

## Atelier 2

**Les hydrosystèmes continentaux**

Christian Lévêque et Jean-Charles Fontes

Les exposés et les discussions de l'atelier 2 se sont organisés autour de trois thèmes principaux.

**Les paléoenvironnements aquatiques**

Les fluctuations des quantités d'énergie que doit dissiper le globe terrestre se traduisent par des variations des cycles de l'eau. La paléohydrologie est donc l'approche naturelle de la paléoclimatologie continentale.

Pendant trois décennies, les reconstructions paléoclimatiques ont été obtenues par l'étude – essentiellement isotopique – du matériel livré par les carottes de sédiments marins ou de glaces polaires. Toutefois, le développement des connaissances est limité par plusieurs facteurs : taux de sédimentation faible (de l'ordre de quelques  $10^{-2} \text{ m} \cdot \text{ka}^{-1}$ ) et bioturbation par les organismes benthiques dans le cas des sédiments marins, chronologie indirecte fondée sur des modèles d'accumulation/fluage et compression de la stratigraphie à la base des profils dans le cas des carottes de glace. La paléohydrologie/paléoclimatologie continentale propose une approche complémentaire des phénomènes paléoclimatiques avec des taux de sédimentation de l'ordre du mètre par ka, la possibilité de dater par radiochronométrie, dans des colonnes sédimentaires peu perturbées par l'activité des organismes. Un intérêt théorique essentiel des études continentales découle de la possibilité qu'elles offrent de reconstituer les variations du couplage océan-atmosphère dans le passé. La compréhension de ces mécanismes est en effet nécessaire à l'établissement de modèles de circulation atmosphérique à l'échelle du globe. En cela, seules les archives paléohydrologiques peuvent permettre de contraindre les modèles pour ce qui concerne les parties continentales du mouvement des masses d'air et de vapeur d'eau. De plus, les fluctuations des climats continentaux sont responsables de la formation d'énormes ressources en eaux souterraines qui constituent les seules réserves hydriques de vastes régions aujourd'hui arides ou semi-arides. Par ses rapports avec les eaux souterraines, la paléohydrologie des systèmes lacustres et fluviaux présente un important volet d'intérêt économique.

Enfin, la demande toujours croissante de sites hydrologiquement sûrs d'entreposage de déchets (radioactifs et/ou toxiques) impose d'en prévoir le comportement à différentes échelles de temps, ce qui ne peut s'essayer qu'en reconstituant les fluctuations hydrologiques du passé.



Christian Lévêque (présentation)

Malgré ces critères d'intérêt, les études paléohydrologiques sont restées peu développées par suite de difficultés inhérentes au milieu continental. Les premières reconstitutions convaincantes ont été conduites sous les hautes et moyennes latitudes (grands lacs américano-canadiens, lacs suisses). Aux latitudes intertropicales, en revanche, les fluctuations climatiques extrêmes, avec des périodes arides très ventées, ont entraîné d'intenses actions érosives éoliennes. De plus, l'implantation des études doit répondre à des critères hydrologiques qui condition-

nent la qualité des enregistrements hydroclimatiques ; bassin versant limité permettant d'éviter les effets d'intégration des conditions hydrologiques par le réseau de surface ; faible gradient topographique n'autorisant pas le transport massif d'éléments détritiques sans grand intérêt pour les reconstructions ; drainage du bassin par la nappe afin d'éviter les sursalures préjudiciables au développement des organismes indicateurs de milieu ; présence de minéraux calciques dans le bassin versant permettant la précipitation de carbonates (inorganique et organique) qui contiennent de nombreuses informations géochimiques et isotopiques.

Les exemples présentés ont montré le caractère rapide et synchrone, aux échelles régionales et parfois hémisphériques, des fluctuations climatiques sur les continents depuis le dernier maximum glaciaire. Les recherches sur les paléoenvironnements, outre leur apport à la connaissance des climats, sont particulièrement utiles dans la connaissance des facteurs responsables de la mise en place des faunes aquatiques actuelles.

**Les ressources en eau et les changements climatiques**

Les exposés nous ont retracé brièvement l'évolution des recherches hydrologiques en zone intertropicale, et la sensibilisation progressive de cette discipline aux problèmes d'environnement. C'est dans une perspective d'approche intégrée des systèmes aquatiques qu'a été constitué par exemple le département Eaux continentales de l'ORS-TOM. C'est en effet sur la base de conflits d'enjeux et d'usages de l'eau qu'il faut concevoir la gestion de ces systèmes. Il faut noter que les chroniques de données hydrologiques et climatologiques, accumulées parfois depuis plusieurs décennies, constituent une contribution tout à fait significative dans le cadre des observations sur les changements climatiques à long terme.

L'hydrologie est le moteur du fonctionnement des écosystèmes aquatiques ainsi que l'a bien montré un exposé sur les régimes hydrologiques des grands fleuves sahéliens, dont l'hydraulicité a baissé dans des proportions importantes et dont les régimes de tarissement ont parfois radicalement varié depuis le début de la sécheresse sahélienne, au début des années 70. L'amenuisement des réserves souterraines a pour conséquence un appauvrissement durable des ressources hydriques de surface, malgré une amélioration récente des conditions climatiques. En d'autres termes, les étiages sont plus sévères et plus longs.

Les conséquences de ce déficit hydrologique qui sévit depuis plus de 20 ans ont pu être suivies, grâce à la télé-détection, dans le delta central du Niger où l'étendue et la durée de submersion des plaines du lit majeur se sont fortement réduites, avec pour conséquences la mise en culture de secteurs probablement occupés par les formations végétales aquatiques, et une réduction de l'espace pastoral.

La qualité des eaux des fleuves intertropicaux est variable en fonction de la proximité de la mer et de la disponibilité en minéraux hydrolysables dans le bassin sous l'effet d'une température moyenne élevée. Les autres variables présentent des variations marquées, liées aux conditions locales. C'est néanmoins en zone intertropicale, moins affectée globalement par les impacts des activités humaines, que l'étude des processus naturels apparaît la plus prometteuse.

### Les systèmes biologiques

Sur le thème de la biodiversité en milieu aquatique, il existe une grande expérience française dans le domaine de l'ichtyologie tropicale. Le poisson est à la fois une ressource économique et un groupe présentant une grande diversité de modèles biologiques, mais qui est très menacé par les activités humaines et dont la valeur patrimoniale est souvent reconnue. Pour toutes ces raisons, le poisson peut être une excellente "bannière" sous laquelle aborder l'étude et la gestion des systèmes aquatiques. Il est possible d'envisager une approche coordonnée des recherches portant à la fois sur l'état actuel des systèmes aquatiques et de leur faune, sur l'origine et le maintien de la biodiversité, sur son rôle écologique, sur les menaces potentielles y compris les pollutions, les introductions d'espèces, les aménagements. Il s'agit également de surveiller l'évolution de la biodiversité, d'identifier les espèces et les zones à protéger, et de valoriser les ressources biologiques des espèces sauvages. Des programmes sont actuellement en cours en Afrique (Côte-d'Ivoire, Guinée, Mali, Sénégal) et en Amérique du Sud (Guyane, Amazonie). Ils concernent en particulier la diversité génétique, les inventaires spécifiques, les relations entre l'habitat et la structure des peuplements piscicoles. Un exposé a souligné tout l'intérêt des recherches sur les stratégies vitales et notamment sur les stratégies de reproduction des poissons. Un autre a rappelé l'intérêt des parasites de poissons comme marqueurs spécifiques et comme modèle de coévolution.

De nouveaux types de milieux et de paysages aquatiques sont apparus au cours des dernières décennies. Il s'agit en particulier des nombreux petits barrages à usage multiple (agriculture, élevage, production piscicole, alimentation des villages) qui ont été construits un peu partout dans le monde. La gestion intégrée de ces systèmes,

dans une optique de valorisation de leurs potentialités, nécessite l'implication de nombreux spécialistes de disciplines différentes.

De nouveaux outils sont également en cours de développement. Des recherches sur la simulation du fonctionnement du système pêche dans le delta central du Niger sont en cours, qui prennent en compte différentes connaissances et différents objets d'étude (poissons, pêcheurs, engins, marché).

L'eau est également un vecteur de maladies et des programmes eau et santé sont actuellement réalisés en Afrique de l'Ouest. Les modifications anthropiques résultant des aménagements entraînent des changements dans l'accès aux eaux ménagères et dans l'épidémiologie des maladies associées à l'eau. Le programme vise à mesurer l'impact des actions de développement sur l'état sanitaire des populations en relation avec l'utilisation de l'eau.

### Conclusion

L'atelier a permis de souligner l'interdépendance des domaines d'étude pourtant fort divers qui ont été abordés et qui reflètent les différentes réponses qu'apporte le milieu aquatique aux fluctuations naturelles, induites ou provoquées, de l'environnement. Plus spécifiquement, l'atelier a permis de dégager certains principes au bénéfice des futures recherches.

– Le matériel destiné aux études paléohydrologiques devra être préférentiellement prélevé par carottage continu, manuel ou mécanique, dans des lacs ou des paléolacs. Les cibles possibles sont les lacs du rift d'Afrique orientale et de l'Afar, les paléolacs interdunaires du Nord-Niger et du Tchad, ainsi que les anciens réseaux de surface du Nord-Mali, de Mauritanie et du Sahara algérien. Les études devront être interdisciplinaires, avec intervention coordonnée de spécialistes d'hydrologie, géochimie, sédimentologie, paléobiologie, météorologie, modèles.

– Les milieux aquatiques tropicaux sont l'objet de sollicitations nombreuses en termes d'utilisation. Une approche intégrée est nécessaire pour jeter les bases d'une gestion de ces hydrosystèmes. En particulier, une bonne connaissance de l'hydrologie est indispensable, notamment en zone sahélienne, compte tenu des modifications des débits liées aux évolutions climatiques.

– Des zones ateliers sont à identifier pour assurer un suivi à long terme de l'évolution des milieux aquatiques et de la biodiversité. Le delta central du Niger au Mali est un bon candidat compte tenu des observations déjà accumulées. Le bassin du Congo et les fleuves de Guyane sont également des sites potentiels.

– Les poissons des eaux continentales sont une bonne "bannière" dans les pays tropicaux pour étudier l'évolution des systèmes aquatiques et l'impact des activités humaines sur la biodiversité. Compte tenu des compétences françaises dans ce domaine, un programme international pourrait être mis en place.

– La production de la communauté scientifique française en matière d'hydrosystèmes tropicaux est bonne mais pourrait être mieux valorisée. Il serait en particulier nécessaire de mettre l'accent, d'une part, sur des synthèses régionales, d'autre part sur des manuels et ouvrages destinés à l'enseignement et à la vulgarisation. ■

# PROGRAMME ENVIRONNEMENT

LETTRES DES PROGRAMMES INTERDISCIPLINAIRES DE RECHERCHE DU CNRS

LETTRE DU PROGRAMME ENVIRONNEMENT N° 10

MAI 1993

ACTES DES JOURNÉES  
DU PROGRAMME ENVIRONNEMENT DU CNRS

Corganisées avec l'ORSTOM  
LYON, 13, 14 ET 15 JANVIER 1993

## ÉCOSYSTÈMES INTERTROPICAUX FONCTIONNEMENT ET USAGES

- La Catalogne : une politique de développement de l'environnement
- Appels d'offres
- L'École des mines d'Alès, formation
- Colloques, séminaires, publications
- Les prochaines Journées du Programme Environnement



CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

## **SOMMAIRE**

<b>EDITORIAL</b> , Alain Ruellan	3
<b>ACTES DES JOURNÉES DU PROGRAMME ENVIRONNEMENT</b>	
Introduction aux débats, Rémy Pochat	7
La recherche tropicale au ministère de l'Environnement Programme SOFT, Michel Petit	8
Allocution de Gérard Winter, directeur de l'ORSTOM	11
Les régions intertropicales et les changements globaux, Jacques Fontan	15
La biodiversité dans les systèmes intertropicaux : problèmes et enjeux, Christian Lévêque	26
ASP "Sciences de l'Homme et de la Société", Olivier Herrenschmidt	29
ECOFIT, Michel Servant	31
SALT, Christian Valentin	34
<b>Compte rendu des ateliers</b>	
Les écosystèmes forestiers, Pierre Charles-Dominique, Jean-Pierre Pascal	37
Les hydrosystèmes continentaux, Christian Lévêque, Jean-Charles Fontes	41
Les écosystèmes littoraux, François Blasco, Jacques Lemoalle, Bernard Salvat	43
Les savanes, zones sahéliennes et déserts, Jean-Claude Menaut, Alain Perrier	46
Activités agricoles, environnement et paysages, Jean Boutrais, Jean Pichot	50
Fonctionnement des sols tropicaux, Adrien Herbillon, Christian Feller	53
Les interfaces entre écosystèmes, Yves Gillon, Bernard de Mérona	56
Questions, perspectives et conclusions, Alain Pavé, Michel Rieu	60
<b>INTERNATIONAL</b>	
La Catalogne, Fabyène Mansencal	67
Nouvelles de l'ambassade de France à Moscou	69
<b>APPELS D'OFFRES</b>	
Environnement, société, entreprises : la nouvelle donne	70
Nouvelles technologies économes en électricité spécifique pour les applications domestiques et bureautiques	72
<b>ECOLES – FORMATIONS</b>	
L'Ecole des mines d'Alès et l'environnement industriel	74
Ecologie et sciences sociales	77
Observation spatiale des phénomènes de surface pour les recherches en environnement	77
Pôle universitaire et scientifique européen de Grenoble	78
<b>COLLOQUES – SÉMINAIRES</b>	
Pollution atmosphérique à l'échelle locale et régionale	79
<b>KIOSQUE</b>	83
<b>LES JOURNÉES 1994 DU PROGRAMME ENVIRONNEMENT DU CNRS</b>	
Environnement, recherche et société : enseignement, communication, culture, expertise	91

### **PROGRAMME ENVIRONNEMENT DU CNRS**

1919, route de Mende, BP 5051, 34033 Montpellier Cedex

Tél. : 67 61 33 02 – Fax : 67 04 50 11

"Lettre du Programme Environnement" n° 10 – Mai 1993

Directeur de la publication : Alain Ruellan, directeur du Programme Environnement

Secrétariat de rédaction : Nicole Jean

ISSN : 1161-6431

Maquette et mise en page : Alter ego (67 57 48 38)

Impression : ITO, 34680 Saint-Georges-d'Orques