

**Atelier AMMA
(Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine)**

Niamey, 25 – 28 Février 2002

Cette réunion, organisée par AGRHYMET et ACMAD, avec le soutien financier de l'IRD, de MEDIAS-France et du SCAC Niamey, avait pour but de rassembler les scientifiques africains qui s'étaient déclarés intéressés par une participation au programme «Mousson Africaine» tel que proposé dans le livre blanc diffusé à près de 500 exemplaires auprès des Universités, Instituts de recherche, Directions de la Météorologie et Directions de l'Hydraulique en Afrique de l'Ouest et Centrale. Elle représentait la première occasion de discuter en commun les objectifs d'un tel projet, en quoi il pouvait répondre aux attentes des organismes et des scientifiques africains et les modalités de leur participation. Les synthèses produites dans les groupes d'échange scientifiques et les groupes de travail, ainsi que la liste des participants sont disponibles sur le site <http://medias.obs-mip.fr:8000/amma/>

DEROULEMENT DE L'ATELIER.

1) Participation.

L'atelier a regroupé plus de 80 participants, dont 24 scientifiques africains (dont la liste est donnée en annexe) ne résidant pas au Niger et pris en charge par l'IRD (10 personnes), MEDIAS (7), l'OMM-CLIVAR (4), l'UNESCO (1) et l'Université de Leeds (2). Un total de 25 scientifiques français et britanniques ont également fait le déplacement. Le reste des participants était constitué de scientifiques nigériens et de représentants d'institutions locales (ACMAD, AGRHYMET, DMN, DRE, EAMAC ICRISAT, IGNN, Université de Niamey).

Cinq grands champs disciplinaires étaient représentés : physique et chimie de l'atmosphère, hydrologie, agronomie- écologie- végétation, sciences de la santé.

2) Organisation.

L'atelier a été organisé en trois étapes. La première journée (25 Février), assez dense (16 exposés dont 9 par des scientifiques africains), a été consacrée à une présentation i) des grandes questions scientifiques posées par l'étude de la mousson ouest-africaine et, ii) des avancées qui seraient rendues possibles en terme d'applications par une amélioration de nos connaissances sur ce système climatique complexe. A l'issue de cette journée, 5 groupes d'échange scientifiques ont été constitués afin de discuter plus en détail des questions intéressant les participants africains et de la possibilité de collaborations entre équipes du Nord et du Sud.

Les synthèses de ces groupes ont été présentées le lendemain après-midi (mardi 26) en séance plénière. Cette journée du 26 s'est conclue par un exposé de cinq propositions de recherche envoyées par certaines équipes africaines dans le cadre de AMMA. Il est à noter que cinq autres propositions

avaient été envoyées en réponse à l'appel lancé en janvier mais que, faute d'avoir obtenu certains soutiens attendus, il n'a pas été possible d'inviter tous les proposants.

La journée du 27 a débuté par une présentation générale du projet AMMA et du contexte international dans lequel il se place. Quatre groupes de travail ont été formés pour discuter sa mise en œuvre.

La matinée du 28 a été consacrée à la synthèse des groupes de travail et à l'élaboration des recommandations pour le futur.

3) Présentation des projets des équipes africaines.

Les projets présentés ont été les suivants :

Delphin Ochou (*LAPA, Université d'Abidjan*). Projets de la communauté scientifique en atmosphère en Côte d'Ivoire.

Mahaman Saloum, Adamou Garba, Kamaye Maazou (*DMN, EAMAC, Université de Niamey*). Projets de la communauté scientifique en atmosphère au Niger.

Amadou Gaye, Pascal Sagna (*LPA-LERG, Dakar*). Projets de la communauté scientifique au Sénégal.

Hamma Yacouba (*EIER Ouagadougou*). Caractérisation du ruissellement et de l'érosion hydrique dans le bassin supérieur du Nakembé (Burkina Faso).

Justin Ahanhanzo. Application de la télédétection pour une gestion intégrée des écosystèmes et des ressources en eau en Afrique (projet UNESCO/COI).

Il est à noter que lors de la réunion deux autres projets ont vu le jour: un élaboré par le Professeur Leykan Oyébandé (Nigéria) –*A proposed Nigerian contribution to AMMA*– et un autre par le Professeur Abel Afouda (Bénin) –*Assesment of the West African Monsoon variability : impacts on water ressources and Adaptation (AWAMA)*.

L'ensemble de ces projets –présentés ou non à Niamey–, est visible sur le site AMMA.

4) Fonctionnement des groupes d'échange et de travail.

Regroupant entre 15 et 20 personnes les groupes d'échange ont conduit à identifier plus clairement les questions intéressantes en premier lieu les scientifiques africains présents, mais aussi les institutions représentées (notamment l'ACMAD et AGRHYMET). Les groupes de travail du 27 février ont permis de dégager les actions importantes aux yeux des participants africains et celles auxquelles ils pensent être à même de contribuer.

5) Prolongements hors atelier.

Deux réunions informelles se sont tenues après l'atelier proprement dit, réunissant une vingtaine de personnes à chaque fois. L'une a été consacrée à la formation, et l'autre à la modélisation.

CONCLUSIONS DES GROUPES DE TRAVAIL

1) Groupes d'échanges scientifiques.

Prévision numérique, variabilité intrasaisonnière, convection

Quatre grands thèmes doivent être considérés, fonction des échelles de travail: 1) systèmes convectifs (prévision, études de cas, cycle de vie, transition continent-océan, études de processus, études numériques, climatologie; 2) échelle synoptique/interactions d'échelles (interactions entre la convection, les ondes d'est, les jets, les flux de mousson et d'Harmattan, étude de cas et climatologie des intrusions d'air sec); 3) oscillations intrasaisonnières (~10 j); 4) couplage hydrologique.

Un certain nombre de points importants ou sensibles ont également été identifiés: i) collecte/ Transmission / Disponibilité des données; ii) formation; iii) le stockage des données, qui est souvent un facteur limitant pour les laboratoires africains et la gestion de bases de données (PUMA Programme d'Utilisation de Meteosat en Afrique); iv) la prévision numérique (importance de développer de la prévision à 10 jours sur l'Afrique et de sensibiliser les centres de prévision pour cela); v) les réseaux de radar (numériser les radars qui ne le sont pas –par exemple Bamako– et mettre en place un système d'échange de données ainsi qu'un archivage centralisé –à l'EAMAC par exemple; vi) besoins de données supplémentaires (Radio-sondages, pluviographes, disdromètres, mesures d'humidité par GPS, produits SAF sur l'Afrique); vii) banque de documentation (articles, notes, cours, compte rendu de meetings...). Ces différents points ont été approfondis et ont fait l'objet de recommandations dans les groupes de travail (GT) dont il est rendu compte ci-après (points *i* et *vi* dans le GT2, points *ii* et *vii* dans le GT formation, point *iii* dans les GT1 et GT3, point *iv* dans le groupe modélisation, point *v* dans le GT4, point *vi* dans les GT3 et GT4)

Prévision saisonnière, variabilité interannuelle, interactions surfaces / atmosphère

Le but de cette réunion était de discuter les objectifs scientifiques prioritaires permettant d'améliorer la qualité des prévisions saisonnières et de mieux comprendre les facteurs contrôlant la variabilité interannuelle et décennale, et les interactions surfaces / atmosphère. Les liens de telles recherches avec les applications sont évidents que ce soit dans le domaine des régimes pluviométriques et hydrologiques, des rendements agricoles ou de la santé. Les points principaux qui sont ressortis de cette réunion concernent la prévision saisonnière des cumuls pluviométriques des différentes saisons des pluies, ainsi que la prévision de la date de mise en place de la mousson d'été et des occurrences de séquences sèches au cours des saisons des pluies. D'une part, il a été demandé que le travail coordonné par l'ACMAD dans le cadre des forums de prévision saisonnière, qui ne concerne que la période de la mousson d'été Juillet-Septembre, soit étendu aux autres périodes de l'année pour les pays dont les saisons des pluies diffèrent de l'été boréal. Le caractère de la pré-saison des pluies sur la zone sahélienne (Mai-Juin) est une information également nécessaire. On a noté dans ce cadre la nécessité d'un suivi en temps quasi-réel de l'évolution des conditions océaniques et la recherche de prédicteurs complémentaires caractérisant le poids des conditions des surfaces continentales. D'autre part, une demande très forte est apparue sur la nécessité d'acquiescer une prévision de la date de mise en place de la mousson d'été, véritable démarrage de la saison des pluies, ainsi que sur les occurrences de séquences sèches durant la saison des pluies. Il y a là cependant tout un travail de recherche à entreprendre sur les mécanismes impliqués et les prédicteurs potentiels. On a proposé aussi de développer une approche intégrée en utilisant l'ensemble des outils et produits disponibles actuellement (prévision saisonnière fournies par l'ACMAD, analyse et prévision synoptique dans les

centres météorologiques, modèles agronomiques) pour conduire à une meilleure gestion des ressources en eau limitées. Avec une priorité moindre, d'autres thèmes ont été évoqués : l'impact des activités anthropiques sur la modification du couvert végétal, les impacts régionaux du changement global, et le renforcement de l'évaluation des impacts socio-économiques de la prévision saisonnière dans le cadre du post-Forum PRESA-AO.

Chimie atmosphérique, aérosols

Le groupe a passé en revue les objectifs scientifiques en matière de chimie atmosphérique affichés dans le White Book. La discussion a porté essentiellement sur les objectifs susceptibles de générer des collaborations directes entre laboratoire européens et africains sur des projets précis à savoir :

- Les émissions, transports et dépôts des espèces chimiques et leurs évolutions à long terme en liaison avec l'évolution du couvert végétal associée aux variations climatiques,
- La chimie hétérogène et les interactions aérosols/nuages rayonnement.

Les autres objectifs, tels que le bilan de HO_x dans la haute troposphère ou les échanges troposphère stratosphère, bien que jugés très importants, n'ont pas été discutés, dans la mesure où ils ne peuvent être abordés qu'au cours des périodes d'observations intensives avec moyens de mesures aéroportées dédiées.

En ce qui concerne les émissions et dépôts des espèces chimiques en relation avec les tendances à long terme, les actions mises en avant et pouvant faire l'objet de projets coordonnés incluant expérimentation in situ, télédétection, et modélisation, sont les suivantes :

- les émissions d'aérosols en zone semi-arides en liaison avec l'évolution de la couverture végétale et la pression anthropique qui influe sur les modes d'occupation des sols ;
- les émissions des combustions de biomasse et les émissions biogéniques qui sont conditionnées par la couverture végétale à travers la densité de biomasse (feux), la spéciation des espèces, l'anthropisation (élevage, cultures et émissions de NO_x) ;
- les émissions urbaines et industrielles pour lesquelles il a été souligné l'absence de cadastres d'émission pour la fenêtre ouest africaine, et avec une application potentielle sous forme d'études exploratoires de la pollution urbaine de quelques grandes villes africaines ;
- les dépôts des espèces chimiques ou les incertitudes majeures concernent les dépôts secs des gaz et aérosols en liaison avec la nature du couvert végétal.

Le groupe de travail a donc insisté sur l'importance de bien prendre en compte dans les études le couplage entre le système de mousson et les régimes de précipitations associés, la couverture végétale et les sources et puits d'espèces chimiques. C'est en effet ce couplage qui détermine l'évolution à moyen terme de la composition chimique de l'atmosphère qu'il est possible d'appréhender à travers la mesure in situ ou par télédétection de traceurs chimiques.

En ce qui concerne la chimie hétérogène les objectifs doivent être de paramétrer les dépôts secs et humides et d'étudier, à travers des mesures in situ et par modélisation à l'échelle régionale, les interactions entre gaz et particules terrigène et carbonées dans le but de comprendre :

- l'évolution hygroscopique des aérosols,
- l'influence des aérosols sur le système convectif
- l'impact des aérosols sur le bilan radiatif.

Cycle de l'eau continental et de la végétation, ressources en eau

Les questions abordées dans ce groupe d'échange sont centrées sur la variabilité du cycle hydrologique et des couverts végétaux, en interaction avec les processus climatiques. Les discussions

ont montré que l'activité humaine, et les déterminants socio-économiques des stratégies paysannes doivent être prises en compte pour comprendre les évolutions de la surface, ses impacts en terme de rétroaction, et prévoir des scénarios réalistes. Dans ce contexte, les principales applications sont attendues sur les aspects agronomiques et ressources en eau (quantité et qualité). Un certain nombre de recommandations ont été émises :

- Favoriser l'accessibilité des données, notamment en s'appuyant sur les institutions régionales *ad hoc*. Faire un inventaire des projets portant sur les données.
- Développer des approches intégrées sur la variabilité pluviométrique et la variabilité du cycle de l'eau.
- Nécessité de maintenir des sites observatoires dans les régions d'étude (végétation ; liens entre cycle de l'eau et végétation).
- Dans les études sur le cycle de l'eau distinguer a minima trois types de couverts : herbacées annuelles, herbacées pérennes et ligneux.

Sécurité alimentaire, environnement, santé et impacts socio-économiques

La question traitée par ce groupe est de savoir comment le projet AMMA peut contribuer à résoudre les problèmes liés à la sécurité alimentaire, l'environnement (agriculture, végétation, sols, eau, pêche, forêts, élevage, processus atmosphériques, océaniques et aménagements côtiers), la santé et les impacts socio-économiques. Les actions initiales devraient concerner l'inventaire des données ayant trait à ces différents domaines et la mise sur pied d'un système d'information environnemental permettant une large diffusion et une mise en valeur des différents ensembles de données déjà existant mais souvent mal connus. Dans un deuxième temps il faudrait songer à développer des systèmes d'aide à la décision. L'accent est également mis sur les besoins en matière de formation (voir ci-dessous) et l'intérêt qu'il y aurait à créer des réseaux entre institutions du Sud et du Nord.

2) Groupes de travail sur la mise en œuvre de AMMA.

Données historiques

L'accès aux données historiques est une nécessité tant pour la communauté scientifique que pour développer et tester un certain nombre de produits et applications. De surcroît ces données représentent une partie de la mémoire de la région en matière de climat et d'environnement, il importe donc de ne pas les voir disparaître. A cette fin, 4 actions majeures ont été identifiées : i) identifier et regrouper des ensembles de méta-données sur le climat et l'environnement –les institutions sous-régionales ayant un rôle important à jouer dans ce domaine ; ii) mise sur pied d'un groupe d'intervention chargé de sauver les données dont on a perdu la trace ou dont on sait qu'elles sont en danger de disparaître ; iii) produire une charte définissant le politique de diffusion des données au sein du réseau AMMA-NET (voir ci-après, concernant ce réseau) ; iv) définir des produits dérivés ("AMMA-DB") élaborés à partir des différents ensembles de données qui seront collectés dans le cadre des actions 1 et 2.

Données des réseaux opérationnels

Ce groupe de travail a passé en revue un certain nombre de déficiences généralement connues et concernant la transmission des données des réseaux opérationnels et leur accessibilité à la communauté scientifique. Il a émis 12 propositions d'actions visant à remédier au moins partiellement à ces déficiences. On pourra en trouver le détail dans le compte-rendu complet disponible sur

<http://medias.obs-mip.fr:8000/amma/>. Deux recommandations générales ont été émises en conclusion : i) **La partie océanique d'AMMA doit être plus développée que dans le livre blanc.** Un groupe devrait être constitué pour développer les plans scientifiques et stratégiques dans ce domaine et des contacts sont à prendre avec CLIVAR-Atlantique et GOOS ; ii) **pour identifier les stations de mesures atmosphériques clefs pour les prévisions aux différentes échelles, un travail crucial doit être réalisé et ne peut l'être que par la communauté recherche.** Les EOP et SOP d'AMMA sont un cadre idéal pour cela mais des études préliminaires doivent être initiées dès maintenant. Les grands centres de prévisions opérationnelles devraient être contactés pour soutenir une telle action.

Période d'observation à long terme (LOP)

Les actions de suivi à long terme intéressent particulièrement les chercheurs africains présents qui s'intéressent notamment aux effets de la variabilité climatique et des modifications de l'environnement sur le cycle hydrologique et le rendement des cultures. Il existe plusieurs sites à vocation hydrologique ou écologique qui fonctionnent depuis plusieurs années en partenariat entre des institutions africaines et des laboratoires français : le degré carré de Niamey (DMN Niger et IRD/LTHE-HSM), le Haut bassin de l'Ouémé (DH Bénin et Université d'Abomey-Calavi en partenariat avec IRD/LTHE-HSM et les allemands des universités de Bonn et Cologne, le bassin du Nakanbé (EIER Ouagadougou et INERA) pour les études hydrologiques ; le site de Lamto (Université d'Abidjan et réseau IDAF) et les stations du Gourma Malien (CESBIO, IER Bamako) pour les études écologiques. Un objectif réaliste et utile serait que la mise en œuvre d'AMMA fournisse l'occasion de coupler observations hydrologiques et observations sur la végétation sur deux de ces sites au moins. Les bassins du Haut Ouémé – et plus particulièrement le sous bassin de la Donga, 600 km² – et le bassin du Nakanbé (et notamment le sous bassin du Nierzon sur lequel existe déjà des stations d'observation écologique) semblent constituer les deux sites les mieux armés pour cela : forte implication des partenaires locaux, convergence de moyens déjà importante, volonté partagée par les différents acteurs d'enrichir leurs systèmes d'observation. L'appel d'offres « Observatoires de Recherche sur l'Environnement » du ministère français de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche constitue une première opportunité pour assurer ces convergences.

Dans le domaine de la chimie atmosphérique, le réseau IDAF constitue un bon exemple de réseau de suivi à long terme géré conjointement par des scientifiques africains et français. Il existe plusieurs projets pour élargir IDAF dans le cadre de AMMA, notamment en installant une station IDAF sur le haut bassin de l'Ouémé et en associant au suivi des systèmes convectifs sur le Sahel une composante d'analyse des dépôts dans les eaux de pluie (équipes Cameroun et Côte d'Ivoire).

Enfin un autre projet à étudier est précisément celui de suivi des systèmes convectifs sur le Sahel à l'aide de radars (Niamey, Ouagadougou, Bamako, Dakar). L'équipe du LPA de Dakar propose de coordonner une telle étude, dont les aspects techniques et scientifiques doivent néanmoins être discutés en détail compte tenu des sommes à engager.

AMMA fournit une excellente opportunité d'études intégrées de long terme sur des sites communs à plusieurs disciplines et associant étroitement scientifiques africains et scientifiques européens, voire américains. Ces études intégrées de long terme sont celles qui sont le mieux susceptibles de favoriser la formation d'équipes africaines solides et de répondre aux besoins manifestés par différents organismes en matière d'applications. Une attention particulière devra donc être portée à la mobilisation de moyens pour financer de telles études, notamment auprès des

organismes qui affichent leur volonté de favoriser l'émergence de compétences scientifiques en Afrique.

Périodes d'observation spéciale et renforcée (SOP-EOP)

Le but de cette réunion était de discuter de la mise en place des périodes d'observations renforcées (EOP) et d'observations intensives (SOP) pour répondre à un certain nombre d'objectifs scientifiques identifiés dans les groupes d'échange thématiques. Une large part de la réunion a en fait été consacrée à l'EOP, qui devra s'appuyer sur les réseaux de mesure existants et où des liens avec les institutions et les groupes africains doivent être établis. La discussion sur la SOP, où la participation des services météorologiques nationaux africains sera aussi nécessaire, mais répondant à des moyens lourds, n'était pas prioritaire dans le contexte de la réunion de Niamey. L'objectif principal de l'EOP est de documenter suffisamment précisément au moins deux cycles saisonniers (2004-2005) des composantes de surface et d'hydrologie, de dynamique atmosphérique et de chimie atmosphérique, en renforçant le réseau existant. Au delà d'un simple monitoring du cycle saisonnier, il s'agit de pouvoir prendre en compte les effets mémoire d'une saison à l'autre et d'une année à l'autre. Un total de 22 actions et 5 recommandations ont été édictées. On a noté dans les discussions la difficulté chronique de l'accès aux données ou de l'échange de données d'un pays à l'autre ou d'une institution à une autre dans le même pays. On a appris aussi la mise en place récente d'un accord avec l'OMM fixant un prix d'accès à ces données relativement élevé, et que les ressources potentiellement disponibles pour financer l'EOP ne permettraient pas d'acquiescer si les choses en restent là. Il a aussi été largement discuté des mesures atmosphériques d'altitude (radiosondages et pilots) dont le réseau actuel souffre d'un certain nombre de difficultés (nombre de sites de mesure insuffisant, difficultés de transmission, manque de consommables). On a proposé un effort orienté vers un renforcement du transect méridien de la fenêtre CATCH avec la création de sites de radiosondage à Cotonou et Parakou, ainsi que l'accès aux données des deux sites de radiosondage dans le Nord du Mali. Un effort doit aussi être fait sur les possibilités d'accès aux données du Nigéria, Ghana, Guinée et Soudan. Un renforcement de la documentation de la mesure de la hauteur d'eau précipitable semble possible par les relais GPS et le réseau AERONET.

Une action spécifique concerne le projet de mise en place de stations de mesures de flux en surface, associées à des mesures de bilan radiatif et humidité des sols, proposé par C. Taylor (CEH Wallingford). L'objectif scientifique est de mieux quantifier les interactions atmosphère / surface continentale et de mieux comprendre comment se fait le contrôle de la surface sur les gradients méridiens d'énergie au cours du cycle saisonnier. La priorité consiste à instrumenter un transect méridien localisé dans la fenêtre CATCH étendue. Dix stations sont proposées actuellement, installées par couples, une au dessus d'une végétation naturelle, une autre au dessus d'une zone cultivée. Ce point doit être approfondi. En hydrologie continentale, les priorités vont d'une part vers la zone soudanienne (caractérisation et suivi des fluctuations des nappes qui sont peu profondes, cartographie des couverts et mesure de leur impact sur les ponctions dans ces nappes, suivi saisonnier in-situ de la biomasse, vitesse des transferts hydrologiques, suivi des zones inondées), d'autre part vers la zone sahélienne (estimation du partage de l'infiltration entre drainage profond vers la nappe et reprise évapo-transpiratoire dans les zones d'épandage. L'implantation du radar Xport sur le bassin de la Donga a également été évoqué. Il permettra de caractériser à petite échelle la structure tridimensionnelle des systèmes précipitants, et d'aider à la cartographie les précipitations. En chimie atmosphérique, l'installation d'un site de mesures sol bien documenté (O₃, CO, NO_x, aérosols) à Lamto a été proposé, ainsi que le transfert sur place du camion-laboratoire mobile du Laboratoire d'Aérodologie (mesures chimie, ballon captif, validation de modèles), permettant aussi d'initier des

études sur les émissions urbaines, et les impacts sur la qualité de l'air et la santé. On a enfin noté la nécessité importante de diverses pré-études, en particulier sur les conditions de déclenchement de la convection et des fluctuations intra-saisonniers pour mieux cibler les opérations durant la SOP.

3) Groupe Formation.

Soutien à la formation

L'objectif est de contribuer à renforcer la masse critique et les compétences en Afrique dans le but de pérenniser les actions et les collaborations impulsées dans le cadre d'AMMA, à travers des échanges Sud - Sud et Nord - Sud et la mise en commun de moyens. Pour cela il faut faciliter la formation aux métiers de la recherche à travers notamment :

des stages de formation à la construction et à la rédaction d'un projet de recherche

des stages de formation à la rédaction d'articles scientifiques.

des stages de formation au management d'une équipe (partage d'expérience)

des stages de formation des techniciens à l'utilisation et à la maintenance de matériel

Actions immédiates

Pour débiter on propose de mettre en ligne sur le site de AMMA, un ensemble d'informations directement utiles : appels offres permettant de financer des projets de recherche, bourses disponibles auprès de différents organismes, et références bibliographiques. On se propose également de faciliter l'accès aux connaissances du moment en mettant à disposition des synthèses (pouvant prendre la forme d'atlas) concernant le climat et l'environnement de l'Afrique de l'Ouest ainsi que les derniers résultats scientifiques en rapport avec le programme AMMA.

Appui aux formations doctorales africaines

Deux DEA en Afrique de l'Ouest sont impliqués dans AMMA, le DEA de physique de l'atmosphère d'Abidjan et le DEA de Climat et gestion des milieux arides de Dakar. Ces deux DEA souffrent des mêmes difficultés : l'enseignement est limité par manque d'experts et il faut diversifier les enseignements, d'où le besoin de tisser des liens avec des formations doctorales en France.

Un certain nombre d'actions pourraient être démarrées plus ou moins rapidement pour améliorer les choses. Tout d'abord en utilisant là aussi les ressources du WEB (mise en ligne des syllabus de différents DEA et des cours lorsque les copyrights le permettent ; mettre également les résumés des articles et l'adresse des auteurs). A moyen terme on peut envisager de développer des modules de formation en ligne. Il faut encourager les encadrements de thèse en co-tutelle. Une proposition a été faite pour favoriser l'émergence d'un DEA régional.

Suivi à long terme et Perspectives

•Intervention dans les DEA:

L'accès au WEB n'étant pas forcément évident pour les collègues du Sud, il est nécessaire, en complément aux modules de formation en ligne, d'inviter des collègues pendant une semaine ou 15 jours pour une intervention à destination des étudiants en DEA dans leur pays respectif. Un DEA n'est pas une formation professionnalisante et il importe de bien s'assurer qu'il y a suffisamment de potentiel

et d'experts pour soutenir cette formation. De même, il est normal de soutenir l'idée d'un DEA performant, mais il importe de réfléchir aussi sur la difficulté de la mise en œuvre pratique.

- Mise en place des Ecoles d'été AMMA: 2003 et 2007

Compte tenu de la pluridisciplinarité dans AMMA, il est envisager de monter 2 écoles d'été. Ce type de formation est vivement souhaité et semble être efficace. Vue la charge de travail que représente la préparation de ces écoles, il est prévu de les organiser en collaboration avec les universités et les différentes tutelles.

4) Groupe de travail sur la modélisation

Ce groupe informel a réuni 18 personnes après la réunion AMMA, pour recenser les activités en cours ou projetées dans le domaine de la modélisation en Afrique. En réalité seules les composantes atmosphérique et SVAT étaient représentées. Pour le moment l'activité de modélisation est faible en Afrique. Cependant étant donné le rôle central que joue de plus en plus cet outil pour intégrer des mesures, et étudier les interactions entre différentes échelles et différents processus et composantes d'AMMA, la situation commence à changer et pourrait évoluer très vite. Il était donc important que cet échange d'information ait eu lieu, pour aider à structurer des actions AMMA coordonnées dans le domaine de la modélisation. Il est à noter que le réseau africain AMMA-NET en cours de formation, a retenu la modélisation comme une des principales thématiques à organiser et coordonner à leur niveau. Une recommandation particulière a été faite pour augmenter les échanges, la coordination et les collaborations dans ce domaine entre les services météorologiques et hydrologiques, l'ACMAD et les universités de l'Afrique. Signalons également qu'en parallèle un groupe de travail sur la modélisation a été constitué en France coordonné par JP Lafore. Les échanges et collaborations entre ces groupes devront être développés.

La suite du rapport résume les informations essentielles échangées, questions et recommandations exprimées lors de cette réunion.

- **ACMAD:** L'ACMAD mène avec Météo-France le projet SAPREM consistant en la création d'une équipe compétente de prévision numérique chez les scientifiques d'Afrique noire. Le projet démarre juste et une réflexion est en cours pour ajuster les objectifs et la méthode. Les universitaires africains présents souhaitent que cette action soit l'occasion d'échanges entre l'ACMAD et les universités. C'est un projet avec lequel AMMA pourrait collaborer.
- **LAPA (Côte d'Ivoire) :** Une activité de modélisation à moyenne échelle est développée au LAPA (3 personnes) en collaboration avec l'Université Catholique de Louvain (Belgique) à l'aide du modèle atmosphérique régional MAR, également utilisé au LTHE. Deux personnes sont actuellement en formation en Belgique sur MAR. Le projet est d'injecter des profils de température et humidité issus de données satellites (algorithme ICI du CMS-Lannion). A terme et en collaboration avec la DMN, le LAPA veut faire un suivi des précipitations et réserves en eau pour des applications agricoles.
- **LPASF (Dakar) :** Le LAPA-SF s'intéresse depuis 3 années à la modélisation en commençant par l'échelle climatique. A la demande de la DMN une méthode de « downscaling » de sorties de GCM a été développée. Par ailleurs une personne a été formée au CNRM pour évaluer le modèle ARPEGE-Climat sur la représentation des ondes d'est africaines. Le LPASF souhaite

maintenant développer une activité de modélisation à méso-échelle pour étudier les lignes de grains et les cyclogènes associées à la transition avec l'océan.

- **Université de Leeds :** Marianne Diop (DMN Sénégal) actuellement à l'Université de Leeds travaille sur les systèmes convectifs africains (déclenchement, interaction avec les ondes, rôle du relief...). Elle exprime le besoin de développer en Afrique la prévision numérique à moyenne échelle pour aller plus loin dans la compréhension et la prévision de ces systèmes. Aïda Diongue en postdoc à Leeds, étudie l'impact des données de l'expérience JET2000 sur les analyses du CEPMMT. Par sa thèse elle a acquis une expérience de modélisation à moyenne et haute résolution (30, 5 et 2.5 km) de lignes de grains africaines à l'aide du modèle communautaire français Meso-NH. Un tel programme pourrait être développé en étroite collaboration avec le CNRM.
- **EAMAC :** souligne son intérêt à disposer d'un modèle de prévision numérique à l'école à des fins de formation, d'études et de recherches. Seul un modèle de croissance végétal est actuellement disponible.
- **Serge Janicot :** précise qu'il existe une gamme intermédiaire de modèle en terme de complexité et de puissance calcul nécessaire. Ces outils sont plus facilement maîtrisables et peut être plus appropriés pour soutenir des recherches et développements en Afrique. C'est le cas des schémas de prévision statistique tels que celui développé par le CRC à l'Université de Dijon (Responsable Bernard Fontaine) . S. Janicot propose que ce genre d'outils soient implantés en Afrique. Toujours dans le domaine d'outils numériques de complexité intermédiaire on peut signaler les méthodes d'advection d'échos radar et/ou d'images satellite pour la prévision des systèmes convectifs, modèles qui peuvent être implantées et développées en Afrique.

STRUCTURATION DE LA PARTICIPATION AFRICAINE

1) Comité de suivi africain

Un comité de suivi africain a été mis sur pied, à l'initiative des africains présents, pour évaluer des projets à transmettre dans un premier temps au CCMA pour avis avant réponse aux appels d'offres. Deux appels d'offres en particulier sont visés dans les trois mois qui viennent: l'appel d'offres CORUS du MAE en France (date limite officielle: 30 avril; date de transmission au comité de suivi le 15 avril) et l'appel d'offres FIRMA de l'ACMAD (dont l'échéance se situera en mai). Il sera impliqué dans l'organisation des réunions, conférences et séminaires AMMA. Le comité de suivi aura également un rôle à jouer dans l'animation du réseau AMMA-Net (**voir § 3 ci-dessous**) et dans la gestion du site AMMA-Web. La composition de ce comité est la suivante :

Abou AMANI, expert Hydrologue, Centre AGRHYMET (Niamey)

Amadou GAYE, enseignant-chercheur au LPA (Dakar)

Adamou GARBA, enseignant-chercheur à l'EAMAC (Niamey)

Abdallah NASSOR, responsable du pôle *climat* à l'ACMAD (Niamey)

Delphin OCHOU enseignant-chercheur au LAPA (Abidjan)

Lekan OYEBANDE professeur à l'Université de Lagos.

Le comité de suivi, dont la composition évoluera pour assurer une représentation la plus équilibrée possible de la communauté africaine impliquée dans AMMA, dispose d'un correspondant dans chaque pays, chargé de suivre et rendre compte au niveau national de l'activité « AMMA ».

2) Training Task Team (AMMA-3T) –

Cette équipe est composée de quatre correspondants français (Yves TOURRE coordinateur, correspondant ACMAD, Robert DELMAS, correspondant Universités, Jean-Philippe LAFORE, correspondant EAMAC-ASECNA, Thierry LEBEL, correspondant AGRHYMET). Les objectifs recherchés et la liste des actions les plus immédiates à entreprendre ont été données en section précédente.

3) AMMA-NET

Pour maintenir le contact avec l'ensemble des africains ayant participé à la réunion ou ayant manifesté leur intérêt, il a été proposé de mettre sur pied un réseau "AMMA-NET", qui sera soutenu par MEDIAS (création sur le site AMMA d'un item approprié). Ce site fournira les informations dont la liste a été donnée plus haut, concernant notamment la formation, les appels d'offres avec leurs échéances, les comptes-rendus des réunions du groupe de suivi africain, des références bibliographiques.

4) FIRMA

Le directeur de l'ACMAD a proposé que l'émergence du projet AMMA soit prise en compte dans le prochain appel d'offres FIRMA qui pourrait être légèrement décalé pour permettre la constitution de réponses appropriées.

5) Appui possible au niveau de l'OMM

Des contacts avec l'OMM doivent être organisés. Actuellement le projet AMMA est déjà ancré au PMRC, à travers CLIVAR-Afrique et à travers GEWEX. Néanmoins, plusieurs groupes de travail ont souligné l'importance d'une meilleure coordination entre les différentes structures de l'OMM qui sont impliquées dans les recherches sur le climat, dans la coordination des services opérationnels ou dans les actions ayant trait aux banques de données. Une démarche coordonnée vis à vis de ces différentes structures est donc à mettre en place.

ECHEANCES A VENIR

1) Rédaction d'un plan international de programme

Le livre blanc, émanation de la communauté scientifique française, a servi de base aux discussions engagées avec les scientifiques africains et les institutions qui les soutiennent. Ces discussions, de même que les contacts établis en Europe et aux Etats-Unis, ont fait apparaître un certain nombre de priorités et de contraintes, ainsi que des élargissements souhaitables – notamment dans le domaine de l'océanographie – qui doivent être pris en compte pour produire un véritable plan international de programme. La participation africaine à la rédaction de ce document se fera à travers le comité de suivi africain mis en place suite à la réunion de Niamey. Techniquement, le dialogue entre les différentes communautés sera facilitée par les sites AMMA et AMMA-Net, qui seront gérés par MEDIAS-France.

2) Recherche des financements pour assurer la participation des équipes africaines

Comme indiqué précédemment, le site AMMA-Net fournira toutes les indications utiles sur les appels d'offre susceptibles d'aider à financer la participation des équipes africaines à AMMA. Il faudra distinguer : i) les financements destinés à faire fonctionner des réseaux entre partenaires de plusieurs pays africains qui pourraient être utilisés pour faire fonctionner la structure de coordination africaine de AMMA (typiquement AUPELF-UREF); ii) les financements destinés à financer des opérations de recherche bien ciblées et d'ampleur limitée (typiquement FIRMA); iii) les financements permettant de mobiliser un ensemble de moyens importants sur une grande opération de recherche coordonnée telle que AMMA (FSP du MAE en France, programmes européens, ...). Ces différents moyens devront être étudiés et utilisés de manière rationnelle et coordonnée.

La réunion de Niamey a atteint une partie de ses objectifs en permettant de mobiliser une large communauté de scientifiques africains et européens autour de la mise sur pied d'un programme intégré d'étude de la mousson ouest-africaine dans ses différentes composantes. Un certain nombre d'actions concrètes, dans le domaine de la formation que dans ceux de l'observation et de la modélisation ont été proposées. Les mois qui viennent seront consacrés à la recherche des moyens permettant de concrétiser ces actions et de faire fonctionner une véritable coordination africaine du projet.

Glossaire des Sigles utilisés dans ce compte-rendu

ACMAD	African Center for Meteorological Applications to Development
AGRHYMET	Centre d'AGRO-Hydro-MÉTéorologie (Niamey)
ASECNA	Association pour la SECurité de la Navigation aérienne en Afrique
AUPELF Française	Association des Université Partiellement ou Entièrement de Langue Française
CCMA	Comité de Coordination (français) du projet Mousson Africaine
CEPMMT	Centre Européen de Prévision Météorologique à Moyen Terme
CESBIO	Centre d'Etude
CLIVAR	CLImate VARIability and predictability
CMS-Lannion	Centre de Météorologie Spatiale
CNRM	Centre National de Recherche en Météorologie (Météo-France)
COI	Comission Océanographique Internationale
CRC-Dijon	Centre de Recherche en Climatologie
DH	Direction de l'Hydraulique
DMN	Direction de la Météorologie Nationale
DRE	Direction des Ressources en Eau
EAMAC	Ecole des Applications de la Météorologie à l'Avion Civile
EIER	Ecole d'Ingénieurs en Equipement Rural (Ouagadougou)
EOP	Enhanced Observing Period
FSP	Fonds de Soutien de Programmes
GEWEX	Global Energy and Water cycle EXperiment
GOOS	Global Ocean Observing System
GPS	Global Positionning System
HSM	HydroSciences Montpellier
ICRISAT	International Centre for Research In the Semi-Arid Tropics
IDAF	International DEBITS of AFrica
IGNN	Institut Géographique National Nigérien
IRD	Institut de Recherche pour le Développement
LAPA	Laboratoire de Physique de l'Atmosphère (Abidjan)
LOP	Long-term Observing Period
LPA-LERG	Laboratoire de Physique de l'Atmosphère -
LTHE (Grenoble)	Laboratoire d'étude des Transferts en Hydrologie et Environnement
MAE	Ministère des Affaires Etrangères (France)
MAR	Modèle Atmosphérique Régional
OMM	Organisation Météorologique Mondiale
PMRC	Programme Mondial de Recherche sur le Climat
PRESA-AO	PRÉvision Saisonnière –Afrique de l'Ouest
SAF	Satellite Application Facility
SCAC	Service de Coopération et d'Action Culturelle
SOP	Special Observing Period