



Regards croisés sur les enjeux du changement climatique en Afrique de l'Ouest

GIS Climat-Environnement-Société



Comprendre
Prévoir
S'adapter

Sommaire

3 Édito

4 Le GIS Climat c'est...

8 Pourquoi l'Afrique de l'Ouest ?

10 *Encadré. La phase 2 d'AMMA : intégration des connaissances et interactions avec la société*

11 *Encadré. Le programme de recherche interdisciplinaire et participative RIPIECSA*

13 Comprendre

14 **Impact des aérosols désertiques et du climat sur les épidémies de méningites au Sahel**

15 *Encadré. L'Harmattan, l'homme et la méningite*

15 **Risques climatiques dans le développement des zones côtières ouest africaines**

17 Prévoir

18 **Précipitations et impacts hydrologiques et agronomiques du changement climatique**

21 *Encadré. Prévoir et gérer l'eau dans le bassin de la Comoé au Burkina*

22 *Encadré. Au-delà de l'utile, aller vers l'utilisable*

23 S'adapter

24 **Migrations, changement climatique et vulnérabilité**

25 **Adaptation de l'agriculture et de la gestion de l'eau au changement climatique**

27 Tribune

27 **Pour une meilleure utilisation de l'information climatique en Afrique**

28 **Quel avenir pour le pastoralisme ?**

29 **Prendre modèle sur les systèmes traditionnels**

31 *Encadré. Tessékéré, un Observatoire hommes-milieus dans le Sahel*

Publication sous la direction de :

Chantal Pacteau et Sylvie Joussaume

Journalistes : Gayané Adourian et Olivier Monod

Aide à l'organisation et à la rédaction : Clotilde Péan

Création et réalisation graphique : Sylvaine Baeyens

Adresse postale :

GIS Climat-Environnement-Société

Orme des Merisiers, Bâtiment 712

91191 Gif-sur-Yvette Cedex

Les textes présentés dans cette publication sont entièrement sous la responsabilité des éditeurs.

Couverture

Photo du haut : © CNRS/Marie-Françoise Courel

Région du delta central du Niger : arrivée de lignes de grain qui accompagne le mouson.

Photo du bas : © IRD/Florence Boyer

Paysage sahélien un jour d'Harmattan.

Édito

L'Afrique de l'Ouest a connu, ces dernières décennies, des variations importantes de son régime des pluies. Mais au-delà de son caractère d'objet d'étude environnemental, elle est aussi un lieu où se manifeste l'engagement de chercheurs de toute la planète en faveur de la construction et du partage de connaissances susceptibles de contribuer à mieux armer les sociétés face aux défis qu'elles doivent affronter.

Cette publication présente une synthèse des travaux réalisés dans le cadre du Groupement d'intérêt scientifique Climat-Environnement-Société (GIS Climat) sur les enjeux du changement climatique en Afrique de l'Ouest sahélienne. Elle s'appuie également sur les échanges scientifiques ayant eu lieu lors d'un séminaire organisé avec Benjamin Sultan (responsable du projet REGYNA, p. 18) le 5 mars 2012 à Paris. Outre les porteurs des projets que le GIS Climat a soutenus, des chercheurs invités et des personnalités extérieures s'y sont exprimés, permettant ainsi de mieux situer les travaux du GIS Climat dans le contexte national et international des recherches menées au Sahel.

La publication est organisée en trois grandes parties sous forme de trois mots clés : comprendre, prévoir et s'adapter.

COMPRENDRE les variations du climat et comment celles-ci affectent aujourd'hui la vie des sociétés est une nécessité. Le GIS Climat a contribué à cette problématique par le biais de la question des vulnérabilités en se penchant sur des enjeux aussi bien de santé que de développement des zones côtières. Cette question fait appel à différentes disciplines et à une large panoplie d'outils, allant des modèles de climat et d'impact aux enquêtes de terrain, en passant par les bases de données et les observatoires.

PRÉVOIR les changements à venir du climat et de ses impacts peut aider dans l'élaboration de stratégies pertinentes face aux situations inédites liées à des changements allant croissant. L'objectif est autant d'améliorer les modèles climatiques existants pour donner des informations utilisables à l'échelle locale que d'intégrer dans les représentations mentales de chacun et dans les exercices de prévision les incertitudes, non seulement celles liées à la connaissance et à ses instruments, mais aussi celles intrinsèques au monde vivant. La question est abordée ici à travers l'agriculture pluviale.

S'ADAPTER au changement climatique est un défi majeur pour des sociétés sahéliennes pourtant particulièrement expérimentées en matière de variabilité environnementale. Si elles sont préparées à faire face à des variations saisonnières et interannuelles climatiques redoutables, leurs capacités de résilience et d'adaptation seront dépassées face à l'ampleur des évolutions qui s'annoncent, comme en témoigne la chronique des désastres humains et sociaux provoqués par la sécheresse qui a touché l'Afrique subsaharienne des années 70 aux années 90. C'est par l'étude de certains aspects des phénomènes migratoires et des infrastructures hydrauliques que les processus d'adaptation ont été traités.

Au-delà des recherches qu'il soutient, le GIS Climat se veut lieu de prises de position et occasion de rencontres entre acteurs d'horizons variés. Nous avons ainsi ouvert les pages de cette publication à des projets de recherche partageant nos préoccupations. Nous avons aussi offert une tribune aux scientifiques – associés ou non à notre groupement – qui se sont exprimés lors de la table ronde organisée en clôture du séminaire de 2012. Ce n'est qu'à travers un faisceau de perspectives croisées que les savoirs créés pourront être mobilisés au service de la société.

Sylvie Joussaume

Tous les supports des présentations données au cours de ces séminaires sont disponibles sur le site Internet du GIS Climat-Environnement-Société à l'adresse suivante : <http://www.gisclimat.fr/bilan-du-seminaire-regards-croises-sur-les-enjeux-du-changement-climatique-en-afrique-de-louest>

Le Groupement d'intérêt scientifique Climat-Environnement-Société (GIS Climat), c'est...

un consortium scientifique

Créé en mars 2007, le GIS Climat-Environnement-Société est un groupement de seize laboratoires d'Île-de-France, de disciplines variées, qui a pour vocation d'inciter, soutenir et renforcer des recherches interdisciplinaires relatives au changement climatique et à ses conséquences sur l'environnement et la société.

des moyens humains

Le GIS Climat fonctionne grâce à une équipe permanente de trois personnes qui définit les grandes orientations scientifiques, aidée par une responsable de la communication et de l'administration. Le comité d'orientation, constitué d'une dizaine d'experts choisis au sein des laboratoires partenaires, accompagne et conseille toutes les décisions scientifiques. Le conseil de groupement, où siègent les représentants des membres fondateurs et des ministères, se prononce sur les orientations stratégiques du consortium. Quant au conseil scientifique, formé d'experts reconnus internationalement, il exprime son avis et formule des recommandations sur les travaux effectués et les orientations proposées.

et des moyens financiers

Le consortium bénéficie d'une dotation de huit millions d'euros sur une période de sept ans (2007-2014), apportée par ses six membres fondateurs : le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, l'École polytechnique, l'Université Pierre et Marie Curie, l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), avec le soutien des ministères en charge de la recherche et de l'environnement.

L'équipe permanente :

- Directrice : Sylvie Joussaume Sylvie.Joussaume@gisclimat.fr
- Directeur adjoint : Robert Vautard Robert.Vautard@gisclimat.fr
- Directrice adjointe à l'interdisciplinarité : Chantal Pacteau Chantal.Pacteau@gisclimat.fr
- Responsable communication et administration : Clotilde Péan Clotilde.Pean@gisclimat.fr

Les laboratoires

Climat

6 laboratoires fédérés dans l'Institut Pierre Simon Laplace (IPSL)

- ▶ le Laboratoire atmosphères, milieux, observations spatiales (LATMOS)
- ▶ le Laboratoire inter-universitaire des systèmes atmosphériques (LISA)
- ▶ le Laboratoire de météorologie dynamique (LMD)
- ▶ le Laboratoire d'océanographie et du climat : expérimentation et approches numériques (LOCEAN)
- ▶ le Laboratoire de physique moléculaire pour l'atmosphère et l'astrophysique (LPMMA)
- ▶ le Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE)

Hydrologie

- ▶ Le laboratoire Structure et fonctionnement des systèmes hydriques continentaux (SISYPHE)

Écologie

- ▶ le laboratoire Biogéochimie et écologie des milieux continentaux (BIOEMCO)
- ▶ le laboratoire d'Écologie, systématique et évolution (ESE)

Santé

- ▶ Les laboratoires de l'UFR médicale Paris Île-de-France Ouest (PIFO)

Sciences humaines et sociales

- ▶ le Centre Alexandre Koyré
- ▶ le Centre d'études sur la mondialisation, les conflits, les territoires et les vulnérabilités (CEMOTEV)
- ▶ le Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (CIRED)
- ▶ le centre de Recherches en économie-écologie, éco-innovation et ingénierie du développement soutenable (REEDS)
- ▶ le Laboratoire dynamiques sociales et recomposition des espaces (LADYSS)
- ▶ le Pôle de recherche en économie et gestion de l'École polytechnique (PREG)

5 thématiques

- Climat global, politiques énergétiques et développement économique
- Extrêmes climatiques et régions vulnérables
- Changement climatique, écosystèmes, usage des sols et ressource en eau
- Impacts du changement climatique sur la santé
- Adaptation au changement climatique

31 projets financés. Plus de 20 conférences, séminaires ou colloques organisés et de 100 articles publiés

Pourquoi le Groupement d'intérêt scientifique Climat-Environnement-Société ?

Sylvie Joussaume, directrice



Qu'est-ce qui a motivé la création du GIS Climat-Environnement-Société ?

Le projet a été soutenu dans le cadre de l'actualisation 2006 du « Plan climat 2004-2012 », premier plan complet définissant des actions nationales pour lutter contre le changement climatique afin de respecter les objectifs du Protocole de Kyoto. Il s'agissait de créer, en Île de France, un consortium de recherche interdisciplinaire centré sur l'étude du changement climatique et de ses impacts. En s'appuyant sur l'Institut Pierre Simon Laplace, spécialisé dans les recherches sur le climat, le consortium s'est constitué avec des laboratoires d'horizons variés : écologie, hydrologie, santé, sciences humaines et sociales. Avec le soutien des ministères en charge de la recherche et de l'environnement, le réseau est né d'un accord entre des organismes de recherche (CNRS et CEA), des universités (UPMC et UVSQ), l'École polytechnique et l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie. Un contrat de coopération scientifique a été signé, sous la forme d'une structure contractuelle de fédération de compétences et de moyens, intitulée groupement d'intérêt scientifique (GIS).

Pourquoi l'interdisciplinarité ?

Le projet a été porté par des climatologues soucieux d'établir un partenariat avec d'autres disciplines pour explorer les impacts du changement climatique autant sur l'environnement que sur les sociétés. Il était donc nécessaire de travailler en collaboration étroite avec des domaines de la connaissance apportant d'autres regards, d'autres dimensions de réflexion. D'où l'idée de faire équipe avec des écologues, des hydrologues, des économistes, des chercheurs dans le domaine de la santé... Ce besoin de renforcer la dimension interdisciplinaire dans l'étude des conséquences du changement climatique avait déjà été discuté dans le cadre du programme scientifique international *Earth System Science Partnership* et il est notable que plusieurs initiatives proches de la nôtre ont vu le jour dans d'autres pays au même moment.

Quel en était l'objectif ?

L'objectif étant une meilleure connaissance du changement climatique, il fallait une structure capable de favoriser une dynamique de projets intégrant différentes approches. Le GIS Climat a été le moyen incitatif facilitant la mise en réseau et la collaboration, choisi par les deux ministères pour répondre à cet enjeu. Si, au départ, le GIS Climat visait à la fois à renforcer les recherches sur le climat et à développer les études sur les impacts du changement climatique, au fur et à mesure de son évolution, l'accent a de plus en plus été mis par ses tutelles sur le développement d'approches interdisciplinaires, pour lesquelles le GIS Climat, par sa démarche d'animation scientifique et ses capacités incitatives, pouvait jouer un rôle clé. De telles approches requérant du temps pour être conçues et construites, le GIS Climat, qui initialement devait durer 5 ans, a été prolongé de 2 ans.

Comment travaille le GIS Climat ?

Afin de favoriser la dimension interdisciplinaire des projets et renforcer leur potentiel intégrateur, le GIS Climat travaille à partir d'appels à projets et d'animations scientifiques. Ainsi les chercheurs peuvent-ils définir et mettre en œuvre de façon coopérative des projets requérant l'apport de plusieurs disciplines. Après une première vague de projets bénéficiant de collaborations qui commençaient à exister avant sa création, le GIS Climat a décidé de mener une année consacrée à la réflexion et aux animations scientifiques pour approfondir la démarche même de construction de problématiques intégrées robustes, nécessaire au renouvellement des questions et méthodologies. Au fur et à mesure des années, la dimension interdisciplinaire des projets s'est enrichie en mettant en évidence la nécessité d'un temps que nous avons qualifié d'incubation. ■

La fonctionnalité du GIS Climat Chantal Pacteau, directrice adjointe à l'interdisciplinarité

Quelles sont les contraintes imposées aux projets financés par le GIS Climat ?

Pour apporter un soutien explicite et concret à la recherche interdisciplinaire dans le cadre des axes de recherche du GIS Climat, nous avons décliné de manière diversifiée la notion de projet : lancement de sujets originaux nécessitant la constitution d'une petite équipe ; facilitation

du démarrage de projets développés ensuite dans le cadre de programmes nationaux ou européens ; accueil de spécialistes de domaines mal représentés dans la communauté scientifique française ; appui à des projets structurants et à des plates-formes visant à améliorer l'interface avec la société ; collaborations internationales ou encore co-financement de thèses interdisciplinaires.

L'interdisciplinarité au cœur du GIS Climat Entretien avec Jean-Paul Vanderlinden, Professeur en sciences économiques à l'UVSQ ; membre du laboratoire REEDS-UVSQ

Pourquoi un projet sur la construction de l'interdisciplinarité ?

L'objectif de RAMONS était l'interdisciplinarité mise en œuvre dans le cadre de problématiques en lien avec le changement climatique. Ce projet a fait l'objet de la thèse d'Anne Blanchard, défendue en 2011 : il s'agissait de mieux comprendre comment émergent et se développent les coopérations au-delà des frontières disciplinaires. Il a relié de façon novatrice l'interdisciplinarité au concept de réflexivité, la réflexivité étant comprise comme un questionnement et une analyse des représentations, des croyances, des motivations et des intérêts personnels et disciplinaires de chacun. Il s'est appuyé sur une recherche-action participative menée sur certains projets du GIS Climat, à l'aide d'une boîte à outils spécifique. L'intention en était d'épauler les chercheurs dans la construction et le développement de leur projet interdisciplinaire.

En quoi consiste cette boîte à outils ?

Une des idées force d'Anne a été de fournir, aux membres de projets, différents documents standardisés pour échanger, que ce soit lors de présentation ou lors d'ateliers. Cela oblige le participant à se positionner sur sa discipline, sur son sujet d'étude ou encore sur ce qu'il attend des autres dans une approche interdisciplinaire. Le but est autant de faire connaître son univers disciplinaire que de réfléchir sur son propre univers et d'encourager l'ouverture et le respect vers l'univers de l'autre. De même, Anne a mis en œuvre le concept de contrat inaugural entre les membres du collectif afin de définir les attentes et la compréhension de chacun en termes d'interdisciplinarité.

Les outils ne sont pas tout...

La phase de construction d'un projet interdisciplinaire est déterminante. C'est à ce stade que le désengagement des acteurs est le plus fort, car les enjeux se révèlent dans leur complexité – avec le cortège d'incertitudes inhérentes aux contextes interdisciplinaires- et leur chronophage : non seulement il faut faire un examen approfondi de

sa propre démarche scientifique et apprendre à faire avec les concepts et méthodes de l'autre, mais aussi il faut se préparer à ce que j'appelle une « réflexivité sur le long terme » pour jongler entre différence et complémentarité, évolution personnelle et désillusion, apprentissage et efficacité... Il faut aussi s'affranchir du sentiment que son expertise n'est pas suffisamment prise en compte. Une démarche pas forcément agréable et loin d'être facile qui nécessite une réelle motivation.

Que retirez-vous de ce projet de recherche ?

Je prolonge RAMONS tous les jours ! Je réutilise les outils mis en place. Mais surtout je prends toujours le temps de redéfinir l'interdisciplinarité avec mes collègues avant de me lancer dans un projet. Il faut se mettre d'accord sur une définition commune de l'interdisciplinarité – et non pas sur « LA » définition – afin qu'il n'y ait pas d'illusions et de déceptions par la suite.

Comment ancrer l'interdisciplinarité dans la démarche scientifique ?

Le manque de pratique explicite de la réflexivité est un réel obstacle. La réflexivité va au-delà des outils et des exercices qui ont été testés dans RAMONS, elle doit être inscrite dès le départ dans tout cursus scientifique afin d'être comprise par tous. J'ai des étudiants de master en physique qui me disent qu'ils ne voient pas l'intérêt de la philosophie des sciences !

Ensuite, il faut que nous, chercheurs des sciences et techniques, nous nous imposions une nouvelle discipline. Les autres scientifiques sont peu sensibles à notre discours, nous devons donc évoluer.

Quelles pistes explorer ?

Je pense que nous n'approchons pas l'interdisciplinarité par le bon angle. Aujourd'hui nous prenons des bouts de disciplines et nous essayons de les mettre ensemble. Il faudrait plutôt s'intéresser à un sujet, un lieu, un territoire et l'aborder sans a priori disciplinaire. Considérer un objet dans son ensemble, d'emblée, résolument. ■

Pour mettre en œuvre cette variété d'actions, nous avons adopté une politique très souple vis-à-vis de leur financement (le plafond étant compatible avec nos moyens bien sûr !) et de leur durée (3 ans maximum). Et pour garantir le croisement des disciplines, nous nous sommes donné la règle simple selon laquelle chaque projet doit être porté par des chercheurs d'au moins deux domaines de recherche ; les responsables de projet appartiennent nécessairement à l'une des équipes du GIS Climat mais associent au projet les collègues qui ont les compétences requises d'où qu'ils soient.

Quelle est votre ligne de conduite dans les choix de projet ?

Si la communauté scientifique doit approfondir sans cesse les connaissances disciplinaires (les gaz à effet de serre, le cycle de l'eau, l'érosion des sols, par exemple) et en produire de nouvelles, la mission du GIS Climat, elle, est de conjuguer ces connaissances et de construire des communautés pour aider à une compréhension à divers niveaux de complexité des effets du dérèglement climatique et des formes possibles des changements à venir. C'est pourquoi, à côté du soutien de questions exploratoires, nous avons privilégié des projets s'intégrant dans des grands programmes de recherche pour aider à faire émerger des questions de recherche partagées et les outils de pensée que celles-ci nécessitent. Par exemple, nous avons introduit la problématique « adaptation au changement climatique » dans le programme trames vertes de l'Agence nationale de la recherche, où cette question n'était pas prise en compte... ce qui est tout à fait légitime !

Nous approfondissons aussi la co-construction de démarches et de concepts fédérateurs entre sciences de la nature et sciences humaines et sociales, avec l'intégration de nouveaux laboratoires de sciences sociales dans le GIS Climat et le partenariat avec des structures ayant une expérience solide en la matière dans le domaine de l'environnement, telles que l'association Nature Sciences et Société (NSS) ou l'Institut de sciences de l'environnement de l'Université du Québec à Montréal. ■

Acronymes des laboratoires avec lesquels le GIS Climat a collaboré sur le thème de l'Afrique de l'Ouest

EPOC
Environnements et Paléoenvironnements Océaniques et Continentaux
Bordeaux

LOA
Laboratoire d'Optique Atmosphérique
Lille

CRC
Centre de Recherches de Climatologie
Dijon

LTI
Laboratoire de traitement de l'information
Dakar, Sénégal

DMN
Direction de la Météorologie Nationale
Burkina Faso

LMTG
Laboratoire des Mécanismes et Transferts en Géologie
Toulouse

CIRAD
Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

AGRHYMET
Institution spécialisée du Comité Permanent Inter-États de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS)
Niamey, Niger

UFAM
Universidade Federal do Amazonas
Manaus, Brésil

IHH
Institut d'Hydraulique et d'Hydrologie
La Paz, Bolivie

IEE
Institut Européen d'Écologie
Metz

GEMDEV
Groupement d'intérêt scientifique pour l'Étude de la Mondialisation et du Développement
Paris

OIM
Organisation Internationale pour les Migrations
Agence intergouvernementale issue du Comité intergouvernemental pour les migrations européennes, créé en 1951.

2iE
Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
Ouagadougou, Burkina Faso

Pourquoi l'Afrique de l'Ouest ?

© CNRS Photothèque/GUICHARD François, MERGOAT Laurent

Vent de haboob, Hombori, Mali.

L'Afrique de l'Ouest est une des zones les plus vulnérables de la planète aux changements environnementaux.

P

artout dans le monde se lisent désormais les manifestations du changement climatique, différentes d'une région à l'autre. Ces manifestations sont particulièrement importantes dans les zones tropicales. Si celles-ci sont particulièrement touchées, c'est qu'elles sont soumises à des modes de variabilité et phénomènes météorologiques parmi les plus énergétiques de la planète tels qu'ENSO*, les moussons ou les cyclones tropicaux.

L'Afrique de l'Ouest est l'une de ces régions, soumise à un régime de mousson marqué par une saison sèche en hiver et des pluies en été. Depuis des dizaines d'années, ce régime des pluies de mousson subit d'importantes variations temporelles, comme en témoigne la longue période de sécheresse liée aux déficits pluviométriques qui a sévi de la fin des années 1960 au milieu des années 1990 (Figure 1). Cette sécheresse, particulièrement marquée dans la région sahélienne, accentue encore la vulnérabilité des populations à la disponibilité des ressources en

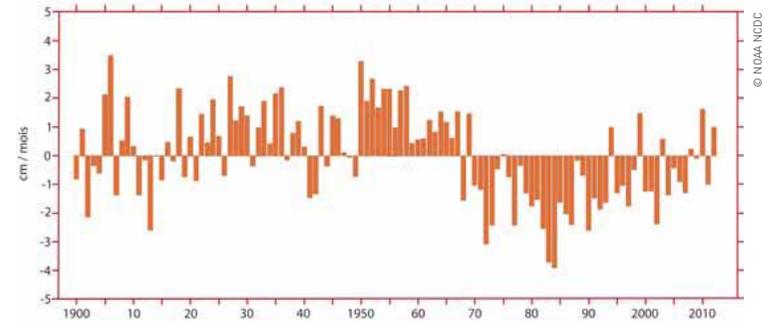
eau. Comment cette région est et sera affectée par le changement climatique ? Telle est la question capitale pour la vie dans cette région que se posent scientifiques et sociétés sahéliennes. S'il est certain que le climat se réchauffe, comment va évoluer le régime des pluies de mousson est loin d'être clair, les différents modèles climatiques ne s'accordant pas sur le signe du changement (Figure 2).

Le programme international AMMA (Analyse multidisciplinaire de la mousson africaine) a été lancé en 2002 par la France afin d'améliorer la connaissance des mécanismes de mousson et la qualité des modèles de prévision. Dans sa première phase (2002-2010), il s'est focalisé sur l'étude de la variabilité climatique en Afrique de l'Ouest, de l'échelle de l'événement convectif à celle de l'évolution multi-décennale, via des campagnes d'observations intensives et des expériences numériques. Il a mobilisé plus de 600 chercheurs dans 30 pays - dont 250 chercheurs africains regroupés dans le réseau AMMA-NET - et a permis de construire une base

Pourquoi l'Afrique de l'Ouest ?

FIGURE 1. ANOMALIES DES PLUIES DE MOUSSON AU SAHEL DE 1900 À 2012

Hauteurs pluviométriques moyennes de juin à octobre (20N-10N, 20W-10E)



University of Washington, Joint Institute for the Study of the Atmosphere and Ocean.

de données multidisciplinaire multi-échelles sans précédent qui permet une meilleure compréhension des interactions entre l'atmosphère, l'hydrologie continentale, la végétation et les océans.

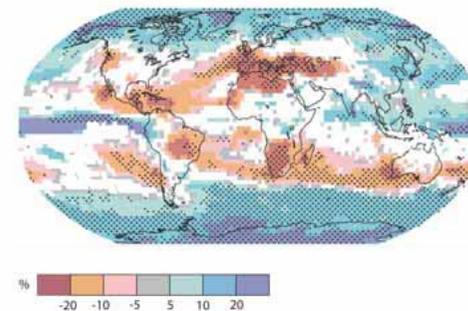
Mais, comme le rappelle Serge Janicot**, « le climat n'est qu'un des facteurs environnementaux interagissant avec les dynamiques sociales. Le poids de la croissance démographique ou le renforcement de l'exploitation intensive des ressources vont continuer à exercer un rôle important sur l'évolution de l'environnement (usages des sols, niveau des nappes phréatiques, pollutions), pouvant entraîner des rétroactions sur le système de mousson lui-même. Ceci va aussi rendre plus difficile pour les populations l'accès aux ressources naturelles, renforçant ainsi leur

vulnérabilité aux aléas climatiques que l'on attend plus importants dans le contexte de l'augmentation des gaz à effet de serre. Il faut donc intégrer la composante "climat" dans un cadre plus global d'étude des changements de l'environnement et de la société ».

Mieux comprendre les risques que font courir les processus de changement climatique à l'Afrique de l'Ouest nécessite, non seulement de mieux comprendre les modifications du climat, mais également comment celles-ci risquent d'affecter écosystèmes et populations. Cette ouverture vers l'écologie et les sciences humaines et sociales est au cœur du programme RIPIECSA (Recherche interdisciplinaire et participative sur les interactions entre les écosystèmes, le climat et les sociétés

Le climat n'est qu'un des facteurs environnementaux interagissant avec les sociétés.

FIGURE 2. SIMULATION DE LA RÉPARTITION DES CHANGEMENTS DES PLUIES D'ÉTÉ POUR LA FIN DU XXI^e SIÈCLE



Changements simulés des pluies d'été (juin-juillet-août) pour la fin du XXI^e siècle par rapport à la fin du XX^e siècle. Les valeurs sont issues des moyennes obtenues à partir d'un ensemble de simulations de modèles climatiques pour un scénario socio-économique moyen (A1B). Ces valeurs sont données en pourcentage de changement. Les zones en pointillé correspondent aux régions où les modèles concordent (> 90 %) sur le signe du changement contrairement aux zones blanches (< 66 %).

© IPCC 2007 WGI-AR4

Pourquoi l'Afrique de l'Ouest ?

d'Afrique de l'Ouest (voir encadré). Elle entre également dans les objectifs de la seconde phase du programme AMMA en cours d'implémentation.

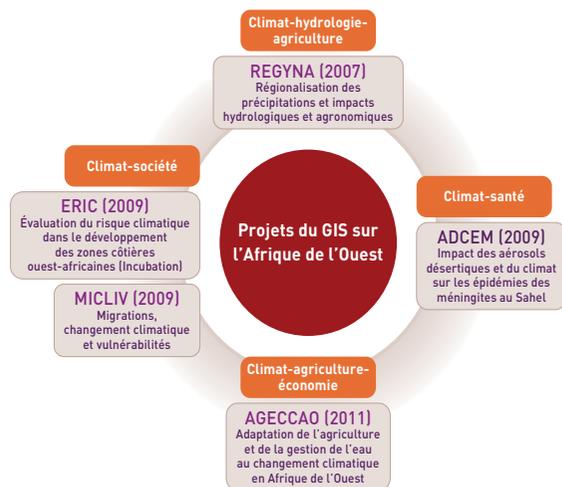
Le GIS Climat-Environnement-Société, créé en 2007, a souhaité soutenir des recherches interdisciplinaires sur le changement climatique et ses impacts en Afrique de l'Ouest, en se plaçant dans le contexte d'AMMA. Un premier projet a

été lancé en 2007, REGYNA, sur la régionalisation du changement climatique et ses impacts sur l'hydrologie et l'agriculture (section Prévoir), ajoutant ainsi une nouvelle dimension dans les thématiques d'AMMA qui n'abordait pas la question du changement climatique. Dans une seconde vague de projets lancés en 2009, c'est la question des liens entre état sanitaire des populations et environnement qui a été abordée par l'étude des impacts des aérosols désertiques sur les méningites (section Comprendre); c'est également celle des conséquences des stratégies migratoires liées aux aléas climatiques sur les économies locales et nationales (section S'adapter). En outre, un travail de réflexion mené en commun entre chercheurs français et sénégalais et acteurs territoriaux a été mené, dont l'objectif a été d'élaborer les bases d'un observatoire intégré des changements climatiques et sociaux sur les zones côtières de l'Afrique de l'Ouest (section Comprendre). En 2011, dans la suite de REGYNA, un nouveau projet s'est penché sur l'adaptation au changement climatique dans les secteurs de l'agriculture et de la gestion de l'eau. (cf. Figure sur les projets GIS Climat). ■

* ENSO est un acronyme composé à partir des termes El Niño et Southern Oscillation (oscillation australe). C'est un phénomène climatique et océanographique reliant le phénomène El Niño et l'oscillation australe de la pression atmosphérique.

** <http://www.gisclimat.fr/sites/default/files/AMMA.pdf>

LES PROJETS DU GIS SUR L'AFRIQUE DE L'OUEST



La phase 2 d'AMMA : intégration des connaissances et interactions avec la société

La phase 2 d'AMMA vise à mieux prendre en compte les priorités des sociétés, étudier la prévisibilité et améliorer la prévision météorologique, saisonnière et climatique. Dans cette deuxième phase, AMMA doit aider à répondre à des préoccupations majeures concernant les interactions société-environnement-climat, et particulièrement autour des thématiques : ressources en eau, usage des terres et productivité, agriculture et sécurité alimentaire, santé, énergie, écosystèmes, zones urbaines et mégapoles africaines, principalement côtières.

Quatre axes sont privilégiés : autour de l'évaluation et l'amélioration des modèles,



Campagne AMMA 2006. Intérieur de l'avion ATR42 de SAFIRE (Service des avions français instrumentés pour la recherche en environnement).

© CNRS Photographie/Guillaume DELHAYE

Pourquoi l'Afrique de l'Ouest ?

de leur exploitation, de l'amélioration de l'exploitation des observations et de la recommandation et mise en œuvre de systèmes pérennes de surveillance et de prévision. Ce programme vise à améliorer les prévisions météorologiques et climatiques pour induire une meilleure confiance dans les projections du changement climatique. L'objectif est de contribuer à améliorer les systèmes d'alerte et de proposer des informations et produits utilisables par les services opérationnels pour des applications dans ces thématiques.

Enfin, la compréhension du système de mousson en Afrique de l'Ouest reste l'enjeu phare de cette deuxième phase d'AMMA, avec notamment l'étude de boucles de rétroactions essentielles. Travailler sur différentes échelles – météorologique, intra-saisonnière – permet aussi de prendre en compte les besoins des communautés humaines, notamment autour de la problématique agricole. Avec ces études d'échelles, AMMA vise à étendre la compréhension des cycles d'énergie et de l'eau du système de la mousson de l'Afrique de l'Ouest.

La 2^e phase de ce vaste programme est également l'occasion de mettre en place des réseaux d'acteurs affiliés à la communication scientifique avec des partenariats entre les institutions et associations locales, une étape essentielle à la sensibilisation des utilisateurs et des décideurs en Afrique. ■



Développement vertical d'un cumulus en fin de journée à Agoufou au Mali.

© CNRS Photographie/Guillaume DELHAYE

Le programme de recherche interdisciplinaire et participative RIPECSA

Le programme RIPECSA (Recherche interdisciplinaire et participative sur les interactions entre les écosystèmes, le climat et les sociétés d'Afrique de l'Ouest) est un Fond de Solidarité Prioritaire (FSP) doté d'un montant de 3,5 millions d'euros qui s'est étalé entre les années 2007 et 2011. L'objectif initial est parti de la nécessité de promouvoir des recherches interdisciplinaires sur les impacts environnementaux et sociétaux des changements climatiques. Financé par le Ministère français des Affaires Étrangères et Européennes, le programme a permis de soutenir 25 projets de recherche sur les interactions entre les sociétés et leurs milieux en lien avec la variabilité et le changement climatique. En Afrique de l'Ouest, il a permis d'impliquer près de 55 institutions du Sud avec pas moins de 16 universités et 12 institutions « techniques ». En tout, ce sont 150 chercheurs africains qui ont collaboré avec une cinquantaine de chercheurs du Nord.

Outre l'objectif de promouvoir l'interdisciplinarité, ce programme recouvrait d'autres objectifs comme celui d'impliquer la société civile et de partager les réflexions avec les gouvernements et celui de renforcer les communautés scientifiques de l'Afrique de l'Ouest dans le domaine du changement climatique. Enfin, un volet était consacré à la diffusion des



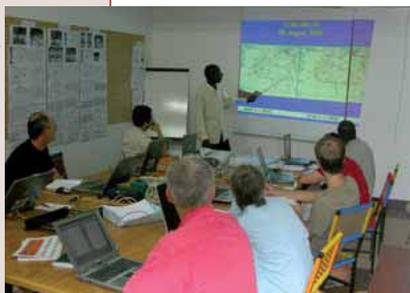
→ recherches et de leurs résultats. Il a été piloté par l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) et mis en œuvre par l'Agence Inter-Etablissements de Recherche pour le Développement (AIRD). L'atelier final du programme RIPIECSA, qui s'est déroulé du 18 au 21 octobre 2011 à Cotonou au Bénin, a été consacré au bilan scientifique du programme et à son impact sur les activités scientifiques sur le changement climatique en Afrique.

L'interdisciplinarité des recherches conduites a permis de prendre en compte les multiples interactions entre le climat, les écosystèmes et les sociétés. Elle a ainsi visé l'étude de la dynamique des facteurs humains, écologiques et climatiques dans les changements et l'identification des scénarios probables des évolutions futures. Pour ce faire, les chercheurs des sciences de la vie et des sciences sociales ont fortement été incités à intégrer les données climatiques dans leur questionnement. Par exemple, l'analyse des risques pesant sur les ressources naturelles doit aussi bien prendre en compte les dimensions sociales et politiques que les facteurs climatiques.

D'autre part, la démarche participative permet d'associer à la réflexion des scientifiques celle des acteurs économiques et sociaux. Le projet a participé à la mise en réseau des scientifiques, des représentants de la société civile et des décideurs politiques des pays bénéficiaires sur toutes les problématiques liées au changement climatique. (cf atelier de restitution : http://ripiecsa.sciencesconf.org/conference/ripiecsa/boa_fr.pdf)

À l'issue de ces journées d'atelier, un plan d'action pour la période 2012–2015 du réseau AMMANET (réseau de chercheurs sur les sciences de l'environnement et du climat en Afrique), qui a contribué à la mise en œuvre de RIPIECSA, a été élaboré. L'objectif de ce réseau reste d'identifier et de développer des applications de la recherche les plus à même de présenter une plus-value pour le développement des pays du Sud ; de développer un dialogue plus étroit entre recherche, développement et décideurs pour améliorer les outils d'aide à la décision et à la planification, les systèmes d'alerte, la formation des cadres des services techniques. Enfin, il s'agit également de proposer localement une offre d'expertise de haut niveau à travers le réseau AMMANET pour contribuer à la mise en œuvre de différents plans d'actions et programmes régionaux sur l'environnement. ■

© IRD/Thierry LEBEL



Le briefing du soir.



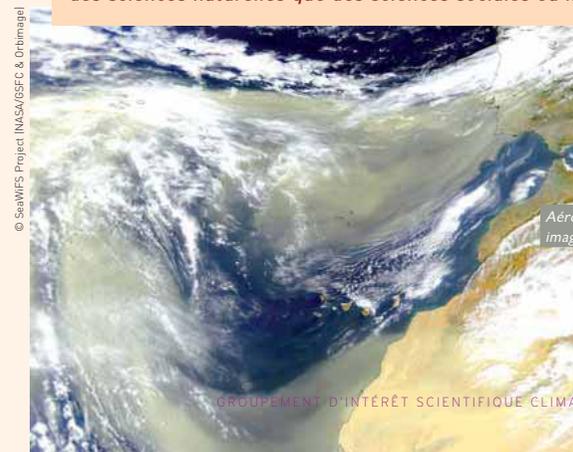
Mbour, Petite-Côte au Sénégal.

Vulnérabilités sanitaires endémiques, vulnérabilités des zones urbaines côtières dont les risques d'aggravation par le changement climatique sont considérables, ce sont là deux des problématiques que le GIS Climat a choisi de soutenir, car emblématiques des alliances interdisciplinaires à créer ou renforcer pour une meilleure compréhension des interactions hommes/milieu. En explorant le lien entre épidémies de méningite dans le Sahel et aérosols désertiques, il s'agit de mieux comprendre l'émergence des épisodes épidémiques, d'estimer quand et où ils peuvent survenir et in fine d'intégrer des paramètres atmosphériques robustes dans les systèmes de surveillance épidémiologique. Quand la création d'un observatoire multidisciplinaire des vulnérabilités de la Petite-Côte du Sénégal est proposé, l'objectif est de disposer d'un outil d'analyse de la nature des risques climatiques auxquels font face les zones côtières ouest africaines et de susciter une dynamique d'observation durable destinée à lutter contre la « vulnérabilisation » de ces zones grâce à la mobilisation de savoirs scientifiques relevant tant des sciences naturelles que des sciences sociales ou médicales.

© Sylvie JOUSSAUME



Lidar profil vertical des aérosols, station de Mbour.



Aérosols désertiques, image satellite.

© SeaWiFS Project (NASA/GSFC & Orinimgal)

Impact des aérosols désertiques et du climat sur les épidémies de méningites au Sahel

Acronyme : ADCEM (Impact des Aérosols Désertiques et du Climat sur les Epidémies des Méningites au Sahel)

Porteur : Béatrice Marticorena

Début : septembre 2009

Durée : 36 mois

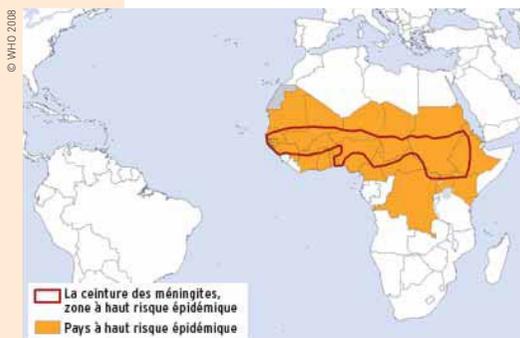
Labo. GIS : LISA – BIOEMCO – LMD – LOCEAN

Labo. hors GIS : EPOC – LOA – CRC – LTI – DMN

Au Sahel, la morbidité présente une concordance temporelle avec les cycles climatiques saisonniers. Ici, c'est le lien entre la dynamique des épidémies de méningites, les conditions climatiques et les aérosols désertiques qui est exploré.

La méningite cérébro-spinale est un problème de santé publique majeur dans plusieurs pays d'Afrique composant « la ceinture des méningites », une zone qui s'étend de l'ouest du Sénégal à l'est de l'Éthiopie, et compte 400 millions d'habitants. Aujourd'hui, selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), 25 000 à 250 000 personnes sont touchées chaque année par les épidémies de la maladie en Afrique de l'Ouest. Environ 10 % des cas sont mortels ; la maladie frappe majoritairement des enfants de moins de 15 ans et 10 à 20 % des survivants présentent des séquelles neurologiques...

La maladie frappe majoritairement des enfants de moins de 15 ans.



Cette pathologie est liée à une conjonction mal connue de facteurs populationnels (e.g. migrations saisonnières, immunité) et environnementaux tels que la distribution spatiale de la végétation et le climat. L'intensité ainsi que le calendrier des méningites semblent très liés au vent et au temps sec. Les poussières du désert associées à une forte sécheresse de l'air pourraient déstabiliser les muqueuses pharyngées et permettre à la bactérie de passer dans le sang (encadré).

Les épidémies ont lieu de février à avril, en plein milieu d'une saison hivernale dominée par les vents d'Harmattan venant du nord, secs et chargés en poussières minérales. On observe un pic d'aérosols avant chaque pic de méningites avec un décalage d'environ 2 semaines ; l'intensité des épidémies et celle des vents semblent corrélées. Cette relation disparaît avec la phase d'augmentation de l'humidité liée à l'arrivée de la mousson.

Mieux comprendre les liens entre conditions climatiques, empoûssièrement et dynamique spatiale et temporelle des épidémies de méningites est un enjeu considérable de santé publique dans un contexte de forte variabilité du climat et de ses changements futurs, et dans une région où le contenu atmosphérique en aérosols est parmi les plus forts observés au monde. Telle est l'ambition du projet ADCEM qui porte sur trois pays d'Afrique de l'Ouest particulièrement touchés par les épidémies de méningites : le Burkina Faso, le Niger et le Mali.

La première étape du projet a consisté à collecter des données épidémiologiques et géophysiques – dont la concentration en aérosols – pour travailler sur des bases de données à différentes échelles spatiales et temporelles. Côté données sanitaires, il s'agissait de constituer des séries temporelles à partir des données de surveillance OMS relevées par district et homogénéisées sur la période 1998-2009. Côté aérosols, le réseau de mesures au sol étant très peu dense au Sahel et les observations spatiales de plus en plus utilisées, il fallait déterminer dans quelle mesure les indices aérosols dérivés de données satellitaires étaient un bon reflet des niveaux de concentrations des aérosols mesurés *in situ*. La validation des méthodes de mesure par satellite a été effectuée et des indicateurs des concentrations d'aérosols testés.

Les recherches menées dans le cadre d'ADCEM ont conforté l'hypothèse d'une corrélation entre aérosols désertiques et épidémies de méningites, notamment dans la période entre le démarrage et le pic de l'épidémie. Il s'agit maintenant, entre autres tâches, d'évaluer le rôle des aérosols par rapport à d'autres facteurs climatiques (vent, température, humidité) et de généraliser

les résultats grâce à la modélisation ; il serait aussi intéressant, à partir de séries d'archives sanitaires et climatiques, de procéder à des reconstructions épidémiologiques d'avant la vaccination. Parmi d'autres, ce sont là quelques-uns des jalons vers la réalisation de systèmes fiables d'alerte précoce des épidémies de méningites en Afrique de l'Ouest. ■

ADCEM porte sur les trois pays d'Afrique de l'Ouest parmi les plus touchés par les épidémies de méningites : le Burkina Faso, le Niger et le Mali.

L'harmattan, l'homme et la méningite

« La responsabilité de cette affection bactérienne incombe au méningocoque, *Neisseria meningitidis*, dont l'homme est à la fois le seul réservoir et l'unique hôte réceptif. C'est donc lui, malade ou porteur sain, qui assure la pérennité de l'endémie. Le méningocoque circule en permanence entre les hommes, de sorte que le cycle épidémiologique ne s'interrompt jamais totalement. La transmission se fait par des particules de salive (...) qui, une fois en suspension dans l'air, s'introduisent chez un hôte par la voie respiratoire. (...) Une muqueuse rhinopharyngée saine constitue une barrière efficace contre la pénétration du germe infectieux. Mais la conjonction d'une baisse du degré hygrométrique de l'air, d'un vent fort et de la présence d'aérosols d'origine terrigène irritent cette muqueuse et y développent des microlésions, qui donnent aussitôt à *N. meningitidis* l'opportunité d'entamer sa migration vers l'encéphale, d'autant que les mêmes conditions climatiques sont soupçonnées d'inhiber les défenses immunitaires de surface. Le sujet contaminé « fait » alors une méningite. Les fines poussières véhiculées par le vent servent, en outre, de support à courte distance aux microorganismes contenus dans l'air. Rien d'étonnant, dès lors, à ce que les vagues épidémiques (...) se placent « dans le sillage de l'harmattan », et que la première pluie porte un coup d'arrêt brutal aux bouffées épidémiques. »

Tiré de Jean-Pierre Besancenot et al. (2004). Climat, eau et santé au Sahel ouest-africain
http://www.je.com/fr/revues/agro_biotech/sec/e-docs/00/04/OE/49/article.phtml

© IRD/Florence BOYER

Risques climatiques dans le développement des zones côtières ouest africaines

Le 27 au 29 octobre 2010, au cœur du projet ERIC, s'est tenu à Dakar un atelier-débat sur le thème des risques climatiques auxquels font face les zones côtières ouest africaines. Ces journées de réflexion ont regroupé des chercheurs de toutes disciplines du Nord et du

Acronyme : ERIC (Evaluation des Risques Climatiques dans le développement des zones côtières ouest africaines)

Porteur : Jacques Quenière

Début : juin 2010

Durée : 12 mois

Labo. GIS : BIOEMCO – CEMOTEV – LSCE – LADYSS – REEDS

© SYLVIE JOUSSAUME

Quelles ont été les conclusions de cet atelier ?

L'atelier a permis de définir des priorités d'observations. Avant de pouvoir agir sur un système intégré, il faut déjà le comprendre. Les pêcheurs s'installent dans des lieux où le poisson foisonne et où ils pourront facilement le vendre, ils sont donc liés à la ville. Mais quid de l'articulation mer/continent ? Comment ce système réagit-il aux déplacements de populations par exemple ? Personne ne le sait car personne n'étudie les interactions entre dynamiques écologiques, dynamiques économique-sociopolitiques et dynamiques climatiques. Nous ne connaissons pas la résilience de ces systèmes complexes et nous n'avons pas de données sur eux ni sur leur comportement dans le temps. L'atelier de Dakar nous a permis de définir des priorités ainsi que des méthodes d'observations.

Ce projet s'inscrivait-il dans une dynamique locale ?

Bien sûr ! À Mbour, il n'existait qu'une station de géophysique créée dans les années 1950. Nous avons obtenu une chaire de l'UNESCO dans les années 1990 pour travailler sur la région de manière intégrée. Nous avons ensuite pu créer en 2007 le master GIDEL (Gestion intégrée et développement durable du littoral ouest-africain) à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar.

Comment se sont concrétisées les conclusions de cet atelier ?

Le projet d'observatoire pluridisciplinaire de la côte de Mbour continue via le master sur place, même si nous n'avons pas eu tous les financements souhaités. Mais les rencontres permises lors de l'atelier ont été la première pierre d'une initiative internationale beaucoup plus ambitieuse.* Il fallait élargir le cercle des partenaires autour des institutions scientifiques classiques car l'ampleur du projet le fait sortir du milieu de la recherche stricto sensu. Nous nous sommes rapprochés d'autres organismes des Nations Unies et, grâce au travail réalisé lors de l'atelier, nous avons pu leur exposer un projet abouti en vue de Rio + 20.

* « Approche territoriale du changement global – Partenariat services scientifiques et partage des savoirs », dénommé TASK pour Territorial approach through science & knowledge.

Sud autour d'une étude de cas ayant pour objet la Petite-Côte du Sénégal, et plus particulièrement la ville de Mbour et son voisinage direct. Une rencontre impulsée par Jacques Quenière, directeur de recherche à l'Institut de recherche pour le développement (IRD).

Jacques Quenière, pourquoi avoir voulu réunir autant d'experts de disciplines si différentes (28 chercheurs représentant une dizaine de disciplines) ?

Il est primordial d'avoir une approche intégrée des zones vulnérables que sont les côtes. On ne peut plus dissocier les différents secteurs car ils interagissent les uns avec les autres. Le littoral n'était qu'une zone de pêche et d'agriculture il y a 50 ans. Brutalement, dans les années 1970/1980, il est également devenu une zone touristique. Le tourisme est entré en compétition avec l'agriculture pour les ressources en eau douce de la zone.

Ce phénomène a été accompagné d'une croissance urbaine record de plus de 6 % par an. On a eu besoin de beaucoup de sable pour faire du ciment. Mais si on prend le sable de la plage, on accentue l'érosion, donc l'agriculture locale est touchée...

La compétition pour l'espace devient toujours plus forte entre les secteurs économiques... Tout le projet ERIC est là : essayer de comprendre les interactions entre les différents secteurs sur un territoire donné et y intégrer la dimension climatique.

Avant de pouvoir agir sur un système intégré, il faut déjà le comprendre.

Mbour. Pression anthropique.

Prévoir

Transport de l'eau par canalisation, sud-ouest du Burkina Faso.

Quels qu'ils soient, tous les scénarios climatiques simulés à l'échelle de l'Afrique soudano-sahélienne prévoient une élévation de la température tout au long du XXI^e siècle qui pourrait s'accompagner d'épisodes de sécheresse et de pluie extrêmes. Étudier le climat futur de ce territoire et son impact potentiel sur la production agricole est donc un enjeu capital pour la sécurité alimentaire d'une région où l'agriculture est essentiellement pluviale.

À l'aide de différents modèles des changements climatiques locaux et d'analyses des facteurs climatiques majeurs affectant le rendement des cultures de mil et de sorgho, le projet REGYNA – soutenu par le GIS Climat – prévoit que les rendements futurs connaîtront une baisse. Utilisée par les agriculteurs, la possibilité de prévisions climatiques, allant de la décade à la décennie, pourrait les aider dans leurs stratégies agricoles et permettre de réduire la vulnérabilité de l'agriculture traditionnelle.

Station météorologique au Bénin installée dans le cadre du programme AMMA sur la mousson africaine.

© Carla RONCOLI

© IRD/Jean-Pierre GLENGANT

© IRD/Thierry LEBEL



Les adolescents portent la récolte de mil, Burkina Faso.



Paysans cultivant le mil, Burkina Faso.

© CNRS Photothèque/Claude DELHAYE

Précipitations et impacts hydrologiques et agronomiques du changement climatique

Acronyme : REGYNA (REGionalisation des précipitations et impacts hYdrologiques et agroNomiques du changement climAtique dans les tropiques)

Porteur : Benjamin Sultan

Début : mars 2008

Durée : 36 mois

Labo. GIS : CIRED - LADYSS - LOCEAN - LSCE - LMD

Labo. hors GIS : GET - CIRAD

L'agriculture est une activité très dépendante du climat et particulièrement concernée par l'amélioration de la prévision climatique pour mieux évaluer et prévoir les rendements. Outre la qualité et la fiabilité de cette prévision, il est important de pouvoir fournir une information directement utilisable par les populations locales.

Le Sahel a connu, à partir des années 1960, la plus forte tendance à la baisse des précipitations identifiée au cours du XX^e siècle dans le monde. Les sécheresses qu'a connues la région ont provoqué plusieurs crises alimentaires. Anticiper les variations climatiques, liées en particulier aux impacts des régimes précipitants sur l'agriculture, est un enjeu majeur pour la région. Le projet REGYNA s'est focalisé sur cet objectif à partir d'une démarche de modélisation visant à améliorer la représentation des précipitations aux échelles régionales et locales, à mieux qualifier les incertitudes associées à cet exercice de « descente d'échelle » et à étudier les facteurs du changement climatique les plus susceptibles d'affecter le rendement des cultures de subsistance telles que le mil et le sorgho.



© Sylvie DJUSSAÏME

Culture du mil, Sénégal.

L'étude des impacts du changement climatique sur l'agriculture nécessite d'utiliser un ensemble de modèles de climat. Ceux-ci permettent de simuler l'évolution future du climat sous différents scénarios socio-économiques d'évolution de la concentration en gaz à effet de serre. Ces scénarios se basent sur la mise en place ou non de politiques de transition énergétique et sur la nature de ces politiques. Cette approche permet d'appréhender les incertitudes associées aux modèles de climat et aux scénarios socio-économiques.

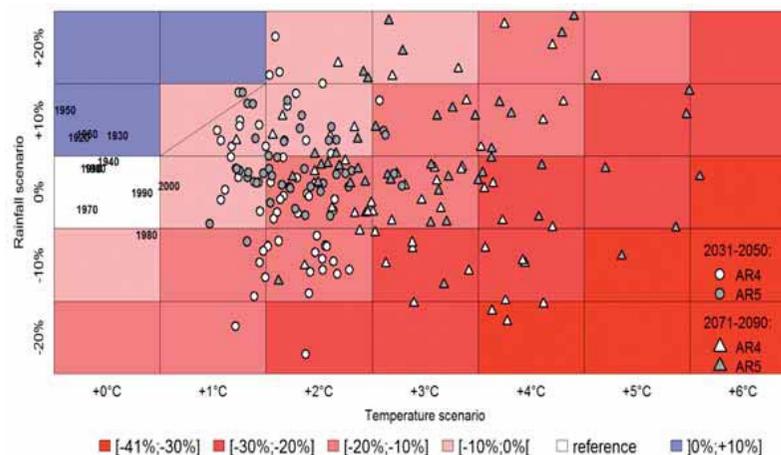
Le projet REGYNA a développé différentes approches permettant de transposer et d'adapter à plus petite échelle les résultats de modèles globaux. Ces résultats ont été ensuite couplés à différents modèles de rendement agricole afin d'estimer l'ampleur possible des modifications de productivité des céréales traditionnelles.

Bien que les précipitations soient un élément majeur pour le rendement des cultures en Afrique de l'Ouest, leur évolution dans le contexte du changement climatique ne serait finalement pas le facteur principal dans les scénarios de rendement futur des céréales cultivées dans la région.

Quelles que soient la méthode utilisée pour modéliser le rendement agricole et les conditions de températures et de précipitations envisagées, c'est la température qui détermine le signe de l'impact du changement climatique sur les récoltes, un impact négatif dans la majorité des cas. Même si l'évolution pluviométrique allait dans un sens bénéfique, elle ne ferait que diminuer l'amplitude de cet impact négatif, sans pouvoir inverser son signe (voir Figure 3).

La température est le facteur climatique déterminant dans les scénarios de rendement futur des céréales cultivées dans la région.

FIGURE 3 : LES EFFETS DE CHANGEMENT DE TEMPÉRATURE ET DE PLUVIOMÉTRIE SUR LES RENDEMENTS AGRICOLES



Sous différents scénarios de changements de température et de pluviométrie en Afrique de l'Ouest et différents modèles de climat (ici AR4 et AR5), les simulations du rendement agricole des céréales présentent dans la majeure partie des cas un déficit d'autant plus marqué que le réchauffement est important (couleur allant du rose au rouge).

Quel que soit l'horizon temporel envisagé, 2031-2050 (ronds) ou 2071-2090 (triangles), les différentes projections montrent toutes une augmentation de températures (axe horizontal) mais diffèrent sur le signe du changement des pluies (axe vertical).

Le facteur principal conduisant au déficit de rendement agricole est l'augmentation de la température, les scénarios de pluies ne venant que moduler cet effet. Cette diminution contraste avec les valeurs observées entre 1950 et 2000 (positionnées dans les cases blanches et bleues du graphe).

Ce résultat, surprenant par rapport à l'histoire de la région ces dernières décennies, minimise de fait l'importance des incertitudes qui subsistent sur les estimations du changement pluviométrique. À paramètres constants, la température est le facteur climatique déterminant pour la productivité agricole. Il s'agit maintenant de prendre en compte les stratégies que mettent en œuvre les agriculteurs pour contrer ces baisses de rendement. C'est l'objet du projet *Environmental and Social Changes in Africa : Past, present and futurE* (ESCAPE)*, qui prend en compte les activités des sociétés pour élargir le questionnement de REGYNA.

Benjamin Sultan, sur quel projet travaillez-vous dans la continuité de REGYNA ?

Dans REGYNA, nous avons travaillé toutes choses étant égales par ailleurs, comme si les sociétés n'évoluaient pas. C'est un biais important, car les

sociétés bougent en permanence et, face aux changements du climat, qu'ils soient progressifs ou soudains, elles cherchent à en atténuer les effets ou à construire de nouvelles stratégies. Ce sont ces capacités de résilience et d'adaptation ainsi que la diversité des systèmes de production et la variété des environnements naturels et sociaux qui la contraignent que nous voulons étudier et documenter dans le cadre du projet ESCAPE. Nous avons décidé de relever deux défis avec ESCAPE. Le premier consiste à réaliser un diagnostic des changements passés et à l'œuvre dans les systèmes de production ruraux et d'y faire ressortir les implications de la variabilité climatique. Il faut comprendre comment les effets induits par le climat interagissent avec les autres changements globaux en Afrique (évolution démographique, changements dans l'utilisation des terres, urbanisation croissante, reconfigurations sociales, pauvreté...). Le deuxième défi

Les sociétés bougent en permanence et, face au changement climatique, elles cherchent à en atténuer les effets ou à construire de nouvelles stratégies.

© IRD/Patrick BLANCHON



Champs de mil, Niger.

Les températures projetées par les modèles de climat dans les différents scénarios de changement climatique dépassent de loin ce qui a été observé sur le siècle.

d'ESCAPE est la formulation, par les scientifiques et les acteurs du monde rural, de propositions d'actions à la fois pertinentes du point de vue scientifique et socialement justes.

À quels problèmes vous êtes-vous heurté lors de cette étude ?

Sur ce type de sujet, nous sommes confrontés à plusieurs sources d'incertitude et de variabilité liées, entre autres, à l'ampleur du changement climatique, aux méthodes de régionalisation, aux réponses des sociétés... Il en résulte qu'une des tâches du scientifique est de quantifier et tenter de réduire les incertitudes liées à ses projections. Il faut également pouvoir communiquer cette incertitude aux utilisateurs potentiels sans qu'elle empêche les actions de lutte contre les effets nuisibles du changement climatique ni qu'elle conduise à de mauvaises décisions.

Quelles pistes pourrait-on explorer maintenant ?

Il faut chercher à réduire ces incertitudes à chaque maillon de la chaîne. On a, par exemple, peu d'informations sur la réponse des plantes à un changement climatique abrupt. On dit que les plantes tropicales sont robustes aux hautes températures, mais si on fait face à une hausse de 4 degrés, le supporteront-elles ? Dans ce cas on est dans l'inconnu car les températures projetées par les modèles de climat dans les différents scénarios de changement climatique dépassent de loin ce qui a été observé sur le siècle. Il est donc nécessaire de questionner la pertinence des outils dont on dispose pour quantifier la réponse des rendements aux variations climatiques. De plus, il est très difficile d'évaluer la vulnérabilité, la résilience et les capacités d'adaptation des populations à des changements environnementaux que l'on n'a jamais observés.

* <http://www.locean-ipsl.upmc.fr/-ESCAPE/>



Photos page 21 : © Carla RONCOLI

Prévoir et gérer l'eau dans le bassin de la Comoé au Burkina

Face à leur double vulnérabilité en matière de ressources en eau – pluviométrie largement déficitaire et irrégulière ainsi que gestion des ressources en eau longtemp sectorielle – le Burkina Faso s'est résolument tourné vers la mise en place de mécanismes de gestion intégrée de la ressource en eau (GIRE), jusqu'à être l'un des vingt pays les plus avancés sur la centaine de pays qui planifient ces mécanismes. « La GIRE est fondée sur une vision globale qui tient compte de la dynamique des ressources en eau au sein des espaces naturels que sont les bassins hydrographiques ou les aquifères, avec une implication de l'ensemble des acteurs du domaine de l'eau dans un nouveau cadre de gestion, permettant de concilier au mieux l'ensemble des usages pour le développement continu d'une région ou d'un pays.* » Elle se base sur les concepts de flexibilité et d'adaptabilité pour élaborer des stratégies évolutives et robustes à des conditions changeantes ; elle se base aussi sur des processus participatifs, où individus et groupes d'intérêt doivent pouvoir négocier autour des différents besoins et usages en eau en fonction de la disponibilité de la ressource.

Les mesures doivent être techniques et institutionnelles. C'est au niveau global que doivent être traités les impacts liés au manque d'eau ainsi que le partage des gains et des pertes selon les différents secteurs de la société. Pour documenter le processus au niveau local, l'anthropologue Carla Roncoli** et ses collègues travaillent dans le sud-ouest du pays, sur le bassin de la Comoé, où un réseau de retenues, construit il y a plusieurs décennies, fournit de l'eau pour la culture et le raffinage de la canne à sucre à la Nouvelle Société Sucrière de la Comoé, SN-SOSUCO. Une situation caractéristique de conflits d'usage avec les agriculteurs et autres utilisateurs.

Les scientifiques explorent l'architecture des décisions en expérimentant différents contextes d'incertitudes environnementales et climatiques affectant les ressources en eau et différents supports d'aide à la décision et en analysant les réponses de chaque partie face à des horizons temporels variés et à la manière de représenter les informations. Les résultats majeurs obtenus dans leur étude : la mise en évidence que l'utilisation d'un discours en français (langue officielle qui n'est pas maîtrisée par tous les acteurs), basé sur les connaissances technico-scientifiques, marginalise certains usages de l'eau et certains utilisateurs. Le rôle officiel conféré au Comité local de l'eau (composé d'élus, de services techniques, de représentants des utilisateurs et d'organisations de la société civile) pour la gestion des conflits a pour effet de délégitimer les demandes et les protestations qui proviennent hors de ce cadre. Ainsi les bailleurs de fonds, dominants historiques, conservent le contrôle de la répartition de l'eau.

Cependant, la GIRE est reconnue comme un instrument pertinent. Les résultats des processus de délibération sont encourageants, quand, anticipant les besoins de chacun et les périodes de sécheresse, les différents acteurs décident de moduler l'utilisation du barrage toute l'année afin de partager le manque d'eau.

* <http://www.gwp.org/fr/GWP-Afrique-Ouest/The-Challenge/La-Gestion-des-Ressources-en-Eau-GIRE/>

** Carla Roncoli (PI), Benjamin Orlove (PI), Brian Dowd-Urbe (2012). *Integrated Water Management in Burkina Faso. A study of social context and decision architecture.* <http://cred.columbia.edu/2012/01/19/burkina/>



Au-delà de l'utile, aller vers l'utilisable

Comment appliquer les prévisions climatiques pour qu'elles servent réellement aux populations locales ? C'est l'une des préoccupations d'Ousmane Ndiaye, chercheur à l'Agence nationale de l'aviation civile et de la météorologie du Sénégal. « *Il existe une demande d'informations à l'échelle locale et sous-saisonnaire,* » explique-t-il. « *Mais encore faut-il l'adapter aux besoins des agriculteurs. Par exemple, nos modèles de prévision intra-saisonnaire doivent être valables en avril plutôt qu'en juin, car c'est à ce moment-là que se fait le choix du type de plantes à cultiver.* » Il faut aussi prendre en compte les savoirs locaux des paysans sur les phénomènes de variabilité climatique.

Écouter

La phase d'écoute est essentielle car c'est là que se noue le lien de confiance avec les agriculteurs, que leurs besoins s'expriment et que la traduction des modes de pensée s'opère. « *Un agriculteur nous a expliqué qu'il pouvait anticiper la saison des pluies quand le vent paraît chercher la pluie,* » explique O. Ndiaye.

Former

Les scientifiques doivent aussi former les acteurs à l'utilisation de quelques notions de base et d'instruments de mesure. « *Il est primordial de leur faire comprendre la probabilité et la statistique* », poursuit-il. « *Afin de ne pas créer de déception, les agriculteurs doivent comprendre que les prévisions des modèles ne sont pas fiables à 100 %. Une notion que ces hommes proches de la terre comprennent car les signes qu'ils utilisent eux-mêmes échouent parfois.* »

Accompagner

Des expériences d'utilisation de la prévision saisonnière sont menées avec les paysans dans la région de Kaffrine au Sénégal. Elles montrent des modifications de stratégies chez certains des agriculteurs selon qu'ils aient eu, ou non, accès aux prévisions des modèles.

Mais si la science est nécessaire, elle n'est pas suffisante. Car le processus ne s'arrête pas avec la dissémination de l'information. Une dynamique continue et transdisciplinaire est cruciale, qui permet de générer un climat de confiance mutuelle entre scientifiques, paysans et services techniques locaux pour 'faire avec' une information de nature probabiliste et miser sur le long terme. Et il faut, insiste O. Ndiaye, toujours mieux comprendre les priorités des agriculteurs et leurs processus de prise de décision « *afin de leur apporter au moment où ils en ont besoin l'information dont ils ont besoin.* »



Écouter les connaissances des producteurs, comprendre leurs actions.

© Extrait du film "L'Afrique de l'Ouest face au défi climatique", mars 2011, vidéos en ligne - Canal IRD. <http://www.ird.fr/la-mediatheque/videos-en-ligne-canal-ird/l-afrique-de-l-ouest-face-au-defi-climatique>



Récupération de données de flux et entretien d'une station de flux, Bénin.

© IRD/Arnaud ZANNOU

S'adapter



Village inondé, Mopti au Mali.

Quelles options d'adaptation pour les sociétés ouest-africaines face au changement climatique ? Le GIS Climat a inscrit sa contribution à cet axe de recherche en soutenant des projets touchant aux problématiques capitales que sont les phénomènes migratoires et la disponibilité en eau.

Si les multiples stress climatiques sont des facteurs parmi d'autres des trajectoires de vie des populations rurales d'Afrique de l'Ouest, ils ont favorisé l'émergence précoce de stratégies d'adaptation de certaines de ces populations ; notamment, la diversification du revenu agricole et le développement de mouvements migratoires multiformes, comme le documente ici le travail sur le triangle migrations, transferts de fonds et climat. Quant aux adaptations d'aujourd'hui, le resteront-elles demain ? Cette question se pose, par exemple, pour les infrastructures hydrauliques : quels réseaux et quels dimensionnements participeront d'une solution appropriée de la gestion de l'eau dans un climat futur plus chaud qui va faire évoluer le rapport coûts/gains en terme de disponibilité de l'eau ?



Réservoir d'eau, Burkina Faso.

© CNRS/Nicole PETIT-MAIRE



Sécheresse, Mali.

© Carle RONCCLLI

Migrations, changement climatique et vulnérabilité

Acronyme : MICLEIV (Migrations, changement CLimatique et Vulnérabilité)

Porteur : Cécile Couharde

Début : septembre 2009

Durée : 36 mois

Thèse de Rémi Generoso sous la direction de Cécile Couharde

Labo. GIS : CEMOTEV – LOCEAN

Labo. hors GIS : IEE – GEMDEV – OIM

La migration peut constituer une adaptation économique pour faire face à l'aléa climatique, via les transferts de fonds qu'elle génère. Mais ces transferts ont-ils un effet stabilisateur sur les économies sahéliennes ou créent-ils de nouvelles vulnérabilités par les dépendances qu'ils induisent ?

Les migrations de travail constituent un phénomène profondément ancré dans les pays à faible revenu d'Afrique de l'Ouest. Dans les très petites exploitations familiales agricoles du Sahel, les migrations peuvent être un moyen de gérer le risque climatique par la diversification des revenus. Processus de gestion des risques à la fois *ex ante* et *ex post*, elles permettent d'avoir moins de bouches à nourrir en période de sécheresse et assurent un revenu complémentaire indépendant des événements climatiques grâce à l'argent envoyé par les migrants.

Lors des quinze dernières années, ces envois de fonds par voie officielle ont augmenté de 700 %. Ils peuvent représenter aujourd'hui la seconde source de financement extérieur de certains pays en développement, derrière les investissements directs étrangers et loin devant l'aide publique au

développement. Devant un tel volume d'échanges, des recherches approfondies s'imposent pour évaluer leur contribution à la fois au soutien des membres des familles restés au pays – en particulier les plus vulnérables vis-à-vis de l'insécurité alimentaire – et au développement économique et social des pays.

La majorité des études empiriques évaluant l'impact du climat sur les grandes variables macro-économiques des pays en développement utilisent les bases de données du Centre de recherche en épidémiologie sur les catastrophes naturelles (EM-DAT). L'utilisation de ces bases peut parfois poser problème, notamment du fait que le concept de catastrophe adopté par l'EM-DAT n'accorde qu'une faible importance à la dimension temporelle des événements : comment, par exemple, repérer sans ce critère des événements qui tendent à se développer progressivement aussi bien dans le temps que dans l'espace, tels que les sécheresses ?

Quand l'agriculture (en particulier l'agriculture pluviale) constitue la principale source de nourriture et de revenu, la variabilité de la pluviométrie a des conséquences déterminantes sur la production agricole (voir le projet REGYNA). Ainsi, les rendements céréaliers sont étroitement corrélés au régime des précipitations qui, lorsqu'elles sont insuffisantes, contribuent fortement à la baisse des revenus agricoles ainsi qu'à leur volatilité.

C'est pourquoi l'approche proposée dans MICLEIV pour étudier le triangle migration, transferts de fonds et climat repose sur la prise en compte de données pluviométriques. Ces données proviennent des multiples stations météorologiques disséminées au Sahel.

Un champ dans la région des Kayes, Mali.



Les résultats de l'étude confirment l'existence d'une relation entre transferts de fonds et chocs pluviométriques. Lorsque les ménages voient leurs revenus issus de l'agriculture diminuer ou disparaître, ils les compensent en faisant appel à la solidarité de leurs proches migrants. Ce mécanisme permet aux familles de maintenir un certain niveau de consommation, voire tout simplement d'affronter la crise alimentaire, mais il peut induire une hausse des importations, en particulier des biens de première nécessité. De ce fait, les transferts aident à contenir la pauvreté mais ils n'améliorent pas nécessairement les capacités de résilience face aux chocs à venir. □

Remi Generoso, MICLEIV fait l'objet de votre thèse de doctorat. Vous parlez de situations de trappes à pauvreté...

L'effet stabilisateur des transferts de fonds sur le PIB peut ne pas se retrouver dans les investissements. Les ménages consomment des biens de première nécessité importés, car la sécheresse interdit toute production locale. L'affaiblissement de cette production après l'occurrence d'un choc négatif peut créer une situation de dépendance vis-à-vis des transferts, afin de financer le maintien de la consommation par les importations. Si l'argent des migrants favorise une augmentation de la demande supérieure aux capacités de production de l'économie, il peut devenir un

facteur de vulnérabilité supplémentaire pour le pays. Ce qui, à terme, creuse le déficit commercial du pays et accentue sa dépendance aux transferts de fonds. Un cercle vicieux risque de s'instaurer.

Comment comptez-vous prolonger ce travail ?

Je vais continuer mon travail de terrain afin d'étayer un maximum mes données. Faire davantage d'études de terrain me permettra d'améliorer les modélisations.

Les résultats de votre thèse peuvent-ils aider à prédire les comportements à venir ?

Nous analysons des comportements à un instant donné mais nous ne pouvons pas prédire les comportements futurs. Les comportements dépendent de trop d'éléments extérieurs que nous ne maîtrisons pas. Le climat en est un mais d'autres événements interviennent aussi. Par exemple, la situation malienne actuelle.

Quelles sont les pistes à explorer ?

Nous pouvons aller plus loin dans l'étude des interactions entre les différentes données comme la production agricole, les transferts de fonds, etc. Nous pourrions aussi analyser les effets de seuil. Par exemple, à partir de quel niveau de consommation, y aura-t-il une hausse des importations ? Ce type de relations reste largement inexploré. ■

Adaptation des structures hydrauliques face au changement climatique futur

Un des objectifs du projet AGECCAO est l'analyse des options d'adaptation possibles en termes d'infrastructures hydrauliques face aux conséquences du changement climatique sur les ressources en eau. En tenant compte de divers scénarios du climat futur, les paramètres de dimensionnement et de fonctionnement des réservoirs sont étudiés en vue de leur modification éventuelle. Pour ce faire, les chercheurs ont mis au point une modélisation générique globale de reconstruction des réseaux de réservoirs

Acronyme : AGECCAO (Adaptation de l'agriculture et de la Gestion de l'Eau au Changement Climatique en Afrique de l'Ouest)

Porteur : Eric Srobl

Début : septembre 2011

Durée : 24 mois

Labo. GIS : CIRED – LMD – PREG – SISYPHE – LOCEAN

Labo. hors GIS : 2IE

et de liens réservoirs-demands. D'abord développée sur le bassin méditerranéen*, cette modélisation est actuellement testée en Afrique du Sud, avant d'être appliquée à l'Afrique de l'Ouest. □

Lorsque les ménages voient leurs revenus issus de l'agriculture diminuer ou disparaître, ils les compensent en faisant appel à la solidarité de leurs proches migrants.

Hypatia Nassopoulos, en temps que post-doctorante sur le projet, comment faites-vous pour modéliser le réseau d'offre et de demande en eau dans votre zone d'étude ?

Tout d'abord, nous devons identifier les réservoirs d'eau disponibles. Pour le moment, nous nous intéressons surtout aux barrages fluviaux et aux réservoirs artificiels de surface. Il faut récupérer toutes les informations disponibles sur ces lacs de retenue, leur capacité, le climat local et les données socio-économiques. Nous les agrégeons dans notre modèle ODDYCEIA**. Ainsi, nous disposons de l'offre en eau. Concernant la demande, il nous faut nous documenter sur tous les sites alimentés par chaque barrage. Le travail est énorme car chaque site est unique. Chaque bassin versant a un besoin en eau différent et un comportement particulier face au climat.

Jusqu'à quel niveau de détail et de précision poussez-vous votre modélisation ?

Nous voulons nous approcher le plus possible de la réalité, sans être exhaustif non plus. Nous faisons le lien entre l'échelle globale et le bassin versant. C'est très complexe ! Pour chaque bassin versant, nous devons comprendre comment le ruissellement réagit en fonction du climat ; cela impacte fortement le besoin en irrigation. Il nous faut atteindre un bon niveau de précision pour coller au plus près à la réalité de chaque site tout en conservant une vérité globale et générique. Notre défi est là, allier généralité et hétérogénéité. Dans un premier temps, nous nous intéressons surtout aux réservoirs de surface et à l'irrigation mais d'autres paramètres seront incorporés peu à peu dans nos modèles, comme les eaux souterraines.

Une fois le réseau en place, comment l'utilisez-vous ?

Dans nos calculs, nous essayons toujours de maximiser la fiabilité du réseau, c'est-à-dire le taux de satisfaction par rapport à la demande. Ensuite, nous sommes capables de donner une idée des zones de pénurie en cas de changement climatique. Si nous changeons les conditions globales, nous pouvons voir comment réagira le réseau. Cela peut être un outil d'aide à la décision pour anticiper les modifications à apporter pour une adaptation appropriée.

Vous avez mis au point votre modèle sur le bassin méditerranéen, vous étudiez maintenant l'Afrique du Sud, pourquoi ces choix ?

Notre principal problème est la disponibilité – et parfois l'existence – des informations dont nous avons besoin. En Afrique de l'Ouest, ces données restent lacunaires. Nous n'avons trouvé que 80 barrages répertoriés contre 3 000 en Afrique du Sud ! Il existe de grandes similitudes entre ces deux territoires. Tous deux ont des ressources en eau insuffisamment exploitées. De même, les deux présentent une forte variété climatique avec des zones sèches et des zones humides. Enfin, les conditions socio-économiques sont assez proches.

Ces similitudes devraient nous permettre d'utiliser l'Afrique du Sud comme paradigme pour l'Afrique de l'Ouest. Nous pourrions appliquer là-bas ce que nous trouvons ici.

* Voir la thèse de Hypatia Nassopoulos, 2012 :

« Les impacts du changement climatique sur les ressources en eaux en Méditerranée » (<http://www.theses.fr/157130118>)

** idem



Déversoir des hautes eaux près de Nabazana, Burkina Faso.

© IRD/Philippine CECFH

Tribune

Au-delà des recherches qu'il soutient, le GIS Climat se veut lieu de prise de positions et occasion de rencontres entre acteurs d'horizons variés. Cette tribune laisse la parole à certains des acteurs qui se sont exprimés lors de la table-ronde organisée dans le cadre du séminaire « Regards croisés sur les enjeux du changement climatique en Afrique de l'Ouest ».

POUR UNE MEILLEURE UTILISATION DE L'INFORMATION CLIMATIQUE EN AFRIQUE

**Ousmane Ndiaye, ingénieur en météorologie
Agence nationale de l'aviation civile et de la météorologie (ANACIM), Sénégal**

Le climat est au centre de notre vie. Il influe sur notre manière de nous habiller et de construire notre habitat, sur nos habitudes alimentaires et aussi sur les maladies que nous contractons. Ainsi, dans le contexte d'une augmentation de la variabilité du climat, la vie de l'homme est appelée à connaître de plus en plus de bouleversements. Quels vont-ils être en Afrique et quelle est la valeur ajoutée d'une information climatique appropriée pour ce continent très dépendant des conditions climatiques ?



Parler le même langage : que veut dire 1 mm ?

La maladie qui tue le plus en Afrique est le paludisme, une maladie parasitaire transmise par un moustique, l'anophèle. L'anophèle se développe en présence d'eau stagnante et dans une gamme de température comprise entre 18 et 35 °C. Les variations des conditions climatiques – température, régime des pluies, humidité – sont un facteur majeur de l'émergence de cette maladie. Les années humides favorisent la prolifération du moustique et des températures fortes accélèrent le cycle de développement du parasite dans le moustique.

En Afrique de l'Ouest, la majeure partie de l'agriculture vivrière est pluviale, donc assujettie à la variabilité des pluies. Au Sahel, la pluviométrie varie d'une année sur l'autre mais aussi d'un mois à l'autre. À l'échelle décennale, les années 1950 furent plus pluvieuses que les années 1980, les années 2000 ayant marqué un retour aux saisons humides. Au sein d'une même année, on observe

des pauses pluviométriques de plusieurs jours. Cette variabilité a une influence cruciale sur les rendements agricoles et menace la sécurité alimentaire ainsi que les ressources en eau.

Une bonne prévision des pluies à différentes échelles (du jour à la saison) est donc primordiale pour le rendement des cultures mais aussi pour la veille sanitaire. Certes la prévision des pluies a beaucoup évolué ces dernières années. Les prévisions sont plus fréquentes et de plus en plus précises, grâce notamment à l'appui et à la collaboration avec des grands services météorologiques tel que le centre européen de prévision météorologique à moyen terme, les services météorologiques des États-Unis ou du Royaume Uni, ou encore Météo France qui fournissent des prévisions pour toute l'Afrique.

Mais le problème majeur reste de fournir des informations précises et utilisables par les populations. La prévision doit être donnée au bon moment dans un format approprié, relayée par des techniciens compétents et être exprimée dans un langage clair, facile à traduire en décision. Par exemple, l'un des enjeux pour les paysans est de connaître un mois à l'avance la date de début de la saison pluvieuse. Ils veulent aussi connaître le risque d'avoir une pause sèche juste après le début des pluies : une pause sèche de plusieurs jours qui suit une bonne pluie risque d'obliger les paysans à refaire un semis. Or leurs moyens sont réduits ! Il faut pouvoir leur apporter les réponses dont ils ont besoin.

L'année 2011 a été catastrophique car beaucoup de cultures n'ont pas pu achever leur cycle à cause de l'arrêt précoce des pluies. Au mieux, de la paille d'arachide a été récoltée. On ressent aujourd'hui l'impact de ce manque de planification qui a entraîné des séries de famine en Afrique de l'Ouest.

Ces réponses existent mais sont souvent mal diffusées. Les instituts étatiques restent inefficaces à cause d'un manque de moyens ou d'une administration très lourde et ne permettent pas à l'information d'atteindre les usagers à temps. Les personnels manquent de formation et ne peuvent répondre aux besoins d'un développement économique de plus en plus multiforme voire complexe.

Les bailleurs se sont donc orientés vers les ONG, dont les projets sont dits plus efficaces. Mais on se heurte à un nouvel obstacle : les ONG ont une action limitée dans le temps, ce qui est incompatible avec une démarche de développement durable. Elles sont, en général, démonstratives et cantonnent leur action sur un seul site. Les usagers sont aujourd'hui désarmés devant des séries de projets non coordonnés.

L'enjeu est de former et d'équiper les services de l'Etat pour qu'ils puissent délivrer un service approprié, durable et décentralisé. On peut citer la réussite du projet en cours dans la région de Kaffrine au Sénégal, qui se déroule dans le cadre du programme international *Climate Change Agriculture and Food Security* (CCAFS).* Cette expérience s'appuie sur les services étatiques pour démontrer la valeur ajoutée de l'information climatique dans la lutte contre l'insécurité alimentaire dans un contexte de changement climatique. Elle montre, sur le terrain, que les agriculteurs manquent d'éléments d'orientation au début de la saison pour choisir la variété à planter en fonction des caractéristiques de la saison à venir. Mais s'ils ont besoin de ces prévisions pour planifier leur travail, ceux-ci doivent aussi pouvoir bénéficier d'un accès à des crédits de soutien à l'agriculture et d'une assurance en cas de mauvaises récoltes. Cette approche intégrée semble la meilleure pour venir en aide aux paysans. ■

* <http://ccafs.cgiar.org/fr/about>



© CNRS Photographie/Avel DUCOURNEAU

Au Sahel, la durabilité de l'élevage pastoral repose sur la mobilité.

QUEL AVENIR POUR LE PASTORALISME ?

Jean-Paul Vanderlinden, professeur en sciences économiques à l'Université Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, chercheur au Laboratoire REEDS-UVSQ, membre du GIS Climat

Qu'est-ce que l'adaptation au changement climatique ? Il s'agit de la construction, face aux effets défavorables de ce changement, d'une capacité ex-post à se préparer à les affronter ou à produire des solutions appropriées. Cette capacité à réagir et à s'adapter à l'imprévu existe traditionnellement dans les sociétés sahéniennes en raison de la grande imprévisibilité des précipitations.

La mobilité est l'une des réponses de ces sociétés au changement et cela se manifeste plus particulièrement dans la pratique pastorale. Le pastoralisme, c'est la réponse extraordinaire imaginée pour vivre dans un milieu de précipitations à haute variabilité spatio-temporelle. Quand on constate que la pluie est tombée quelque part, on emmène son troupeau paître sur place. Cela peut paraître simpliste mais c'est une stratégie hautement adaptative. Elle est pourtant peu étudiée et peu défendue par les experts du changement climatique.

C'est qu'il existe une opposition forte entre des structures de gouvernement modernes, comme les États, et des structures traditionnelles, comme celles des peuples pasteurs. Le pastoralisme produit une société particulière, avec des éclaireurs qui partent repérer où la pluie est tombée, et un droit de propriété souple autorisant le passage du bétail sur les terres.

Mais dans beaucoup de pays d'Afrique de l'Ouest (Mauritanie exceptée), l'État moderne préfère mettre l'accent sur l'agriculture. Les frontières, la politisation d'intensification agricole entravent le pastoralisme. Les programmes de recherche dans ces pays – dès lors qu'ils portent essentiellement sur l'agriculture – participent de facto à l'éviction du pastoralisme.

En travaillant pour la science, le bras armé de la modernité, nous autres chercheurs, nous devons nous poser la question des « parti-pris modernes » dont nous nous revendiquons. Quelle place laissons-nous dans nos modèles au pastoralisme et à la mobilité comme stratégie d'adaptation au changement climatique ? En ne l'étudiant pas, ne risquons-nous pas de participer à la disparition d'une stratégie fondamentale dans la réponse à l'aléa climatique ? J'ai parlé de la mobilité du bétail mais j'aurais aussi pu parler des migrations saisonnières des humains entre pays différents. Ces sujets sont en état de siège pour des raisons essentiellement politiques. Nous ne devons pas les laisser nous piéger. ■



Migrants, Sénégal

© IRD/Michel DUKHAN

PRENDRE MODÈLE SUR LES SYSTÈMES TRADITIONNELS

Luc Abbadie, professeur d'écologie
à l'Université Pierre et Marie Curie, directeur du laboratoire BIOEMCO, membre du GIS Climat

Quand on parle de changement climatique et de ses conséquences sur la société, deux chantiers de recherche s'imposent : d'une part, imaginer les réponses de notre milieu de vie et des écosystèmes à ces changements et, d'autre part, concevoir des stratégies d'adaptation pour y faire face.

Pour avoir la possibilité d'intervenir sur les écosystèmes de manière adéquate, il faut mieux comprendre comment fonctionnent les systèmes complexes. Il y a plusieurs manières d'y arriver. La plus puissante, qui a fait ses preuves, est le choix de terrains modèles sur lesquels accumuler des savoirs intégrés pour comprendre les grandes logiques qui hiérarchisent les différentes composantes des systèmes.

En Côte d'Ivoire, à Lamto, un travail de plus de 50 ans a permis de décrypter un écosystème unique, où tout a été fait, depuis la dynamique des populations d'araignées jusqu'aux interactions entre biosphère et atmosphère. Nous sommes là devant un écosystème dont nous avons l'impression d'avoir compris le fonctionnement. Aujourd'hui, nous sommes capables de faire des prédictions sur cet écosystème et de proposer des expérimentations nouvelles pour sa gestion durable.

Les écosystèmes anciens, dits naturels, ont co-évolué avec les changements climatiques. Ils représentent des modèles de durabilité, d'efficacité et de productivité par rapport aux contraintes de tout ordre et aux ressources disponibles. Ce sont donc de bons modèles pour réfléchir à la question de la durabilité, pour décrypter ce qui se passe dans le détail. Ce qui compte ce n'est pas que le système soit naturel, mais qu'il soit en auto-pilotage depuis longtemps.

Certains systèmes complètement artificiels, par exemple les systèmes agricoles, ont été eux aussi mis au point dans la durée. Les sociétés humaines ont créé de façon empirique des systèmes très performants par rapport aux contraintes et aux ressources de l'environnement. La lecture scientifique de ces méthodes traditionnelles est très intéressante. Elle peut nous permettre de gagner du temps pour comprendre la dynamique des écosystèmes et pour imaginer des stratégies d'adaptation appropriées et durables.

Découvrir comment fonctionne un écosystème nécessite une certaine durabilité de la recherche elle-même, ce qui n'est pas toujours facile à faire comprendre. À Lamto, il a fallu du temps pour en arriver là ; nous y sommes en partie parvenus... malgré les contraintes d'un système de financement peu adapté à soutenir ce type de recherches. Le long terme n'est pas un souhait du chercheur, mais une exigence, une nécessité de la démarche scientifique elle-même. ■

La question du dérèglement climatique fédère dimensions sociales et économiques, mais aussi dimensions proprement écologiques. Le changement global ne peut plus ralentir ; il peut même s'accélérer avec les effets boomerangs des écosystèmes sur l'atmosphère et le climat. Il s'agit désormais d'accompagner le changement des milieux naturels, éventuellement de piloter leur évolution car la transformation de nos sociétés va devoir s'opérer à une allure extrêmement élevée pour éviter le pire. Or le rythme des changements climatiques n'est pas celui des rythmes biologiques, qui peuvent être extrêmement rapides. Les réponses à construire face à la crise écologique majeure en cours doivent articuler ces temporalités différentes. Par exemple, dans des milieux fortement exploités, il faut certainement envisager de modifier un certain nombre de pratiques actuelles, comme les pratiques forestières et ou celles de l'agriculture-élevage.

Les systèmes écologiques sont des systèmes complexes, c'est-à-dire des systèmes formés de nombreux compartiments reliés entre eux par une infinité d'interactions. L'étude de ces systèmes constitue un enjeu intellectuel monumental. Nous sommes bien loin de comprendre comment ils fonctionnent et encore moins capables de prédire leurs évolutions les plus probables, d'effectuer des actions pertinentes sur l'une ou l'autre de leurs parties, voire de prendre le contrôle sur des effets collatéraux non désirés...



Savane à Lamto, Côte d'Ivoire, vue de la lisière d'une forêt-galerie.

© Wikimedia Commons

© IRD/Philippe CECCHI



Cultures maraichères, Burkina Faso.

Tessékéré, un Observatoire hommes-milieux dans le Sahel

Tessékéré est un des Observatoires hommes-milieux (OHM)* créé en 2009 dans le Ferlo, au nord du Sénégal, car représentatif des crises écologiques et humaines qui touchent les zones sahéliennes depuis plusieurs décennies. Avec les OHM, l'objectif de l'Institut écologie et environnement du CNRS, est l'étude « des socio-écosystèmes que l'homme a fortement impactés sur les plans écologique, économique et social et qu'un événement majeur brutal vient transformer profondément ».

Lors de la table-ronde, Gilles Boetsch, anthropobiologiste au CNRS, directeur de l'observatoire ainsi que du laboratoire international franco-burkinabé-sénégalais « Environnement, santé, sociétés » dont le siège est à Dakar, a expliqué qu'à Tessékéré, il s'agit d'observer l'impact de la redensification végétale en cours dans le cadre du très ambitieux programme panafricain de développement et de reforestation, appelé Grande Muraille Verte. La végétation passée de cette zone sahélienne a été excessivement dégradée à cause des grandes sécheresses mais surtout d'un surpâturage effrayant.



Lors de la saison sèche, les femmes préparent des plants d'acacias dans les pépinières du village.

© CNRS Photothèque/OHM/Axel DUCOURNEAU

Pour documenter les coévolutions environnement-sociétés, une démarche intégrée a été conçue pour étudier conjointement cycle de l'eau, état des sols et de la biodiversité, santé et alimentation qui est un marqueur très sensible des changements en cours. Une grande attention est portée aux processus d'appropriation liés à ces changements, en particulier la forte mobilisation des femmes d'éleveurs, qui gèrent les jardins maraichères**...

* <http://www.ohm-inee.cnrs.fr/spip.php?rubrique1>

** Film à visionner en ligne en intégralité sur le catalogue de la vidéothèque : http://videothèque.cnrs.fr/index.php?urlaction=doc&id_doc=2188



Étude des populations de termites, fourmis et coléoptères bousiers, sur une parcelle de la Grande Muraille Verte.

© CNRS Photothèque/Axel DUCOURNEAU



Les acacias sont plantés en ligne, à espacement régulier afin de permettre une croissance optimale.

© CNRS Photothèque/Axel DUCOURNEAU



Depuis sa création, le Groupement d'intérêt scientifique Climat-Environnement-Société (GIS Climat) a ciblé la région d'Afrique de l'Ouest comme une de ses priorités. D'une part, cette région est l'une des plus vulnérables aux aléas climatiques et aux changements environnementaux de la planète et, d'autre part, la majorité des laboratoires membres du GIS Climat s'y implique depuis longtemps tant en matière de recherche que de formation.

Dans ce contexte, l'action du GIS Climat a été de construire ou renforcer le travail de rapprochement et d'entrecroisement des disciplines autour des enjeux du changement climatique en Afrique de l'Ouest, dans le respect des approches et à différentes échelles d'intervention.

Cette publication est une synthèse des travaux réalisés dans le cadre du GIS Climat, portant sur la vulnérabilité et l'adaptation dans les secteurs clés que sont les ressources en eau, l'agriculture, la santé ou encore les migrations. La volonté du GIS Climat étant d'élargir son approche interdisciplinaire au-delà de son périmètre, il a ouvert les pages de cette publication à quelques projets amis ainsi qu'à des acteurs d'horizons variés qui font part de leur expérience programmatique et de terrain.



www.gisclimat.fr

Pour recevoir un exemplaire,
merci de contacter
contact@gisclimat.fr

