

Un océanographe sénégalais primé

Les travaux d'un chercheur sénégalais éclairent le mécanisme de l'upwelling ouest-africain et lui ont valu une médaille.

En étudiant l'upwelling sénégal-mauritanien, Bamol Ali Sow – océanographe physicien au *Laboratoire de physique de l'atmosphère et de l'océan* Siméon-Fongang (Sénégal) – a mis en évidence le rôle majeur d'un courant côtier dans ce phénomène marin. Le terme *upwelling* désigne une remontée d'eaux froides profondes très riches en nutriments. C'est une bénédiction pour les pêcheurs car elle favorise des concentrations exceptionnelles de vie marine. Du côté des océanographes, ce phénomène recèle encore des mystères. L'upwelling sénégal-mauritanien est caractérisé par un cycle saisonnier singulièrement marqué par un refroidissement de – 7° Celsius. « *Un record pour les tropiques* », souligne Alban Lazar (IRD, UMR *Laboratoire d'océanographie et du climat*) avec qui a collaboré Bamol Sow. À partir de simulations fines des courants, des températures et des salinités de l'upwelling établies avec deux chercheurs IRD à l'université de Bretagne occidentale, ce dernier s'attaque à l'analyse du bilan des flux de chaleur. Le chercheur découvre alors le rôle insoupçonné du courant côtier venant du Nord. « *Ce processus horizontal serait responsable, autant voir plus que l'upwelling vertical proprement dit, du fort refroidissement des eaux côtières en saison sèche* », explique le lauréat, également maître assistant à l'université de Ziguinchor. Même si, grâce à cette collaboration pertinente entre les institutions sénégalaises et l'IRD, l'upwelling ouest-africain livre peu à peu les secrets de sa



Pirogue artisanale arrivant sur la plage (Mauritanie).

© IRD/P. Chavance

forte personnalité, des questions restent en suspens. Ce courant horizontal est-il responsable de la concentration en nutriments ? Peut-on encore parler d'upwelling ? D'autres mesures *in situ* (courants, températures) viendront valider plus solidement les résultats des modélisations. L'identification de la source – ou plutôt des sources – des eaux de l'upwelling, ainsi que les variations de celles-ci permettront de progresser dans la compréhension et la prévision des interactions physiques et biologiques dans cette région de l'Atlantique tropical où les ressources en poissons constituent une importante richesse pour les pays riverains, depuis le Maroc jusqu'à la Gambie. Bamol Ali Sow a reçu la médaille Eugène LaFond 2009 décernée par l'*International Association for the Physical Sciences of the Oceans* à de jeunes talents des pays du Sud.

Contacts

Bamol Sow
bamosow@yahoo.fr
Université de Ziguinchor, Sénégal
alban.lazar@ird.fr
UMR *Laboratoire d'océanographie et du climat*

Les cultures de rente, comme l'arachide, nécessitent une pluviométrie généreuse, beaucoup d'intrants et de main-d'œuvre. Il est hasardeux de les entreprendre en année sèche.

Paysan virtuel et bioéconomie climatique

L'IRD, le Cirad et l'Agence nationale de conseil agricole et rural au Sénégal ont testé le rôle des prévisions saisonnières dans l'amélioration de la production des agriculteurs.

© IRD/Y. Paris

Les prévisions climatiques, produites par la recherche scientifique, peuvent-elles réellement améliorer le revenu des agriculteurs ouest-africains ? Pour s'en assurer, des scientifiques de l'IRD et du Cirad, en collaboration avec l'Agence nationale de conseil agricole et rural (Sénégal), ont conçu une véritable exploitation agricole virtuelle, reproduisant les pratiques culturelles au cœur du bassin arachidier du Sénégal. « *Nous avons voulu voir si en tenant compte des prévisions saisonnières du climat, un paysan pouvait adapter sa stratégie culturale afin de maximiser sa production, et si ces adaptations engendraient des bénéfices économiques* », explique le climatologue Benjamin Sultan. Depuis 1998, il existe un forum annuel de prévision saisonnière (Presao) qui produit dès le

mois de mai une prévision de l'intensité de la saison des pluies estivale (juillet à septembre) à venir sur l'Afrique de l'Ouest à partir de modèles numériques de climat. Ces informations sont alors diffusées à destination des agriculteurs et autres utilisateurs potentiels, via les médias, la radio et internet, sous forme de probabilités d'avoir une année sèche ou une année humide. Mais leur impact potentiel sur l'économie agricole était jusqu'à présent largement méconnu, même si les travaux menés sur le sujet en soulignaient l'intérêt. Associant leur expérience de l'agronomie, de l'économie et du climat, les spécialistes des trois organismes ont élaboré un modèle bio-économique reproduisant les conditions de la culture pluviale dans une région du Sénégal. Il permet de

simuler les décisions que peut prendre un cultivateur, en fonction de sa connaissance anticipée du cumul des pluies. « *Dans certaines conditions, notre exploitation virtuelle a obtenu un gain de production de 79 %, en faisant les bons choix à partir de la prévision climatique* », affirme le chercheur. Il précise que ces résultats révèlent le potentiel économique des prévisions pour une région humide, comme le Saloum au Sénégal, où se pratique une polyculture associant cultures vivrières robustes et cultures de rente exigeantes mais très rémunératrices. Dans ce milieu productif, les arbitrages de l'agriculteur selon l'abondance des pluies sont décisifs : doit-il privilégier les cultures commerciales lucratives – mais risquées parce que nécessitant beaucoup d'eau, d'intrants et de main-

d'œuvre –, ou au contraire limiter les risques en multipliant les plantes robustes à la sécheresse que sont le mil et le sorgho ? « *S'il ne fait pas les bons choix stratégiques lors d'une année humide, ça n'a pas de conséquences catastrophiques*, indique le scientifique, *mais en année sèche, les prévisions prennent toute leur importance*. » Dans les marges sahéliennes, où la pluviométrie n'autorise que des cultures vivrières d'autoconsommation – céréales résistantes, mil et sorgho essentiellement –, le bénéfice de ce type de prévisions reste encore à évaluer.

Contact

benjamin.sultan@ird.fr
UMR *Laboratoire d'océanographie et du climat*

Eau + Sucre = Latex

Comment optimiser la production de latex par l'hévéa ? Des chercheurs thaïlandais et français tentent de répondre à cette question essentielle pour les industriels du caoutchouc.

Deux publications d'une équipe associant l'université de Mahidol (Thaïlande) et l'IRD apportent des éclairages sur les mécanismes complexes mis en jeu dans la synthèse du caoutchouc naturel. Un consortium international* soutient financièrement ces recherches dont le groupe Michelin est l'un des plus ardents défenseurs. Les hommes exploitent la faculté qu'a *Hevea brasiliensis*, un arbre originaire d'Amérique du Sud, de laisser couler un liquide blanc visqueux – le latex – lorsqu'on incise son écorce. Comment améliorer la production de cette substance tant prisée par les industriels ? L'un des facteurs limitants est la capacité des cellules laticifères à régénérer, entre deux saignées, leur cytoplasme qui contient les particules de caoutchouc. Pour fabriquer du latex, la machinerie cellulaire a besoin de sucre et d'eau. Équation simple en apparence mais qui se complique lorsque l'on regarde les choses de plus près. « *Le sucre se trouve dans la sève élaborée et l'eau dans les vaisseaux*, explique Hervé Chrestin. *Ces deux éléments doivent entrer dans les cellules laticifères pour que la synthèse du latex ait lieu. Or ces cellules n'ont pas de pores.* » C'est là qu'entrent en jeu les découvertes de l'équipe franco-thaïlandaise. Elle a mis en évidence dans les banques de gènes de latex et d'écorce d'hévéa des séquences codantes pour des protéines ayant des fonctions bien particulières. Les unes – les Aquaporines – constituent la voie d'entrée des molécules d'eau dans les laticifères et les autres sont des transporteurs de sucre. En possession des séquences codantes pour les transporteurs d'eau et de sucre, les scientifiques ont observé en temps réel l'expression de ces gènes sous l'effet d'une hormone. En effet,

pour stimuler la production de latex, les hévéaculteurs appliquent sur la zone de saignée un succédané d'hormone végétale. Impliquée dans de nombreux processus cellulaires dont la réponse au stress, cette dernière est bien connue pour sa faculté à provoquer le mûrissement des fruits. Suite à cette stimulation biochimique, la durée de l'écoulement du latex peut durer 3 à 4 fois plus longtemps. L'étude cinétique a permis de voir comment, sous l'action combinée du stress (saignée) et de la stimulation (hormone), les gènes répondent afin de permettre la régénération du contenu des laticifères pour faire face à cet écoulement prolongé. La poursuite de ces travaux pour une connaissance des mécanismes au niveau le plus fin permettra de proposer aux planteurs d'hévéa des recommandations en matière de traitement des arbres. Ces dernières ont un intérêt crucial pour les producteurs qui veulent obtenir le plus possible de caoutchouc sans atteindre les fonctions vitales des arbres.

* Michelin, Industries chimiques du Pays-Haut (Belgique), SocFinco (Belgique), Institut français du caoutchouc.

Contact

Herve.Chrestin@ird.fr
Unité *Climat et fonctionnement des agro-écosystèmes*.

Avec un laboratoire japonais

Un autre partenariat a permis de vérifier si les gènes codants pour les Aquaporines étaient fonctionnels selon un protocole pour le moins curieux, puisqu'il nécessite des précurseurs des ovules de grenouilles (oocytes) ! Les chercheurs japonais injectent le gène d'Aquaporines dans ces oocytes – qui ont la particularité d'en être dépourvus –, leur procurant ainsi la faculté de laisser entrer l'eau. Les cellules de grenouilles modifiées sont dans un premier temps immergées dans une solution puis dans une deuxième solution plus diluée que la première. Selon une loi de la physique, l'eau a tendance à aller du moins dilué vers le plus dilué. Dans le cas des oocytes avec gène d'Aquaporines, l'afflux d'eau de la solution vers l'intérieur des cellules les fera exploser. Et cela, seulement si la membrane laisse passer l'eau, c'est-à-dire si le gène d'Aquaporines s'est exprimé. Dans le cas contraire, il ne se passera rien puisque les parois des oocytes resteront étanches...



Plantation d'hévéa.



© IRD/J. Borde



© IRD/M.N. Favler

Sud-Ouest de l'Océan Indien

Les îles Éparses, entre ciel et mer

Réserves naturelles et terres éloignées de tout, les îles Éparses constituent un véritable laboratoire de biodiversité. Des chercheurs de l'IRD et leurs partenaires en explorent la vie foisonnante et tentent de trouver quelques réponses pour mieux comprendre les écosystèmes.

© M. Le Corre

Situées dans le canal du Mozambique et au nord-est de Madagascar, les îles Éparses sont parmi les rares terres encore préservées de l'influence directe de l'homme. Ce groupe de six îlots coralliens, des atolls d'à peine 45 km² de surface, représente pour la France une zone d'exclusivité économique de

Mozambique. L'IRD a été mandaté par l'administration des TAAF afin d'analyser le potentiel de la zone et de proposer des prescriptions techniques. Une véritable mission d'expertise qui s'est poursuivie par la formation d'observateurs embarqués sur les navires pour identifier et évaluer les prises accessoires. Aujourd'hui, le taux de couver-

d'oiseaux marins tropicaux», explique Mathieu Le Corre³. Si l'objectif de ce partenariat avec l'équipe de Francis Marsac est de fournir des clés afin d'utiliser les oiseaux comme bio-indicateurs de l'environnement océanique, Mathieu Le Corre s'attache aussi à préserver ces oiseaux et restaurer leurs habitats. Il s'intéresse particulièrement à l'impact des mammifères introduits par l'homme sur ces populations. Abritant à elles seules plus de 40 % des oiseaux marins de l'Océan Indien occidental tropical, répartis en treize espèces, les îles Éparses constituent des sites d'étude exceptionnels.

Pascale Chabanet⁴ s'intéresse elle aux habitants du récif, étudiés depuis moins de dix ans. La chercheuse a d'ailleurs mené les premiers inventaires de poissons aux îles Glorieuses en 2002 (et en 2008), puis à Juan de Nova en 2004 dans le cadre d'un programme financé par l'Initiative française pour les récifs coralliens. Si ces îles sont exceptionnelles quant à la superficie de leurs zones de récifs – environ 40 fois plus vaste que celle des terres émergées formant ces deux îles –, leur diversité en espèces de poissons est elle aussi particulièrement importante. La richesse spécifique théorique est estimée à 468 espèces pour les Glorieuses et 423 pour Juan de

Nova... soit autant qu'à Mayotte, pourtant dix fois plus vaste. « Cette richesse élevée contredit l'idée couramment admise que la biodiversité dépendrait de la taille des îles et de leur isolement », souligne Pascale Chabanet, qui donne l'exemple des îles Cocos et Malpelo dans le Pacifique, dont la richesse plafonne à 220 espèces.

Alors que la pression humaine pèse de plus en plus sur le monde sauvage, les chercheurs s'accordent sur le formidable laboratoire de biodiversité que représentent ces îles. Si, pour Pascale Chabanet, l'objectif est d'étudier « comment ces récifs préservés de l'influence humaine répondent aux changements climatiques », Francis Marsac considère, lui, que la région constitue un laboratoire pour mieux faire coexister la pêche et la préservation des espèces.

1. Terres australes et antarctiques françaises
2. Directeur de recherche dans l'unité mixte *Ecosystèmes marins exploités* (UMR 212 EME).
3. Professeur, responsable de l'équipe *Oiseaux marins* au laboratoire Ecomar de l'université de La Réunion
4. Chercheuse, spécialiste des poissons coralliens dans l'unité CoRéUs (UR 227)

Contacts

francis.marsac@ird.fr
pascale.chabanet@ird.fr
Mathieu.Lecorre@univ-reunion.fr

Noddi brun aux Glorieuses.



© L. Simion



© Hani Amir

Au milieu de poissons demoiselles (*Chromis viridis*)/îles Éparses.

plus 600 000 km², soit 29 % du canal du Mozambique. Gérées par l'administration des TAAF¹, ces îles sont aujourd'hui des réserves naturelles dont l'accès est strictement réglementé. Quelques équipes de recherche y sont néanmoins autorisées, car « l'élément clé de cette région réside dans sa très forte diversité biologique », précise Francis Marsac². Pour ce spécialiste des ressources halieutiques, « ce contexte environnemental exceptionnel doit être étudié pour comprendre cette diversité et aider à la mise en place d'une pêche responsable ».

L'enjeu est de taille puisque 27 000 t de thon sont prélevées chaque année dans la région, dont plus de 25 % dans la zone d'exclusivité qui forme un véritable corridor au milieu du Canal du

ture de la flottille sous licence TAAF atteint 65 %, un niveau que Francis Marsac estime satisfaisant « pour évaluer les risques sur les populations de tortues, de cétacés ou de requins qui abondent dans la région ».

Dans le but de promouvoir une approche écosystémique des pêches, des missions sont régulièrement organisées pour mieux comprendre comment sont structurés les écosystèmes, et le rôle des phénomènes océanographiques sur leur organisation. Entre autres, un partenariat a été mis en place pour étudier les relations entre les oiseaux marins et des prédateurs tels que les thons. « En poussant les proies vers la surface, les thons sont indispensables à la plupart des espèces

les exploitants de la mer. Les îles et leurs côtes sont des « points chauds »³ de la biodiversité mondiale, notamment à travers les écosystèmes coralliens. Elles constituent un refuge pour de nombreuses espèces menacées. L'Europe, qui compte d'importantes flottes hauturières opérant dans ce secteur et qui a pris des engagements en matière de protection de l'environnement, entend naturellement renforcer sa présence, sa visibilité et ses coopérations. Sur le plan scientifique, *RUN Sea Science* appuie le développement de programmes de recherche ayant trait à la biodiversité et à la dynamique des populations marines, aux ressources halieutiques et aquacoles, à l'éthologie animale et à la surveillance du milieu. Il

contribue à améliorer les moyens humains et matériels des structures de recherche, et à optimiser leur utilisation. Parallèlement, le projet s'emploie à consolider les capacités d'innovation des PME⁴ du secteur de la mer, et à renforcer leur aptitude à tirer profit des résultats de la recherche. Pour cela, l'accent est mis sur la formation initiale, continue et supérieure, en favorisant le partenariat et les échanges entre pays de la région.

Les promoteurs du projet *RUN Sea Science* parient sur le rapprochement entre opérateurs économiques, scientifiques et décideurs, pour intégrer les résultats de la recherche à une gestion raisonnée des ressources et du milieu marin.

À terme, la démarche fédératrice du projet *RUN Sea Science* permettra de réunir les programmes de recherche sur le milieu marin au sein du « pôle régional mer », qui doit voir le jour prochainement à la Réunion.

1. À hauteur de 922 000 euros.
2. Le préfixe *RUN* correspond d'ailleurs à l'indicatif de l'association internationale des transports aériens pour le principal aéroport de l'île.
3. Zones caractérisées par un haut degré d'endémisme et par les menaces qui pèsent dessus. On recense actuellement 34 points chauds de la biodiversité dans le monde.
4. Petites et moyennes entreprises.

Contact

alain.borgel@ird.fr

Recherche et piraterie maritime ne font pas bon ménage...

La piraterie dans l'Océan Indien occidental est devenue un véritable fléau avec 142 attaques recensées en 2008-2009 et la saisie de 29 navires. Outre les évidentes conséquences humaines et économiques de cette situation, les activités scientifiques sont très impactées avec, en première ligne, la Seychelles Fishing Authority et l'IRD. Les observateurs chargés de suivre les activités de pêche ne peuvent plus embarquer à cause de la présence à bord des thoniers de militaires assignés à la sécurité. Il devient également impossible d'affréter des navires de recherche dans cette zone. Le défi est donc de trouver de nouvelles zones de travail proches des bases de l'IRD dans la région et permettant d'assurer au mieux le suivi scientifique et les activités des différents projets.

Capitaliser les connaissances sur les pêcheries

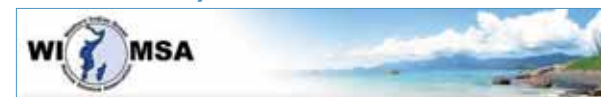


Porté par la Banque mondiale, le programme de développement des pêches du sud-ouest de l'Océan Indien, associant 9 pays, a débuté en 2008. Il a pour objet la capitalisation des connaissances sur les pêcheries et la mise en place d'un plan d'action stratégique régional pour une utilisation durable des ressources dans un cadre écosystémique. L'IRD, qui assure la coordination de la partie française, y joue un rôle moteur aux côtés de l'Ifremer et de l'université de La Rochelle : formation par la recherche et conduite de projets sur les grands pélagiques, les tortues marines et les cétacés.

En savoir plus

<http://www.swiofp.net/>

WIOMSA (Western Indian Ocean Marine Science Association)



Western Indian Ocean Marine Science Association, une ONG internationale créée en 1993, soutient financièrement des projets de recherche sur des questions concrètes de développement des pays du sud-ouest de l'Océan Indien, associant étudiants et chercheurs du Sud et du Nord. Elle édite un journal scientifique, le *WIOJMS*, référencé depuis 2009 dans la base de données *ISI - Web of Sciences*. Elle organise aussi tous les 2 ans un symposium international donnant l'occasion aux chercheurs de la région de présenter leurs travaux aux côtés de personnalités scientifiques de renommée mondiale, le dernier en date s'étant déroulé en août 2009 à la Réunion.

En savoir plus

<http://www.wiomsa.org/>