

ACTION CONCERTEE CATCH : BILAN ET PERSPECTIVES

S. Janicot¹, T./Lebe², J. Polcher¹

J.P. Duvel¹, B. Fontaine³, S./Galle², H./Gallée², J. Gignoux⁴, R. Haverkamp², C./Peugeot⁵

hydrologie

¹ LMD, UPR 1211 Université de Jussieu, BP 99, 75252 Paris cedex 05

² LTHE, UMR 5564, BP 53, 38041 Grenoble cedex 9

³ CRC, UMR 5080, Université de Bourgogne, BP 27877, 21078 Dijon Cedex

⁴ Lab. Fonct. Evolution Systèmes Ecologiques, UMR 7625, ENS, 46 rue d'Ulm 75230 Paris cedex 05

⁵ HSM, UMR 5569, BP 5045, 34032 Montpellier cedex 1

1. RAPPEL SUR LES OBJECTIFS DE L'ACTION CONCERTEE.

La communauté française a accumulé une expertise inégalée sur le climat, la météorologie, l'hydrologie et les écosystèmes en Afrique de l'Ouest. L'étude d'éventuels changements climatiques et de leur impact sur le cycle hydrologique - avec les manifestations extrêmes que cela pourrait entraîner- constitue un enjeu important pour la communauté scientifique. Sur ce plan, l'Afrique de l'Ouest apparaît comme une région particulièrement sensible. La baisse très marquée de la pluviométrie observée sur cette région au cours des décennies 70 et 80 a en effet eu des conséquences importantes, tant aux plans hydrologique qu'agronomique et, par là même, économique. Le projet CATCH s'est construit pour développer des approches intégrées permettant de relier les fluctuations pluviométriques interannuelles et décennales aux modifications constatées, ou possibles, du cycle hydrologique en Afrique de l'Ouest, ceci notamment pour en déterminer la prédictibilité. Il est nécessaire pour cela de disposer d'observations spécifiques et de mobiliser des équipes compétentes en atmosphère, biosphère et hydrosphère. En conséquence, le but de l'action concertée CATCH était "d'évaluer la faisabilité d'une expérience d'échelle régionale dans une optique GEWEX sur l'Afrique de l'Ouest et les moyens qui doivent être mis en place pour cela".

2. LES ACTIONS REALISEES.

L'action concertée a été organisée en trois temps. Tout d'abord une réunion a été organisée à l'école de physique des Houches du 24 au 26 mars 1999 pour dégager les questions scientifiques jugées prioritaires au sein de la communauté nationale, concernant l'atmosphère, l'hydrosphère et la biosphère tropicale, ainsi que leurs interactions. Une cinquantaine de scientifiques français et une dizaine de scientifiques africains appartenant à une douzaine de laboratoires différents ont participé à cette réunion dont les résultats essentiels sont résumés en section 3 ci-après et dont l'intégralité se trouve consignée dans un rapport disponible auprès des coordinateurs de l'action concertée ou sur le site <http://www.lthe.hmg.inpg.fr/catch/>. Une zone d'étude a été choisie. Elle couvre 5° en longitude (0°- 5°E) et 9° en latitude (6°N- 15°N). Elle inclut deux sites d'observations de méso-échelle : le bassin de l'Ouémé en climat soudanien et le degré carré de Niamey en climat sahélien (Fig. 1).

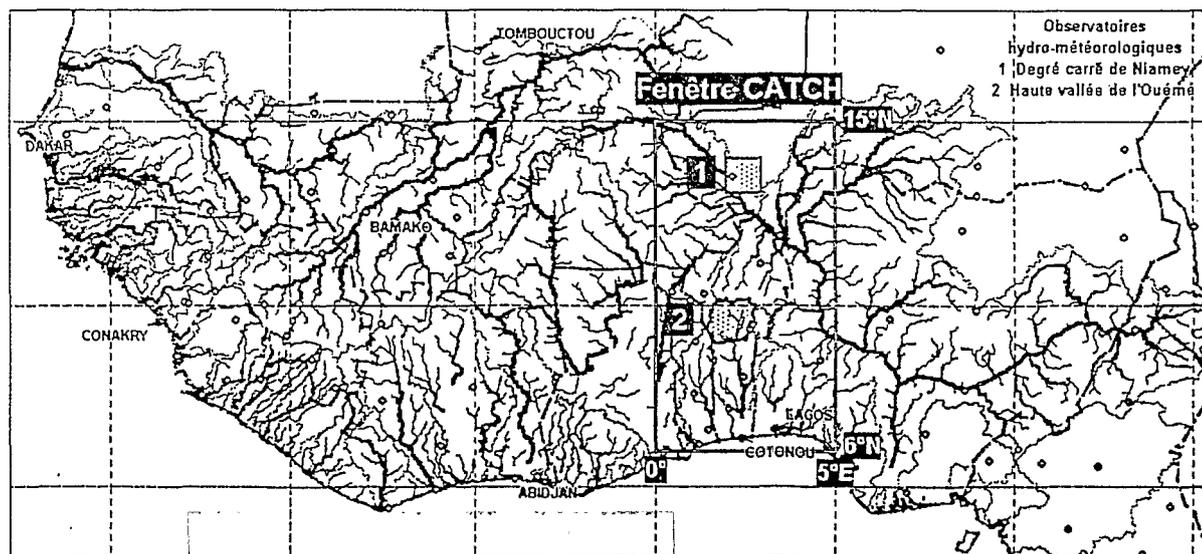
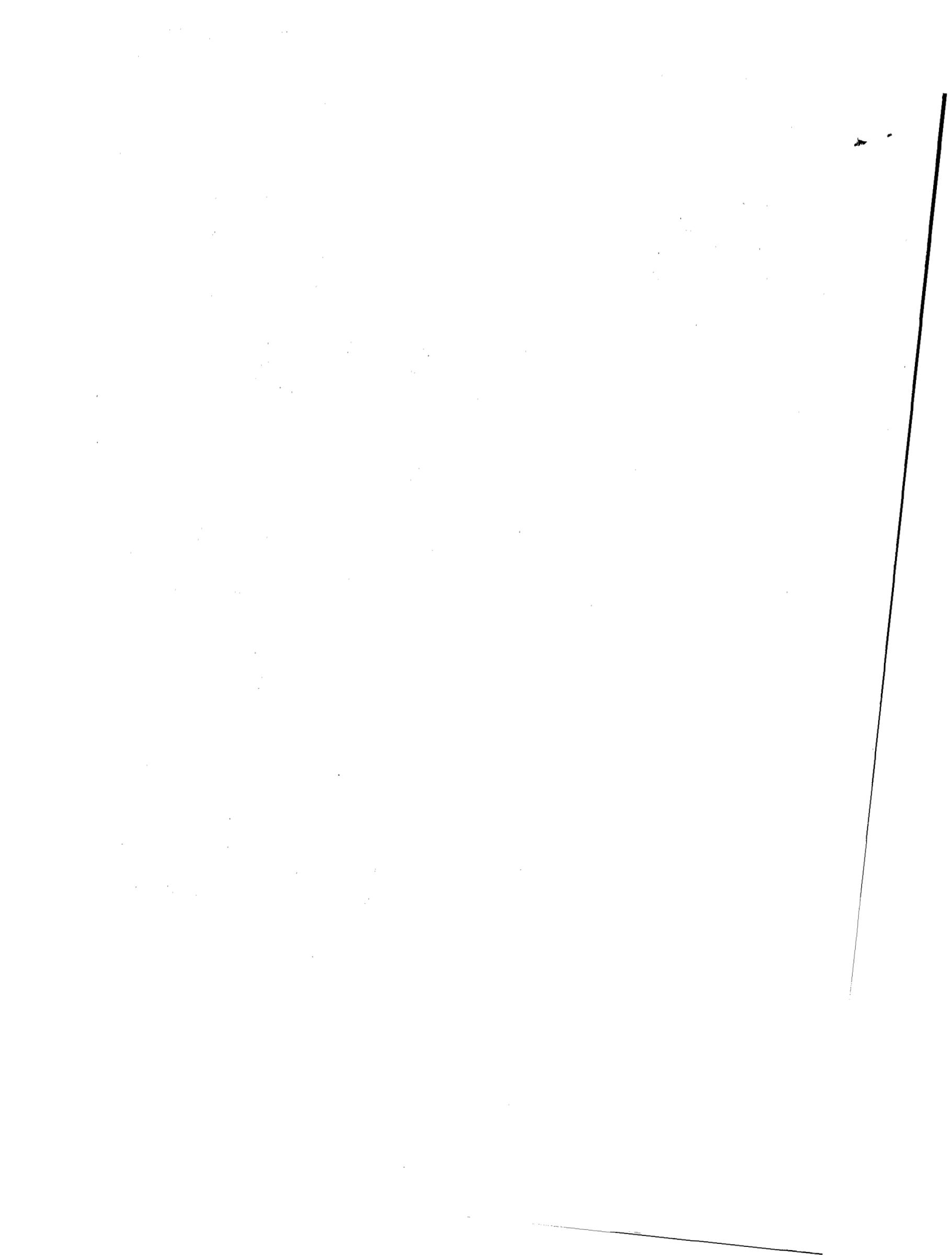


Figure 1. La fenêtre régionale CATCH et les sites de méso-échelle associés (1 : degré carré de Niamey et 2 : haut bassin de l'Ouémé).

Fonds Documentaire IRD
Cote: 6x 21523 Ex: 1





Dans un deuxième temps, nous nous sommes attachés à identifier des partenaires européens susceptibles de participer au fonctionnement du système d'observation sur le bassin de l'Ouémé. Des contacts ont été établis à travers le projet européen WAMP (West African Monsoon Project). Ils ont abouti à la formation de deux groupes : i) un groupe allemand formé par l'Université de Cologne, l'Université de Bonn, et le DLR (agence spatiale allemande) ; ii) un groupe britannique constitué autour de l'université de Reading, avec la contribution du UK Met Office. Le groupe allemand a obtenu un important financement fédéral sur 8 années pour travailler sur le bassin de l'Ouémé. Ce financement prévoit notamment des mesures de terrain complémentaires de celles mises en place par les équipes de l'IRD : une station de radiosondage, des mesures de bilan radiatif, un complément d'équipement en pluviographes et en piézographes, ainsi que l'instrumentation complète d'un petit bassin versant de quelques km². Le projet allemand, dénommé IMPETUS, comprend un volet sur les perspectives médicales et sanitaires de la gestion de l'eau ainsi que des études sur l'impact de la démographie sur les ressources en eau. La définition d'objectifs scientifiques convergents (voir ci-après en section 3) ont conduit à définir un projet conjoint à CATCH et IMPETUS sur le bassin de l'Ouémé, projet dont la troisième composante est constituée par les organismes béninois : DH (Direction de l'Hydraulique), DMN (Direction de la Météorologie Nationale), UNB (Université Nationale du Bénin). Ce projet commun – dénommé H₂O, pour Hydrometeorological Ouémé Observatory-, est fondé sur des objectifs scientifiques convergents et permettra la mise en commun des moyens expérimentaux et logistiques. Alors que H₂O est surtout tourné vers l'étude du bilan hydrique du bassin de l'Ouémé, une expérience préliminaire – JET 2000- impulsée par l'université de Reading va s'attacher à documenter les structures atmosphériques qui conditionnent la formation des systèmes convectifs sur la région CATCH. Un avion de recherche du UK Met Office sera utilisé à cette fin. La campagne consistera en un survol du Sahel entre Dakar et Niamey, puis en plusieurs vols répartis sur une dizaine de jours sur la fenêtre CATCH au cours du mois d'août 2000.

La dernière étape de l'action concertée a consisté à proposer le projet CATCH, étoffé des participations mentionnées ci-dessus, comme contribution aux actions menées par le Programme Mondial de Recherche sur le Climat, que ce soit dans le cadre de GEWEX ou dans celui de CLIVAR. CATCH a été présenté à la réunion du GHP (GEWEX Hydrological Panel) qui s'est tenue à Hambourg en septembre 1999, puis à la réunion du SSG (Scientific Steering Committee) de GEWEX à Hawaï en janvier 2000. CATCH a été incorporé dans le dispositif de la CEOP (Coordinated Enhanced Observing Period) qui se tiendra entre 2001 et 2003, avec pour objectif de documenter les interactions de grande échelle entre l'atmosphère et les surfaces continentales. Par ailleurs, un représentant de CATCH a été désigné pour coordonner la réflexion sur les opérations de terrain du Clivar Africa Task Team (CATT), dont la première réunion s'est tenue à Southampton en mars 2000. Le CATT recommande que CATCH soit affiché comme site de référence pour observer sur le long terme l'impact régional des fluctuations climatiques en Afrique de l'Ouest.

3. LES QUESTIONS SCIENTIFIQUES ET LES PRIORITES IDENTIFIEES.

Bien qu'initialement 6 groupes de travail aient été constitués, on peut synthétiser les questions scientifiques qui se posent sous 3 rubriques : i) interactions d'échelle dans l'atmosphère ; ii) couplage entre l'hydrologie continentale et la variabilité atmosphérique ; iii) rétroactions entre la végétation et le système *hydro-climatique*

3.1 Interactions d'échelle dans l'Atmosphère

Une des motivations initiales du choix de la fenêtre CATCH était de documenter les variabilités intra-saisonnière et interannuelle des précipitations et les structures atmosphériques associées en climat soudanien, en complément de ce qui existait déjà sur le Sahel sur le degré carré de Niamey. Les études diagnostiques menées par différentes équipes, notamment dans le cadre du projet WAMP, ont montré l'importance de mieux comprendre pourquoi des structures atmosphériques en apparence similaires (par exemple les ondes d'est) étaient associées à de l'activité convective ou non. Indexée à cette question est celle des rôles respectifs des températures de surface de la mer et des conditions de surface continentales dans la mise en place de la saison des pluies puis des périodes sèches en cours de saison des pluies. Deux types d'études sont jugés prioritaires :

- Etudes diagnostiques - à partir d'observations sol, de données satellite de type METEOSAT et des réanalyses NCEP/NCAR et ECMWF – i) des flux intégrés de vapeur d'eau et de la variabilité des précipitations (intra-saisonnière et interannuelle) sur la fenêtre CATCH ; ii) du cycle de vie des systèmes convectifs et des structures atmosphériques dans lesquelles ils se développent ;
- Etudes par modélisation des interactions entre échelle convective et échelle de la circulation générale.

De nombreuses autres questions ont été inventoriées lors du séminaire des Houches, concernant par exemple les régimes de brise, le rôle de l'orographie, la question des poussières. Dans un premier temps il est

apparu que sur la base du dispositif expérimental et des données extérieures (satellites ; réanalyses) qui seront disponibles sur la zone dans les trois années qui viennent, ce sont les questions ci-dessus qui devraient retenir tout d'abord l'attention. Ceci étant, le besoin d'une expérimentation poussée sur la convection en Afrique de l'Ouest est clairement apparu. Les moyens à réunir pour cela et les modalités de leur mise en œuvre doivent notamment faire l'objet des travaux du groupe « Météorologie tropicale » mis en place dans le cadre du PATOM.

3.2 Couplage entre l'hydrologie continentale et la variabilité atmosphérique

Les systèmes hydrologiques continentaux amplifient souvent les fluctuations de la pluviométrie subies en entrée. Pour des baisses de pluie moyenne allant de 15 à 20% entre période humide et période sèche on a ainsi pu enregistrer des baisses de débit moyen annuel atteignant 66 % sur le Bani (affluent du Niger) et 40% sur l'Ouémé. L'enjeu d'une expérience telle que CATCH est de fournir des données de validation en appui des modèles permettant de rendre compte de ces non-linéarités et disposant d'une certaine capacité prédictive qui pourrait être mise au service de prévisions saisonnières. La question des échelles est déterminante. En effet, le bilan hydrologique continental est largement conditionné par le partitionnement infiltration/ruissellement à l'échelle des versants et par les processus qui s'opèrent dans les sols en fonction de leur teneur en eau et de leur couverture végétale. Les mesures les plus fiables d'humidité du sol et de végétation sont essentiellement ponctuelles, ce qui pose le problème de leur intégration pour représenter le fonctionnement d'un versant, puis d'un petit bassin. Par ailleurs, ces bassins représentent encore une échelle faible par rapport à la résolution des modèles climatiques, qui sont donc incapables actuellement de représenter les écoulements en rivière et les processus de perte ou de résurgence qui leur sont associés. C'est ainsi qu'au Sahel, la sécheresse des années 70 et 80 s'est traduite par une augmentation locale du ruissellement et par une diminution des débits à l'exutoire des grands bassins. Trois points apparaissent donc comme prioritaires : i) développer des modèles permettant d'obtenir plus ou moins directement des flux d'eau intégrés à l'interface sol-atmosphère (infiltration ou évaporation) à l'échelle du versant ou du petit bassin ; ii) développer des approches agrégatives pour passer du petit bassin à l'échelle régionale ; iii) recueillir des données de validation de ces approches pour l'Afrique de l'Ouest. Une approche agrégative de modélisation des transferts d'eau de surface est actuellement en cours à l'échelle du millier de km² sur le site nigérien.

3.3 Rétroactions entre la végétation et le système hydro-climatique

L'évapotranspiration est un des termes les plus importants du bilan hydrique en zone tropicale. Or il est mal pris en compte dans les modèles couplant l'hydrologie au climat. Par ailleurs, les premières hypothèses émises pour lier une possible évolution du climat à l'évolution des couverts végétaux en Afrique de l'Ouest (par exemple le mécanisme proposé par Charney en 1975) n'ont encore jamais été véritablement validées du fait de la difficulté de développer des modèles couplés adéquats et du fait également d'un manque de données de validation. CATCH pourrait apporter une contribution sur ces deux points en associant trois communautés : celle des écologues développant des outils destinés à modéliser l'influence de la végétation sur les flux d'eau et l'influence en retour des flux sur l'organisation de la végétation, à des échelles compatibles avec les modèles hydrologiques et climatiques ; celle des hydrologues, dont les outils permettent de quantifier la partition de l'eau entre ruissellement et percolation vers les nappes (l'eau atteignant les nappes profondes est recyclée moins facilement que l'eau restant en surface), ainsi que la disponibilité en eau pour la végétation ; celle enfin des modélisateurs du climat, tant à l'échelle globale que régionale, pour qui la prise en compte dynamique de la végétation est la priorité des années à venir. La communauté des télédéTECTEURS, transversale aux précédentes, est quant à elle susceptible de fournir, en association avec des observations au sol, les éléments de validation recherchés par les modélisateurs. Il est proposé comme première étape dans cette direction d'utiliser un modèle traitant de façon mécaniste la compétition entre individus d'une population végétale pour la lumière et l'eau, c'est à dire permettant de coupler les aspects écophysologiques et démographiques qui conditionnent l'évolution des écosystèmes. Une étude méthodologique visant à coupler un modèle hydrologique et un modèle d'écosystème est actuellement en cours dans le cadre d'une collaboration entre l'ENS et l'IRD. Le point délicat dans une perspective climatique et hydrologique est celui des échelles. En effet, la mise en œuvre de ces modèles, développés initialement à l'échelle d'un système végétal élémentaire, sur des bassins versants suppose une procédure de dégradation de la résolution spatiale. La télédétection et les méthodes/modèles associés fournissent une piste possible pour la mise au point d'une telle procédure. Un objectif particulier pourrait être de tester quelle aurait pu être l'évolution des couverts végétaux au cours des dernières décennies en absence d'interférence humaine.

4. LA QUESTION DES DONNEES ET LA STRATEGIE EXPERIMENTALE.

L'acquisition de données spécifiques est fondamentale pour espérer progresser sur les questions scientifiques posées ci-dessus, et ce pour au moins deux raisons. Tout d'abord, les données produites par les services à vocation opérationnelle sont en quantité et en qualité (nature, résolution, densité) insuffisantes pour documenter correctement l'ensemble du cycle hydrologique (processus, conditions aux limites). Ensuite, il faut insister sur le fait que CATCH est fondé sur une vision multi-échelle de la liaison entre variabilités climatique et hydrologique en Afrique de l'Ouest, ce qui a conduit à identifier quatre échelles de travail associant observations et modélisation. Il est donc important d'obtenir des observations cohérentes pour ces quatre échelles.

4.1 L'Afrique de l'Ouest

L'Afrique de l'Ouest est considérée dans son ensemble pour étudier la variabilité d'entités telles que les jets, les ondes d'est et les Masses Convectives Compactes (MCC) qui se propagent sur des distances pouvant atteindre plusieurs milliers de kilomètres. Les données à utiliser pour cela sont :

- Les données des radiosondages opérationnels entourant la fenêtre CATCH, à savoir Abidjan et Bamako (occasionnellement Ouagadougou,). Trois à cinq sites supplémentaires pourraient être activés durant la CEOP, un financement ayant été demandé pour cela au Global Environmental Facilities (GEF). Trois sites ont été retenus pour l'instant : Zinder au Niger, Kano au Nigeria et Cotonou au Bénin. L'objectif est de documenter les flux de vapeur d'eau rentrant et sortant de la fenêtre.
- Les données pleine résolution METEOSAT sont actuellement analysées pour constituer une base de données sur 10 ans de tous les systèmes convectifs de méso-échelle concernant une fenêtre qui s'étend de 20°W à 20°E et de 0° à 20°N.
- Les réanalyses NCEP et ECMWF, ainsi que les sorties de 5 runs du MCGA-version 6 du LMD sur la période 1960-1994, serviront de base aux études diagnostiques sur la liaison entre ondes d'est et convection.
- Pour caractériser l'évolution de la végétation sur l'Afrique de l'Ouest, un recensement des cartes de végétation ainsi que des cartes topographiques, géologiques et pédologiques est en cours.
- Par ailleurs, avec l'aide des services météorologiques nationaux et de l'AGRHYMET, une base de données pluviométriques journalières a été constituée ; elle couvre la période allant de l'origine de chacune des quelque 400 stations qui y figurent jusqu'à 1990.

4.2 La fenêtre régionale

La fenêtre régionale a été définie pour pouvoir étudier plus en détail les variabilités atmosphérique, pluviométrique et hydrologique sur une zone représentative du continuum climatique d'Afrique de l'Ouest. Cette fenêtre sera utilisée pour comparer les sorties de différents modèles climatiques (globaux ou régionaux) aux observations fournies par les réseaux nationaux ou par CATCH.

- Sur cette fenêtre, une sous-base de la base de données pluviométriques journalières d'Afrique de l'Ouest sera mise à jour régulièrement, grâce à la collaboration des DMN's du Niger, du Bénin et du Togo.
- Deux stations de radiosondage seront en service : une tenue par la DMN du Niger à Niamey (13.5°N) et l'autre par l'Université de Cologne à Parakou (Bénin, 9.5°N).
- Une mosaïque de cartes topographiques à partir de couvertures partielles établies à différentes échelles est également en cours de constitution.

4.3 Les sites de méso-échelle

Deux sites de méso-échelle, l'un en climat sahélien (degré carré de Niamey), l'autre en climat soudanien (haut bassin de l'Ouémé) sont suivis dans le cadre de CATCH (Fig. 1). Plusieurs raisons poussent à documenter un site soudanien, en complément d'un site sahélien, parmi lesquelles : i) la diversité des systèmes précipitants avec notamment un rôle important des stratus dans les flux de vapeur d'eau basses couches ; ii) une importance plus grande des écoulements en rivière dans le bilan hydrologique ; iii) la part plus grande de la végétation arborée. Les actions en cours sur ces deux sites sont les suivantes :

- analyse des régimes pluviométriques et de leurs fluctuations aux échelles annuelle et décennale, à partir des observations des réseaux nationaux.
- poursuite des observations sur le degré carré de Niamey (pluviométrie, piézométrie), dont l'intérêt vient d'être démontré par les deux années 1998 et 1999. En 1998, la pluviométrie a été exceptionnelle sur Niamey (1000 mm environ, soit le record enregistré depuis les origines de la station en 1905), mais avec de très fortes irrégularités d'un poste à l'autre ; en 1999, la pluie a partout été abondante et bien répartie dans le temps, permettant des récoltes meilleures qu'en 1998. Le total des deux saisons sur le degré carré est équivalent : 670 mm.

- instrumentation hydrologique et pluviométrique renforcée sur le haut bassin de l'Ouémé (32 stations pluviographiques et 11 stations de mesures de débit, 10 piézographes, l'ensemble de ces postes étant à acquisition numérique) ;
- caractérisation des conditions de surface sur le bassin de l'Ouémé (topographie, végétation), un travail important de mise en forme et d'agrégation de ces données ayant été réalisé en vue de constituer un Système d'Information Géographique.

4.4 Les sites locaux

Des études plus détaillées des processus de redistribution des entrées pluviométriques seront effectuées sur des petits bassins situés sur le Téro (affluent du Haut Ouémé). Les données recueillies serviront notamment à étalonner puis valider les modèles agrégatifs mentionnés en section 3 ci-dessus. Par ailleurs, le suivi hydrologique sur 3 petits bassins endoréiques représentatifs des processus sahéliens est maintenu sur le site nigérien. Ces sites, bien documentés sur le plan de l'eau dans le sol devraient aussi servir de support à des études sur le cycle saisonnier de la végétation, avec notamment des mesures de photosynthèse de stress hydrique.

5. LA LIAISON AVEC LES PROGRAMMES NATIONAUX ET INTERNATIONAUX.

L'étude du couplage entre l'atmosphère et le cycle hydrologique continental est l'une des principales préoccupations de la composante GEWEX du Programme Mondial de Recherche sur le Climat (PMRC). L'étude de la variabilité climatique et de ses impacts régionaux est au centre des missions que s'est fixé CLIVAR. L'Union Européenne soutient plusieurs programmes consacrés à des études diagnostiques et de modélisation sur les systèmes de mousson (Shiva et son successeur Promiss ; WAMP). La NSF américaine a placé au premier plan de ses priorités pour la décennie à venir l'étude des interactions entre les systèmes biologiques et les systèmes physiques, qui jouent un rôle important dans le fonctionnement du système atmosphère/ biosphère/ hydrosphère.

Comme cela a été mentionné plus haut, les relations établies avec le PMRC, à travers ses composantes GEWEX et CLIVAR ont permis de faire de CATCH un site de référence sur l'Afrique. Parmi les 6 sites du dispositif CEOP, CATCH est le seul situé en Afrique. C'est le seul également à mobiliser les équipes françaises. CLIVAR, de son côté, veut impulser des études régionales en synergie avec les études globales traditionnellement centrées sur l'océan. C'est pourquoi une liaison entre CATCH et PIRATA, qui étudie les interactions océan-atmosphère sur l'Atlantique Tropical, devrait être encouragée.

Dans la communauté nationale, outre le soutien obtenu du PNRH pour l'action concertée et certaines études scientifiques préliminaires associées, CATCH contribue aux actions en cours au PNEDC (composante française de CLIVAR) et au PATOM. Au PNEDC, le thème ECLAT (Etude du Climat de l'Atlantique Tropical) inclut les études de systèmes convectifs menées au sein de CATCH. Le PATOM, de son côté, finance un groupe de travail « Météorologie Tropicale ». Ce groupe de travail doit, entre autres, se pencher sur la question des expériences de terrain en zone tropicale, et notamment en Afrique de l'Ouest. Le site CATCH pourrait dans ce cadre servir de terrain d'accueil pour une future expérience de météorologie de méso-échelle qui se déroulerait à l'horizon 2003-2005.

6. BILAN DE L'ACTION CONCERTÉE ET PERSPECTIVES.

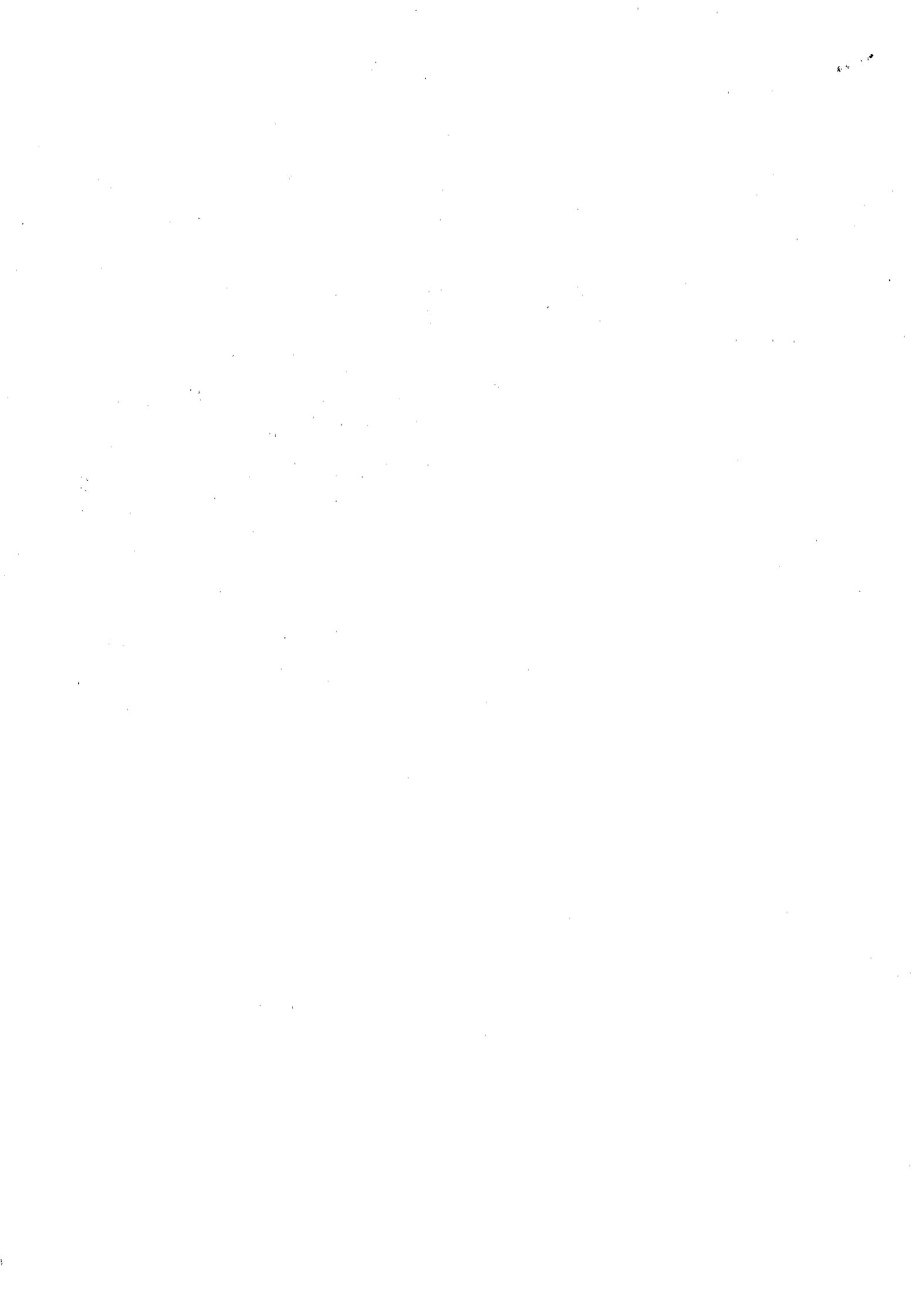
Dans un premier temps, la réunion des Houches a permis d'impliquer largement la communauté nationale dans la réflexion sur les questions scientifiques à mettre en avant pour un projet tel que CATCH. Puis, les contacts établis à travers le projet européen WAMP ont permis de faire du bassin de l'Ouémé un terrain d'étude regroupant plusieurs équipes européennes et africaines et de démarrer ainsi un site d'observation de long terme en climat soudanien qui constituera le pendant du site sahélien de Niamey. La participation à la CEOP de GEWEX (2001-2003), les perspectives d'une expérience de méso-échelle sur la convection tropicale (horizon 2003/2004) et l'inclusion dans le dispositif CLIVAR dessinent un calendrier pour les 5 ans qui viennent. De ce point de vue, l'action concertée a joué son rôle en permettant de mobiliser la communauté nationale de manière coordonnée et de présenter une initiative unifiée à nos différents interlocuteurs au plan international.

Il est bien sûr souhaitable que la communauté nationale confirme maintenant son engagement autour du site CATCH. L'ambition du programme est de conjuguer plusieurs approches complémentaires. Tout d'abord il y a la volonté de tenir un site de suivi à long terme sur l'Afrique de l'Ouest. La nécessité de tels sites est unanimement reconnue par les communautés du climat, de la biosphère et de l'hydrosphère. La capacité à initier un projet tel que CATCH, sur la base des investissements -scientifiques, méthodologiques et logistiques- réalisés depuis longtemps par la communauté nationale, nous est enviée par nos partenaires

* européens et américains. Cette capacité doit être maintenue dans la mesure du possible. Profitant de cette politique d'observation de long terme, CATCH se fixe aussi pour objectif de promouvoir des expérimentations plus localisées et plus intensives afin de fournir une base de validation pour différents modèles. Au premier rang de ceux-ci figurent les nouveaux schémas de surface destinés à être inclus dans des modèles couplés dotés d'une modélisation dynamique de la végétation. Un autre domaine d'investigation mis en avant est celui de la convection tropicale, le projet JET2000 constituant à cet égard un premier exemple de ce qui pourrait être fait en associant observations atmosphériques in situ et observations au sol.

Actuellement le système d'observation CATCH est financé par l'IRD, le programme *eau* du gouvernement fédéral allemand et le NERC (Grande-Bretagne). Les autres contributeurs potentiels sont l'action INCO-Dev de l'Union Européenne, le GEF (Global Environmental Facilities), qui dispose de financements mis à disposition par la banque mondiale, et la NSF américaine, plusieurs équipes des Etats-Unis s'intéressant de longue date aux fluctuations climatiques en Afrique de l'Ouest.

Les actions relevant des thématiques convergentes entre GEWEX et CLIVAR doivent par ailleurs trouver un cadre clair pour présenter leurs projets et demander un appui à nos programmes nationaux. Actuellement le PNEDC constitue le seul programme national affichant ce type de thématique mais les études régionales y sont encore peu reconnues, surtout quant elles touchent aux continents.



INSU

BRGM

CEMAGREF

CIRAD

CNES

CNRS/SPI

INRA

IRD

LCPC

METEO FRANCE



Colloque
PNRH 2000

PROGRAMME NATIONAL DE RECHERCHE EN HYDROLOGIE

Centre International de Conférences/METEO FRANCE
42, avenue Coriolis - 31 057 Toulouse Cedex

16-17 Mai 2000

