria : a qualitative and quantitative analysis
De Marc-Antoine Pérouse de Montclos (ed.).
African Studies Centre / Institut Français des Recherches Africaines (IFRA)

La majorité de la littérature académique sur la violence au Nigéria s'appuie sur des données qualitatives. Elle utilise rarement les données quantitatives car les statistiques de la police ne sont pas fiables, indisponibles ou non publiées. En outre, la formation des chercheurs en sciences sociales nigériens est souvent axée sur les questions qualitatives, culturelles et politiques. Les approches qualitatives et quantitatives des études de conflit doivent aujourd'hui être liées. En ce sens, ce livre représente une innovation et répond à cette lacune. Il est le premier à introduire une discussion sur de tels éléments d'une manière cohérente, en se fiant à une base de données qui comble le vide provenant des forces de police en termes d'information. Les auteurs soulignent la nécessité d'une analyse globale afin de déchiffrer la complexité de la violence dans des champs très différents : de la production de l'huile à l'élevage bovin, de l'islam radical aux accidents de moto, des conflits de terre à la sorcellerie et plus encore. Ils argumentent en outre en faveur d'une étude empirique et d'une approche complémentaire utilisant à la fois les données qualitatives et quantitatives. Ce livre est ainsi organisé en deux parties, axé en premier lieu sur l'étude de données puis sur le travail de terrain.



Restauration de la productivité des sols tropicaux et méditerranéens Contribution à l'agroécologie
Sous la direction de Éric Roose
IRD Éditions
45 euros

Depuis le milieu du xxe siècle, du fait de la forte croissance démographique, les sols et la végétation des zones tropicales et méditerranéennes subissent d'importantes dégradations. Actuellement, plus de 20 % des terres cultivées sont dégradées chimiquement, physiquement et biologiquement. En effet, malgré la mise en œuvre de grands projets tels la conservation de l'eau et des sols (CES), la production agricole ne peut être maintenue à un niveau suffisant pour nourrir une population qui double tous les vingt ans dans les pays du Sud. Cet ouvrage a ainsi pour objectif de présenter les principaux résultats de la recherche dans le domaine de la restauration de la productivité des sols. Les causes de la dégradation des sols des régions chaudes sont présentées dans un premier temps. On évalue ensuite les divers modes de gestion de la biomasse et des nutriments, puis les techniques culturales et les systèmes de gestion de l'eau. Les nombreuses données expérimentales présentées montrent que la restauration durable des systèmes agroécologiques est possible, moyennant le respect de six règles : une bonne maîtrise de l'eau, l'apport de matières organiques, l'utilisation de compléments minéraux, la revitalisation du sol (fumier / compost), la correction du pH du sol et le choix judicieux de cultures à fort développement de biomasse.



Entretien avec
Christian Seignobos
Géographe à l'IRD et auteur de l'ouvrage Des mondes oubliés. Carnets d'Afrique.

Sciences au Sud : Quelle a été la genèse et l'histoire de cet ouvrage ?

Christian Seignobos : Le livre a débuté par une demande de dessins couvrant ma période d'activité. Je les ai regroupés dans un premier temps par thème de recherche : paysages, agrosystèmes, architectures vernaculaires, etc. J'ai par la suite intégré du texte et j'ai ajusté les dessins en fonction.

L'idée était de proposer un suivi de carrière lié à une unité de lieu : le bassin du lac Tchad. L'ouvrage aborde en premier lieu les travaux académiques, le développement et enfin les insécurités, les coupeurs de route, Boko Haram, de la fin des années 1990 à nos jours.

J'ai essayé de conserver un fil conducteur à travers l'ouvrage : celui des premiers voyageurs. Nous sommes tous un peu redevables aux hommes de terrain qui ont sillonné l'Afrique. Parmi eux, on retrouve Heinrich Barth et Georg August Schweinfurth. Les dessins que je fais rappellent également ceux de Gustav Nachtigal. Les récits de ces voyageurs étaient souvent publiés dans la revue « Le tour du monde ». Parmi les graveurs œuvrant dans cette revue, Ivan Pranishnikoff réalisait un travail d'exception. J'ai voulu lui rendre hommage en essayant de redessiner ses gravures. Il devait représenter l'Afrique uniquement à partir des descriptions que lui en faisaient les voyageurs.

SAS : Le dessin occupe une très grande place dans votre vie. En quoi et comment a-t-il influé sur votre manière de faire de la recherche ?

CS : J'ai toujours dessiné. Pour ma thèse, j'ai entrepris un sujet qui s'illustrait : les architectures traditionnelles et leur évolution dans le Nord-Cameroun. Cette thèse m'a ouvert les portes de l'édition, notamment avec les éditions Parenthèses. J'ai dirigé une collection sur l'architecture traditionnelle avec eux. J'ai ensuite choisi des articles qui pouvaient donner lieu à

des représentations graphiques. Au-delà des plans parcellaires classiques, j'ai toujours eu à cœur d'intégrer dans les annexes des dessins d'architecture, d'objets, d'outils, des plans de marché...

Mon dessin est codé comme les fiches muséographiques. Mais il est aussi très fouillé parce que j'ai le souci du détail. En 1991, j'étais dans le Nord-Cameroun, à Maroua, en train de prendre de l'essence à une station. À côté de moi, un bus avec des touristes. L'un d'entre eux vient me voir pour me demander son chemin. Il sort mon livre « Architecture, montagne et hautes-terres du Nord-Cameroun ». Je lui réponds que je suis la personne la plus apte à les aiguiller. En fait, ces touristes étaient tous des architectes. Leur guide, c'était le livre. Leur désir, c'était de confronter ces dessins « hyperréalistes » - c'était leur terme - au terrain. La notion d'« hyperréalisme » a commencé à caractériser ce que je faisais, sans que je le veuille. En termes de technique, mon dessin ressemble à de la bande dessinée : c'est peut-être ce que j'aurais dû faire dans ma vie... ! Certains de mes dessins sont très sérieux, mes personnages le sont mais progressivement vont vers des personnages qui, si je laisse ma main filer un peu trop vite, sont simplement formalisés.

Quand on rédige un article, on imagine ce qui pourrait être rendu par une image. Par exemple, quand on travaille sur les sorghos repiqués, on aimerait les donner à voir. Ce dessin sera



...suite page 16

Conférence SFécologie 2016

Un rendez-vous avec l'écologie scientifique

Partage, débats et interactions : des chercheurs du monde entier étaient réunis à Marseille pour le dernier congrès de la Société Française d'Ecologie.

Plein soleil et vue sur la Méditerranée, le Palais du Pharo à Marseille a accueilli le congrès de la Société Française d'Ecologie (SFE) en octobre dernier. Avec 850 participants de tous horizons et plus de 420 communications, cet événement scientifique international peut se prévaloir d'un indiscutable succès. Discipline aux multiples facettes, l'écologie est parfois décrite comme la science des interactions, à toutes les échelles, de la molécule à la biosphère. Comme en résonance, la conférence a volontairement favorisé les échanges et décloisonné les approches. « Les entrées thématiques étaient sous forme de questions, et non par type de milieu ou modèle biologique, afin de stimuler les débats entre chercheurs travaillant dans des domaines différents », explique Cécile Albert, présidente de l'équipe d'organisation au sein de l'IMBE². Évolution biologique, changements globaux, services écosystémiques, les 59 sessions thématiques ont abordé les sujets de manière transversale. Dans cette même logique d'interactions, les organisateurs de la conférence sont allés encore plus loin. « Au travers d'ateliers, nous avons cherché à articuler communauté scientifique et communauté des gestionnaires et aménageurs des sphères publique et privée », rapporte Alexandre Millon, vice-président de l'équipe organisatrice. Ces " univers " dialoguent encore peu. Notre idée était de créer des interfaces où peuvent se croiser des visions différentes, dans le but de favoriser les collaborations autour d'objectifs communs, notamment la conservation de la biodiversité ». De fait, largement débattue lors de cette conférence, une question traverse toute l'écologie moderne : comment l'homme

peut-il mieux interagir avec la biodiversité et aller vers une utilisation durable des écosystèmes ? D'après Wolfgang Cramer, directeur adjoint de l'IMBE : « Dans le contexte des changements globaux, l'écologie scientifique est directement concernée. La perte de biodiversité est préoccupante, même si, à la différence de la question climatique, il est encore difficile de définir les limites à ne pas franchir. En tant qu'écologues, nous cherchons à mieux comprendre les effets des activités humaines sur la biodiversité, qu'ils soient positifs ou négatifs. À partir de cette production de connaissances, des actions sont possibles. Multiplier les aires protégées ne représente pas l'unique solution, il faut traiter tout le complexe d'utilisation de l'énergie et de gestion des milieux ». La tâche semble titanesque pour une discipline scientifique encore bien jeune mais ce dernier congrès de la SFE montre qu'une dynamique est bel et bien lancée. Ouverte à l'international, ayant accueilli des chercheurs de 32 pays notamment en provenance d'Amérique latine, d'Afrique de l'Ouest ou encore du pourtour méditerranéen, la communauté française d'écologues espère organiser des événements scientifiques réguliers, stimulant les travaux et l'essor de la



Île grecque

© alonissos.gr

discipline. Le prochain rendez-vous est d'ores-et-déjà fixé à Rennes pour 2018. ●

1. Fondée en 1968, la Société Française d'Ecologie a pour but de faire rayonner les sciences de l'écologie en France et vise à resserrer les liens entre écologues pour que la communauté dans son ensemble devienne force de proposition aux

niveaux national et international. En savoir plus : <https://www.sfecologie.org/>.

2. Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale (IMBE) Aix Marseille Université/CNRS/IRD/Avignon Université, en charge de l'organisation de la conférence SFécologie 2016.

Contacts

cecile.albert@imbe.fr
alexandre.millon@imbe.fr
wolfgang.cramer@imbe.fr
UMR IMBE (Aix Marseille Université/
CNRS/IRD/Avignon Université)



© DR

Interview

Trois questions à Thierry Taton, directeur de l'Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale (IMBE)

Sciences au Sud : Vous avez titré votre introduction à la conférence SFécologie : « Vers une écologie scientifique épanouie et concernée ». Qu'entendez-vous par là ?

Thierry Taton : Pendant longtemps, l'écologie scientifique a souffert d'un certain complexe d'infériorité. Par rapport aux sciences exactes, comme la physique ou les mathématiques, elle se voyait comme une science descriptive et souffrait de sa connotation politique. Aujourd'hui les choses changent. Parler d'une écologie épanouie, c'est assumer le côté très scientifique de la discipline tout en acceptant ses limites. L'écologie travaille sur des systèmes complexes, difficiles à appréhender. En tant que science, elle doit assumer le fait qu'elle ne peut pas tout maîtriser et que ceci ne l'empêche pas d'avancer. Pourquoi vouloir s'isoler ? L'écologie scientifique est concernée par la dimension politique, au sens noble du terme. La discipline travaille sur les relations entre l'homme et la nature, elle apporte des résultats pour mieux comprendre la

dynamique des ressources naturelles et analyse les risques liés à la dégradation de l'environnement et à l'érosion de la biodiversité. Nous avons des résultats de plus en plus solides et donc un devoir de les communiquer et de nous impliquer dans les décisions politiques et d'être force de proposition.

SAS : En quoi l'écologie peut-elle être « LA » science du développement durable ?

TT : L'écologie est concernée par l'évolution de la société et s'il y a bien une science qui peut accompagner la mise en place du développement durable, c'est l'écologie ! Elle peut fournir des clés pour comprendre nos relations avec les ressources naturelles. Quelles que soient les orientations politiques choisies, il va falloir, de toute façon, composer avec l'environnement. La plupart des grosses crises ont toujours une base environnementale, le manque de terres arables, le manque d'eau, etc. L'humanité est complètement interdépendante avec la nature.

SAS : De votre point de vue, que sera l'écologie demain ?

TT : L'écologie devra continuer à aller toujours plus loin dans l'expérimentation et utiliser les nouvelles techniques disponibles pour mieux comprendre le vivant, à la fois d'un point de vue évolutif et adaptatif mais aussi d'un point de vue fonctionnel. En bref, une écologie plus « technologisée » mais qui en parallèle ne néglige pas l'aspect humain. Elle doit continuer à s'ouvrir à d'autres disciplines, notamment les sciences humaines et sociales pour travailler sur les systèmes socio-écologiques. L'idée est de faire le lien entre ce qu'elle a compris du fonctionnement du vivant et l'organisation des sociétés humaines. L'écologie jouera demain sur les deux tableaux, elle se « durcit » d'un côté et s'humanise de l'autre.

Contact

thierry.taton@imbe.fr

COP 13 : la biodiversité en danger

Articuler respect des écosystèmes et enjeux économiques et sociaux, ambition de la Convention sur la Diversité Biologique

« La biodiversité ne doit pas être la variable d'ajustement de la lutte contre le réchauffement climatique », souligne en marge de la COP Biodiversité organisée au Mexique

en décembre dernier, Jean-François Silvain président de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité et chercheur à l'IRD. La convention a affirmé sa volonté d'intégrer la préservation des

écosystèmes dans la réflexion sur le défi climatique. La Déclaration de Cancun¹ s'engage en ce sens. Elle promeut une utilisation durable de la biodiversité pour le bien-être humain et l'intègre ainsi dans les politiques économiques sectorielles : tourisme, foresterie, pêche et agriculture.

La convention a également été l'occasion de dresser à mi-parcours le bilan des vingt objectifs d'Aichi. Adoptée en 2010, cette feuille de route mondiale donne dix ans à ses signataires pour atteindre des buts précis en termes de préservation de la biodiversité. Seuls quatre d'entre eux sont réalisés ou en passe de l'être. Les objectifs concernant les récifs coralliens n'ont pas été atteints et des progrès limités ont été effectués en ce qui concerne la restauration des écosystèmes. La COP a regretté que seule une minorité d'États membres aient établi des objectifs dont l'ambition et la portée soient en conformité avec les objectifs d'Aichi. « L'état

de la flore et de la faune sauvage est en crise, souligne Jean-François Silvain. La COP a révisé les objectifs d'Aichi dans une approche globale. La biodiversité ne devra pas être uniquement préservée au sein des aires protégées, mais intégrée dans l'ensemble des secteurs économiques et sociaux concernés par l'environnement ». L'accent a été également mis sur la nécessaire intégration de la biodiversité dans la mise en œuvre des Objectifs du Développement Durable (ODD).

Sujet d'envergure, la biologie de synthèse a été l'objet d'après discussions. Certains pays du Sud et des ONG environnementales ont demandé un moratoire sur ces techniques de modification du vivant. Ils s'inquiètent de leur impact sur les écosystèmes de leurs territoires et craignent qu'elles ne détournent l'attention des origines de la perte de la biodiversité. A contrario, certains États souhaitent que les scientifiques

puissent explorer librement ces outils. « Les acteurs de cette COP se sont entendus sur une définition de la biologie de synthèse² et sont restés très prudents sur cette question. La vigilance scientifique doit primer, estime Jean-François Silvain. Les organismes de recherche français doivent évaluer les risques de ces pratiques sur le fonctionnement des écosystèmes ». ●

1. <https://www.cbd.int/cop/cop-13/hls/in-session/cancun-declaration-draft-dec-03-2016-pm-fr.pdf>.

2. « La biologie synthétique est un nouveau développement et une nouvelle dimension de la biotechnologie moderne qui combine science, technologie et ingénierie pour faciliter et accélérer les compréhension, conception, refonte, fabrication et/ou modification de matériaux génétiques, d'organismes vivants et de systèmes biologiques ».

Contact

jean-francois.silvain@ird.fr
Président de la FRB



Suite de l'interview (en page 1) d'Abdallah Mokssit



de l'économie circulaire, de nouveaux créneaux se sont ouverts. Qui veut en profiter doit commencer par croire dans le changement climatique ! Enfin, il faut noter l'entrée en jeu de nouveaux éléments contribuant à cette universalisation. Il en est ainsi de la présence accrue des pays en voie de développement, d'une meilleure mobilisation de la société civile, de l'intérêt affiché du secteur privé et du secteur financier.

SAS : Longtemps les questions liées à l'atténuation du changement climatique semblaient dévolues au Nord tandis que celles liées à l'adaptation plutôt au Sud... Cette vision est-elle toujours d'actualité ?

AM : Initialement, il était logique que les pays émetteurs de gaz à effet de serre s'attachent à les réduire et par là, ils se sont inscrits dans une logique d'atténuation. En revanche, ceux qui, sans être émetteurs, subissent de plein fouet les impacts négatifs du changement climatique ont exprimé un besoin en terme d'adaptation.

Les résultats de la recherche ont révélé un schéma très intéressant à ce propos. Dans le domaine de l'agriculture, par exemple, il a été démontré que les capacités d'adaptation avec un scénario d'élévation de la température de 2 °C est plus grand que dans un scénario ou l'anomalie de température atteint les 4 °C. Cela suggère qu'il faut d'abord souscrire à l'atténuation pour garantir une anomalie réduite, condition d'une possible adaptation. Au final, les deux approches doivent aller de pair.

SAS : Le prochain rapport du GIEC sera le 6^{ème}. Où en est-on et que peut-on aujourd'hui en dire ?

AM : Chaque cycle du GIEC a eu un mandat précis. Le 6^{ème} rapport va contribuer à l'évaluation des émissions en vue d'inviter les pays à rehausser leur ambition en terme de réduction des gaz à effet de serre. A chaque fois que le savoir augmente, la responsabilité augmente ! Maintenant, il est temps d'aller vers l'appréhension des solutions au niveau régional et dans une logique sectorielle. De fait, tous les secteurs ne subissent pas les changements climatiques de la même façon.

SAS : De quelle manière ce 6^{ème} rapport va-t-il s'articuler avec les 3 rapports spéciaux prévus ?

AM : L'idée de ces rapports spéciaux est d'aller vers quelque chose de plus précis, qui doit être préparé avant la fin

du cycle, de manière à renseigner les décideurs politiques et l'ensemble des parties prenantes. Ces rapports spéciaux alimentent aussi les négociations dans le contexte de la convention cadre sur le changement climatique. Ils se veulent être complémentaires du rapport global. Leurs résultats seront bien sûr intégrés à ce dernier.

SAS : L'Accord de Paris vise à rester en dessous des 2 °C. Nombre de scientifiques estiment qu'il faut plutôt envisager une trajectoire à 3 °C. Comment voyez-vous les choses ?

AM : Il me semble prématuré de dire que l'on est dans cette trajectoire. Il faut d'abord compléter l'ensemble du processus d'évaluation en donnant de l'importance à tout ce qui a été publié sur le sujet.

SAS : Que préconisez-vous pour qu'il y ait une représentation géographique plus équitable des scientifiques au sein du GIEC ?

AM : Les pays développés sont les plus représentés mais on voit que beaucoup d'experts des pays en développement commencent à émerger car il y a toute une stratégie pour impulser et encourager leur participation. L'effort des pays en développement doit aussi passer par l'ouverture à une littérature scientifique de haut niveau. Il faut encourager les workshops aux niveaux régionaux et, d'ailleurs, dans toutes les réunions nous

faisons attention à la représentativité des pays en voie de développement.

SAS : Comment articuler les actions du GIEC et les autres initiatives de par le monde ?

A : L'agenda du GIEC est bien structuré et validé. Chaque fois qu'il y a dans des régions et des grandes villes une volonté d'organiser un workshop lié au climat, il y a des possibilités de co-sponsoring avec le GIEC selon des conditions établies. Il faut rappeler que le GIEC ne fait pas de la recherche mais il puise dans la recherche scientifique. La cohérence dans les données comme la possibilité d'utiliser des modèles régionaux intégrés qui s'intéressent à une région sont intéressantes mais cela doit provenir de la communauté scientifique elle-même. Le GIEC n'est pas prescripteur. Quand ces données sont disponibles, elles peuvent alors être utilisées comme matière de base dans les évaluations.

SAS : Les climatocseptiques semblent reprendre une certaine place dans le paysage médiatico-politique. Cela vous inquiète-t-il ?

AM : Les climatocseptiques guettent toutes les opportunités pour essayer de se manifester. Dès que le contexte est propice, ils essayent de faire entendre leur voix. Au fil des années, la proportion des climatocseptiques a diminué pour deux raisons. La recherche a avancé et

la transparence est de mise, ce qui me conduit à être optimiste.

SAS : Comment le Maroc, que vous connaissez particulièrement bien, s'est-il engagé sur les questions climatiques. En quoi cela oriente sa politique énergétique ?

AM : Le Maroc est le prototype d'un pays qui gère la problématique du changement climatique comme un pays concerné par ses impacts négatifs. Il a besoin d'efforts d'adaptation mais il souscrit à ceux d'atténuation. Sa politique énergétique peut être prise comme exemple. Pays agricole, son degré de pénétration industrielle n'est pas assez développé. Le fait de privilégier des énergies renouvelables, une économie décarbonée est entre ses mains. Cela profitera à la mise en place d'une industrie décarbonée. C'est le prélude à une économie circulaire et une économie verte.

1. Un rapport sur le réchauffement global de 1.5°C / un rapport sur le changement climatique, océans et cryosphère / un rapport sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des terres, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire, et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres.

Suite de l'interview (en page 14) de Christian Seignobos



scientifique parce qu'on va montrer d'une part, comment ces sorghos sont repiqués et d'autre part, comment les gens construisent des diguettes de contention d'eau sur certains types de sols argileux... Finalement, j'observe davantage les situations parce que je vais devoir les dessiner. Mais, je ne pense pas être fondamentalement conscient de l'impact du dessin sur ma recherche. Cela joue, mais pas de façon explicative.

SAS : La région du Lac Tchad que vous avez arpenté depuis près de 50 ans est au cœur de l'actualité à travers notamment des questions d'insécurité (émergence de Boko Haram, etc.). Quelle analyse faites-vous de la situation ? Quelles perspectives ?

CS : Ces insécurités ne concernaient que les frontières pendant les années

1990. Elles n'ont jamais été résorbées et se sont par la suite renforcées par d'autres problèmes. Elles ne se sont pas nécessairement politisées, mais le religieux est entré en ligne de compte. Ces questions de sécurité, au-delà des risques pour les populations, oblitèrent considérablement les projets de développement et il devient impossible de retourner sur le terrain.

Pour analyser la situation dans le Nord-Ouest du Nigéria, plusieurs grands déterminants sont régulièrement mis en avant comme la pauvreté, la marginalisation de la jeunesse, la mauvaise gouvernance et la prévarication des élites... Mais cette grille d'analyse ne s'appuie pas sur une lecture historique. De fait, il faut prendre en compte la déréliction de la société bornouane qui descend du plus vieux empire musulman d'Afrique, fondé au 9^{ème} siècle et qui a islamisé toute la région pendant des siècles. Elle se retrouve aujourd'hui dépassée, en particulier par les Haoussas qui ont toujours été leurs seconds mais qui aujourd'hui explosent démographiquement et deviennent la plus importante ethnie. Or, la société bornouane ne supporte pas d'être écartée. Son seul projet d'avenir passe par la religion et la tentation du salafisme.

Bien sûr, l'étincelle qui a mis le feu aux poudres en 2009 provient de l'écrasement du premier mouvement Boko Haram et de l'exécution extrajudiciaire de son fondateur Mohammed Youssouf.

Actuellement, nous assistons à une contre-insurrection qui est sanglante. On en parle peu. J'ai le sentiment que Boko Haram s'enkyste dans le lac Tchad et dans les abords des monts Mandara au Nigéria. Ils attendent que d'autres mouvements éclatent au Nigéria et se tournent vers le salafisme, en particulier les Peuls depuis le Mali jusqu'à la RCA. La situation deviendrait critique si ces éleveurs entraînent dans un système de soulèvement religieux.

SAS : Finalement, comment voyez-vous l'articulation entre science et développement ?

CS : Ces deux métiers sont aussi distincts qu'indispensables et ne peuvent se passer l'un de l'autre. Ces approches ne s'inscrivent pas dans le temps de la même façon ni ne répondent aux mêmes attentes. Nous n'avons pas réellement réussi à résoudre jusque là ces antagonismes. Les chercheurs pensent parfois perdre leur temps dans les travaux liés au développement. Ils offrent pourtant

un moyen d'accéder directement au terrain et de recueillir des réactions, des questionnements de la part des personnes rencontrées. D'un autre côté, l'une des principales carences du développement est liée à l'absence d'éclairage au début des programmes. Dans l'urgence, des connaissances disponibles sont bien trop souvent ignorées.

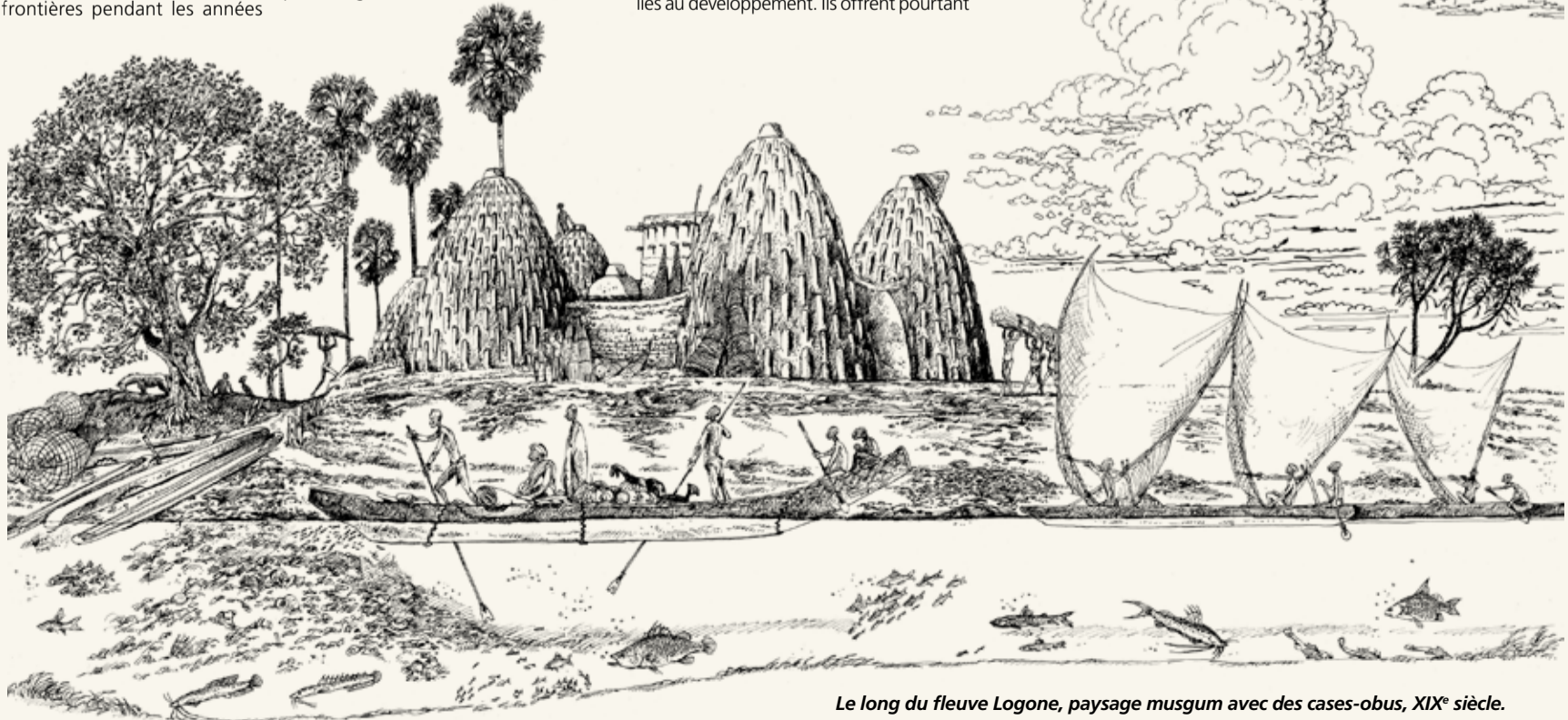
SAS : Si vous deviez aujourd'hui démarrer une carrière de jeune chercheur, vers quoi vous dirigeriez-vous ?

CS : Il existe deux façons d'envisager la recherche tropicale. Soit un chercheur s'intéresse à un territoire et le maîtrise entièrement. Il peut y traiter différents thèmes de recherche. Soit il maîtrise un thème de recherche et peut effectuer, grâce à lui, des comparaisons sur différents territoires. Il est identifié par son thème de recherche et peut produire de l'expertise. A mon époque, nous avions cette possibilité.

Aujourd'hui, les séjours longs ne sont plus de mise. Le conseil que je donnerai à un jeune chercheur serait donc de s'emparer d'un thème, sans qu'il soit pour autant nouveau et le revisiter avec les outils technologiques d'aujourd'hui.

Pour ma part, j'ai été heureux dans mon travail de recherche et je referais la même chose, si je le pouvais. A ceci près que j'ai été tellement boulimique que j'ai amassé trop d'informations. Je dispose de centaines de carnets et de cahiers. Jamais je n'aurais le temps de me consacrer à la rédaction d'autant de livres et d'articles en souffrance. Aujourd'hui, je crains de ne pouvoir mettre en valeur des histoires entières que mes interlocuteurs m'ont confiées. J'ai ce regret-là. ●

Des mondes oubliés. Carnets d'Afrique
De Christian Seignobos
IRD Éditions/Parenthèses
38 euros



Le long du fleuve Logone, paysage musgum avec des cases-obus, XIX^e siècle.