

# L'apport de l'ORSTOM dans l'hydrologie de l'Afrique de l'Ouest

Marcel ROCHE

Chef du Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM

## RÉSUMÉ

*L'action des hydrologues de l'ORSTOM en Afrique de l'Ouest a dès le début été orientée vers les applications, en particulier les aménagements hydroélectriques. La nécessité d'améliorer l'information hydrologique utile à l'élaboration des projets a conduit très rapidement à s'intéresser de très près aux réseaux hydrologiques. Ce n'est qu'un peu plus tard que s'est fait sentir le besoin d'aborder la recherche phénoménologique et méthodologique, notamment par la mise en œuvre de bassins représentatifs. Dès que cela a été possible, c'est-à-dire qu'on a pu disposer de séries hydrologiques et climatologiques suffisantes, des ouvrages de synthèse sur les régimes hydrologiques, notamment les monographies des grands fleuves africains ont progressivement vu le jour.*

*L'introduction des méthodes de traitement modernes basées sur l'informatique s'est faite dès 1967, simultanément pour le traitement primaire des données et pour la mise en œuvre des modèles mathématiques ; l'adaptation de ces techniques aux pays africains a commencé beaucoup plus tard, à mesure que les moyens de calcul se développaient et devenaient plus accessibles.*

## ABSTRACT : ORSTOM contribution in West african hydrology

*The work of ORSTOM's hydrologists in West Africa was oriented to applications from the very beginning especially for hydro-power development. The need for improving hydrologic information useful for designing led very soon to pay strong attention to hydrological networks. Only a bit later it was felt necessary to come to phenomenological and methodological research, especially by use of representative catchments. As soon as possible, when long enough time series of hydrological and climatological data became available, synthesis reports on hydrological regimen, including great african rivers monographs, were progressively written. As soon as 1967, modern processing methods based on computers were introduced, at the same time for primary data processing and for use of mathematical models ; the ajustment of these technics to african countries began much later, with development and availability of hardware.*

L'hydrologie a été introduite à l'ORSTOM en 1946 par André Nizery, Secrétaire général de l'Office et Ingénieur en chef d'Electricité de France. Trois chercheurs ont alors été recrutés et ont commencé à travailler en 1947. Dans ses débuts, l'hydrologie ORSTOM s'est fortement appuyée sur Electricité de France d'une part (Inspection générale pour l'Union française et l'étranger) et sur les administrations spécialisées de ce qui était alors les territoires d'Outre-mer. La coopération entre EDF et ORSTOM dans le domaine de l'eau s'est très rapidement institutionnalisée débouchant d'une part sur l'établissement d'une convention permanente entre les organismes, d'autre part sur la création d'un service hydrologique dont la direction fut confiée à M. Jean Rodier, Ingénieur en chef d'EDF, qui l'a conservée jusqu'en décembre 1977, date à laquelle j'ai été désigné pour lui succéder ; la convention EDF-ORSTOM a été dénoncée en décembre 1980, faisant place à un protocole d'accord beaucoup plus souple établi en vue de maintenir une certaine coopération.

Dès le début, l'activité des hydrologues de l'ORSTOM a été délibérément orientée vers ce qu'on appellerait maintenant l'assistance au développement, d'abord dans le domaine de l'hydroélectricité, bientôt élargi aux problèmes de navigation, au domaine agricole, à celui des transports routiers et ferroviaires (franchissement de voies d'eau), à l'assainissement urbain, etc. Dans chacun de ces domaines, le rôle essentiel du Service hydrologique de l'ORSTOM était de mettre au point des méthodes d'analyse et d'observation, d'entreprendre des recherches phénoménologiques de base, de répondre à des problèmes d'organisation et d'aménagement des eaux... tout en assurant la formation de son propre personnel (chercheurs et techniciens) puis, dès le début des années 1960, celle d'ingénieurs et techniciens des pays en voie de développement.

## 1. SERVICES HYDROLOGIQUES LOCAUX, RÉSEAUX HYDROMÉTRIQUES, ACQUISITION ET TRAITEMENT DES DONNÉES

A l'arrivée des hydrologues de l'ORSTOM en Afrique de l'Ouest, les quelques stations hydrométriques qui existaient étaient essentiellement destinées à la navigation ; il en résultait que pratiquement seuls les grands fleuves étaient équipés : Sénégal, Niger, Chari, Logone, Oubangui, Congo, Ogooué, etc. Quant au mode de gestion, il dépendait essentiellement des objectifs locaux et des structures, en général administratives ou para administratives, qui avaient été mises en place pour les satisfaire. C'est ainsi que tout le Niger dépendait de la MEAN (Mission d'aménagement du Niger) de sa source en Guinée jusqu'à son entrée au Nigeria, à l'aval de Malanville ; le Sénégal après avoir été concédé pour un temps à l'UHEA (Union hydro-électrique africaine), avait été repris par la MAS (Mission d'aménagement du Sénégal). La Bénoué, l'Oubangui, le Congo, etc. étaient gérés par les Services territoriaux ou fédéraux des PVN (ports et voies navigables).

Il faut ajouter à cela les stations de mesure que commençait à installer et exploiter l'EDF (IGUFE) à des fins hydro-électriques. Les hydrologues de l'ORSTOM, outre l'étude d'un certain nombre de problèmes spécifiques (cas de la Mission Logone-Tchad), avaient pour mission essentielle de combler les lacunes et de mettre au point des méthodes d'observation et de mesure, des principes d'organisation, adaptés autant que possible aux conditions locales. Les contraintes étaient très variables suivant ces conditions : difficultés d'accès, faible densité de population, taux d'alphabétisation et, bien entendu, limitations budgétaires.

Il s'ensuit que l'insertion de l'ORSTOM dans la structure hydrologique de l'Afrique de l'Ouest a pris des formes très variées, souvent, il faut bien le dire, sous la poussée des besoins et surtout des demandes, plutôt qu'en accord avec un plan d'ensemble dont l'élaboration aurait supposé une maîtrise administrative qui n'a jamais été dans les attributions de l'Office. C'est ainsi que nos interventions dans ce domaine sur le bassin du Niger se sont traduites par des mises à disposition d'hydrologues auprès de la MEAN, tandis que l'hydrologie de territoires comme le Tchad, l'Oubangui, le Moyen-Congo, le Cameroun, le Togo, la Côte-d'Ivoire, pour ne citer que ceux-là, étaient directement pris en charge par l'ORSTOM sur ses fonds propres. Il s'agissait typiquement d'une action de service au sens administratif.

En 1958, à la veille de l'indépendance des territoires français de l'Afrique de l'Ouest l'intervention de l'ORSTOM dans ses activités « service » pour la gestion des réseaux pouvait se résumer comme suit (d'ouest en est) :

Sénégal	néant
Mauritanie	néant
Guinée	néant
Soudan (actuel Mali)	activité dans le cadre de la MEAN
Côte-d'Ivoire	gestion directe
Haute-Volta	néant
Togo	gestion directe
Niger	activité dans le cadre de la MEAN
Dahomey (actuel Bénin)	activité dans le cadre de la Direction de l'hydraulique
Cameroun	gestion directe
Gabon	gestion directe
Tchad	gestion directe
Moyen-Congo (actuel Congo)	gestion directe
Oubangui (actuel RCA)	gestion directe

Après 1958, les services officiels français prenant progressivement du champ à mesure que se développait l'autonomie puis l'indépendance des pays, l'ORSTOM a vu s'accroître dans presque tous les pays, sauf la Guinée et la Mauritanie, sa participation à la gestion des services et des réseaux. Les formes d'intervention se sont du reste diversifiées, l'objectif final étant de réduire jusqu'à extinction la gestion directe.

On peut les classer comme suit :

- Gestion directe sur budget propre (A) ;
- Gestion directe sur contrat avec le pays avec financement ; ou participation au financement extérieur à l'ORSTOM (B) ;
- Direction ORSTOM du Service hydrologique national, avec éventuellement mise à disposition de technicien supérieur, sur contrat avec le pays avec financement extérieur (C) ;
- Conseil de gestion et Conseil technique (D).

Actuellement, en 1983, les actions de type (A) sont totalement éteintes, sauf pour la moitié du réseau du Togo. Pour les pays dans lesquels l'ORSTOM participe encore à la gestion du réseau et/ou du Service hydrologique, les modes d'intervention se répartissent comme suit :

- (B) : Congo (observateurs payés par le pays) ;
- (C) : Côte-d'Ivoire ;
- (D) : Mali, Niger, Bénin, Cameroun.

Il faut ajouter, pour être complet, que l'ORSTOM a conservé la gestion de deux stations au Sénégal.

La « relève » a posé des problèmes parfois difficiles de formation. Si l'ORSTOM a pu prendre en charge celle d'un nombre important d'ingénieurs et chefs de service, en s'appuyant assez largement sur l'Université, la formation des techniciens et du personnel d'exécution a fait largement appel à l'assistance internationale (cours de l'UNESCO, centre de formation de Niamey : AGRHYMET). L'apport des écoles nationales d'ingénieurs, bien que limité pour l'hydrologie, n'est pas négligeable. Enfin, le cours international franco-suisse de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, patronné par l'OMM, dispense un enseignement d'assez haut niveau en hydrologie opérationnelle. Il s'agit là des principales possibilités nationales ou offertes par la coopération française ou multilatérale ; il en est d'autres. Il va de soi que les hydrologues de l'ORSTOM apportent leur concours partout et dans la mesure où cela est possible.

Les procédés de production des données (hauteurs d'eau, mesures de débits) se sont améliorées assez rapidement dans les premières années d'intervention des hydrologues ORSTOM en Afrique de l'Ouest. S'il leur était difficile d'agir sur l'amélioration du matériel lui-même (limnigraphes, matériel de jaugeage), bien que certaines remarques aux constructeurs aient parfois été suivies d'effet, ils ont pu avoir une influence décisive sur le meilleur emploi de ces matériels et son adaptation aux conditions de l'hydrométrie africaine. Certaines méthodes de mesure des débits leur sont dues, qui sont par la suite devenues classiques (jaugeages au cercle pour les grands fleuves, jaugeages continus pour les niveaux rapidement variables etc.). L'apport technologique, bien que limité, n'a pas été négligeable (matériels très spécialisés, téléphériques à longue portée, etc.).

Après une période de stabilité dans ce domaine, les progrès récents de l'électronique et le développement des moyens de communication spatiale par satellite ont relancé le problème et l'ORSTOM s'y est immédiatement intéressé, notamment en explorant les possibilités de la télétransmission par satellite des hauteurs d'eau dans les lacs et cours d'eau, et des précipitations. Quelques-uns de ses hydrologues se sont spécialisés dans la question et ont pu mettre en évidence l'intérêt des satellites orbitaux sur le plan économique : après une période d'essai (Sénégal, Soudan...) le procédé Argos entre dans une phase opérationnelle avec le projet Hydroniger (PNUD-OMM), la fabrication en série de stations spécialisées et la mise en place de systèmes complets de prévision des débits. En Afrique, d'autres projets sont déjà prévus (Sénégal, bassin du Nil) dont la conception est demandée à l'ORSTOM qui participera également à leur mise en place.

Cette nouvelle forme d'acquisition et de transmission des données a relancé la réflexion sur les capteurs eux-mêmes (limnigraphes et pluviographes) et les hydrologues de l'ORSTOM, après avoir passé en revue les différentes possibilités, ont finalement retenu le principe de capteurs de pression sans écoulement d'air, avec compensation de température et de densité de l'eau, le principe d'acquisition *in situ* sur des mémoires statiques et/ou de télétransmission par satellite. Les critères essentiels de choix ont été et continuent à être la fiabilité dans des conditions tropicales et le prix. On peut espérer, grâce à ces efforts technologiques, mettre, dans un délai raisonnable, à la disposition des pays en voie de développement, des ensembles très performants plus fiables et moins chers, surtout en coût d'exploitation, que des systèmes classiques d'allure plus rustique.

Mais l'effort le plus important du Service hydrologique de l'ORSTOM dans ce domaine de la production des données est sans doute la modernisation des systèmes de saisie, de stockage et de traitement. L'informatisation du système interne (du service) de stockage et de traitement a commencé fin 1967 ; il n'a cessé d'évoluer et de se perfectionner malgré des difficultés inhérentes à la structure de l'ORSTOM et, bien entendu, aux contraintes financières. Sans être parfait, le système actuel (chaîne continue de la saisie manuelle ou semi-automatique à la banque de donnée) donne à peu près satisfaction bien que sa mise en place définitive soit loin d'être achevée. Toutes dispositions ont été prises pour assurer la compatibilité avec une acquisition entièrement automatique *in situ* ou par télétransmission. Dans le même temps, le transfert de cette méthodologie aux PED a été envisagé et largement commencé ; d'abord appliqué à l'Afrique du Nord, il pénètre actuellement en Afrique de l'Ouest. Ce transfert oblige souvent à des adaptations laborieuses et conduit même parfois à repenser des aspects du système pour tenir compte des matériels de calcul disponibles dans les pays, matériels qui ne sont pas toujours bien adaptés au traitement des données et à la gestion des banques de données. A titre d'exemple, l'ORSTOM a un contrat avec la Côte-d'Ivoire pour la mise en place d'un tel système.

## 2. LES BASSINS REPRÉSENTATIFS ET EXPÉRIMENTAUX

Par suite de la difficulté d'établir des réseaux d'une densité suffisante pour réunir une information hydrologique adéquate sur des bassins de taille réduite, les hydrologues de l'ORSTOM ont été amenés très rapidement à rechercher

une autre voie. Il se trouve que la densité des stations d'observation en climatologie, et spécialement celle des postes pluviométriques, est bien supérieure à celle des stations hydrométriques. D'autre part, le phénomène pluie est en soi beaucoup plus facile à interpoler dans l'espace que le phénomène débit ; or, il ne faut pas oublier que la pluie est tout de même la matière première des débits. Enfin, les périodes d'observations pluviométriques sont en général beaucoup plus longues que celles des débits. Si donc on parvenait à établir des règles de passage du phénomène pluie au phénomène débit (on dit des *relations pluie-débit*) on conçoit sans peine que l'estimation des caractéristiques hydrologiques sur un bassin quelconque, de taille réduite (par exemple moins de 100 km<sup>2</sup>) et non observé, s'en trouvera largement facilitée. Mais cette transformation dépend essentiellement des caractéristiques du bassin (sol, couverture végétale, morphométrie...) et le seul moyen de déterminer l'opérateur de transformation attaché à un bassin de type donné est de mesurer simultanément, pendant une durée suffisante ou pour un nombre suffisant d'événements, les pluies et les débits. D'où la notion de *bassin représentatif* qu'on suit en pluie et en débit pendant une durée suffisante (3 à 5 ans, ou plus si on veut le transformer en bassin-laboratoire) et dont le but essentiel est d'étudier la réaction d'un bassin de caractéristiques données à une séquence d'événements pluviométriques.

Il est très difficile, devant un territoire vierge ou peu connu, de faire a priori un choix rationnel de l'implantation de tels bassins et d'en définir la densité. Par ailleurs, ce sont des études onéreuses pour lesquelles on doit répartir les investissements sur un nombre important d'années. Il faut de plus trouver des bailleurs de fonds, donc des gens intéressés par les résultats qu'on peut tirer de l'opération, étant exclu pour un organisme de recherche d'assurer le financement du fonctionnement sur son propre budget. En Afrique de l'Ouest les Travaux Publics ont été les premiers intéressés par ce genre d'étude, à cause du manque total d'information sur les débits de crue au droit du franchissement des petits cours d'eau par les routes. Le premier train de bassins représentatifs a démarré en 1956, après quelques essais effectués par l'ORSTOM avec ses propres moyens (4 bassins en 1953-1954), essais qui avaient permis d'élaborer un début de méthodologie.

En 1972, l'ORSTOM avait étudié 106 ensembles de bassins (un peu moins de 200 bassins individuels) répertoriés et analysés par P. DUBREUIL dans un ouvrage intitulé *Recueil des données de base des bassins représentatifs et expérimentaux de l'ORSTOM*, la majeure partie de ces bassins étant situés en Afrique de l'Ouest. Pour répondre aux besoins des bailleurs de fonds et du CIEH (Comité interafricain d'études hydrauliques) une synthèse provisoire avait été préparée en 1965 par C. AUVRAY et J. RODIER sous le titre *Estimation des débits de crues décennales pour des bassins versants de superficie inférieure à 200 km<sup>2</sup> en Afrique Occidentale*. Cette note a été complétée en 1976 pour les bassins forestiers, par un article de J. RODIER paru dans les *Cahiers de l'ORSTOM, série Hydrologie*, « Estimation des débits de crues décennales pour les petits bassins forestiers en Afrique tropicale — Etudes préliminaires ».

Ces synthèses, qui fournissent des éléments pour le calcul des crues décennales, d'usage courant dans les projets de franchissement routiers et ferroviaires, et dans les projets de petite hydraulique, ont déjà rendu de très grands services aux bureaux d'études et usagers dans plusieurs branches du développement. Les évaluations sont basées sur un système de classement morphologique des bassins assez délicat à manipuler pour un spécialiste ; les tentatives faites pour paramétriser ces critères et introduire leur évaluation numérique dans des analyses factorielles, par régressions multiples ou par composantes principales, n'ont pas donné de résultat encourageant. Cela tient sans doute à ce que l'art de l'ingénieur introduit une formation complémentaire, fournie par le métier et l'expérience, dont l'insertion dans les cadres formels de l'analyse mathématique n'a pas pu encore être réalisée.

Le traitement de l'information collectée sur les B.V.R. de l'Afrique de l'Ouest était donc orienté dans un premier temps vers l'évaluation des crues pour les petits projets. D'autres besoins se sont fait sentir par la suite, concernant l'évaluation des ressources en eau, particulièrement dans la zone aride du Sud du Sahara (Sahel et zone tropicale sèche) où la sécheresse sévère qui a sévi dans le début des années 1970, et dont les dangers ne sont pas à ce jour complètement écartés, a relancé la question. L'information recueillie par l'ORSTOM sur les bassins représentatifs de l'Afrique de l'Ouest constituait une matière irremplaçable pour une telle évaluation sur des bassins de petite taille. Une nouvelle synthèse a donc été entreprise, pour laquelle il a souvent fallu compléter le traitement initial des données qui n'avait pas été fait pour ça. L'étude a été conduite par J. A. RODIER avec la participation de G. GIRARD et publiée en 1975 par l'ORSTOM avec le concours du FAC sous le titre *Evaluation de l'écoulement annuel dans le Sahel tropical africain* ; la traduction anglaise a été publiée par l'ORSTOM en 1982. D'autres études sur ce sujet, et pour d'autres zones climatiques, ont paru dans différentes publications. La méthodologie est toujours basée sur une classification géo-morphologique et climatique des bassins, mais l'utilisation de modèles simplifiés de bassin a été d'un très grand secours dans l'interpolation des résultats.

En 1980, le Comité technique d'hydrologie a décidé de reprendre à la base la synthèse des résultats acquis sur les bassins représentatifs étudiés par l'ORSTOM. L'opération a commencé en 1981 et prendra au moins cinq ans. Le produit escompté est bien sûr la constitution d'une méthodologie plus fiable pour l'évaluation des crues et des apports sur les bassins africains de taille inférieure à 200 km<sup>2</sup>, mais l'expérience des synthèses précédentes nous a appris à ne pas bloquer au départ les méthodes d'analyses et à ne pas renoncer a priori à procéder par classification plutôt que par analyse factorielle. Le problème, pour l'avenir, est de savoir s'il sera possible de conserver un corps d'ingénieurs ayant une connaissance suffisante des phénomènes et du terrain pour exploiter correctement l'outil qui sera forgé.

### 3. ÉTUDES D'HYDROLOGIE URBAINE

Les hydrologues de l'ORSTOM ont été sollicités très tôt pour apporter leur concours à l'évacuation des eaux d'orage dans les zones urbanisées ; les premiers bassins ont été étudiés à Brazzaville en 1953-1957. A partir de 1963, une série d'études ont été commandées à l'ORSTOM soit par le CIEH, soit par d'autres instances, pour préciser les conditions de ruissellement en milieu urbain et éventuellement étudier l'influence de l'urbanisation sur le cycle hydrologique. Les principales villes concernées sont Niamey, Maradi, Ouagadougou, Cotonou, Lomé, Libreville, Abidjan, Youpogon (banlieue d'Abidjan). Le produit attendu était de définir des règles de calcul en vue de l'élaboration des projets de réseaux d'assainissement. Une première synthèse a fait l'objet d'un article de MM. CRUETTE et LEMOINE « Adaptation de la formule de Caquot aux régimes des régions intertropicales ». D'autres recherches ont été menées depuis, en particulier par LE BARBE, mais l'objectif final n'est pas encore atteint, ce qui ne veut pas dire qu'on soit complètement démuné pour l'étude hydrologique des projets d'assainissement.

### 4. MONOGRAPHIES HYDROLOGIQUES, SYNTHÈSES RÉGIONALES

La monographie hydrologique est l'aboutissement d'une série plus ou moins longue d'observations hydrométriques et climatologiques, une sorte de synthèse régionale regroupant l'essentiel des caractéristiques hydrologiques d'un ou plusieurs bassins, analysées en soi et à la lumière des facteurs conditionnels du régime : morphologie, géologie, pédologie, couvert végétal, climatologie, etc. Elle représente en plus une somme d'informations concernant non seulement les données acquises, mais les dispositifs qui ont permis de les produire et de les collecter. Par exemple :

- Liste des stations hydrométriques avec leurs coordonnées géographiques, leur implantation, leur équipement et l'historique de leur appareillage (modification du zéro des échelles, changements de place, etc.) — Nombre d'années d'observation, lacunes, qualité des données...
- Liste des mesures de débits (jaugeages) effectuées à chaque station, les dates et résultats, les conditions de réalisation, l'appareillage, le nom des opérateurs, etc.

En Afrique de l'Ouest, on peut citer parmi les réalisations de l'ORSTOM :

- La monographie du Konkouré (avec EDF) ;
- La monographie du Niger (3<sup>e</sup> édition sous presse) ;
- La monographie des Volta ;
- La monographie de la Comoé ;
- La monographie de la Bia ;
- La monographie du Logone ;
- La monographie du Chari ;
- La monographie du lac Tchad (sous presse) ;
- La monographie de la Sanaga ;
- La monographie de la Bénoué ;
- La monographie du Kouilou-Niari (Congo) ;
- Les régimes hydrologiques du Cameroun (sous presse) ;
- Les régimes hydrologiques du Gabon (en préparation) ;
- Les régimes hydrologiques de la RCA (en préparation).

Des notes hydrologiques en général établies pour des projets particuliers constituent souvent des monographies simplifiées. L'essentiel des résultats et de leur interprétation peut être aussi publié dans des atlas (atlas de Côte-d'Ivoire, atlas du Togo) consacrés aux ressources en eau ou à des sujets plus vastes.

Les monographies ne sont jamais définitives et on doit de temps en temps procéder à leur mise à jour (exemple, pour l'ORSTOM, de la monographie du Niger reprise trois fois). La publication périodique des résultats se fait dans des annuaires hydrologiques. L'ORSTOM a publié son propre annuaire jusqu'en 1973 : il s'agissait d'un choix de stations considérées comme représentatives du régime d'un bassin. Les données intégrales sont publiées dans des annuaires nationaux que l'ORSTOM a souvent assistés, parfois créés et auxquels il lui arrive encore de participer.

## 5. QUELQUES RECHERCHES PHÉNOMÉNOLOGIQUES ET DIVERSES

Des recherches, à caractère plutôt méthodologique, ont été conduites sur la mesure des transports solides et du contenu chimique des eaux : procédés de prélèvement et d'analyse, organisation et gestion des réseaux de stations (Tchad, Togo, Cameroun), méthodes de calcul des débits solides, etc. Dans le même domaine, des études plus fondamentales ont été occasionnellement menées sur les relations entre les précipitations, l'érosion et les transports solides (Ader Douchi au Niger, nord de la Côte-d'Ivoire, Togo, Cameroun...) sans parler de mesures exécutées à l'occasion de projets d'aménagement.

En matière de climatologie, l'effort essentiel de l'ORSTOM en Afrique de l'Ouest a porté sur les précipitations : études statistiques, critique et homogénéisation des données, aussi bien pour les pluies journalières que pour les intensités. L'ORSTOM a été notamment chargé par le CIEH de publier les pluies journalières de l'origine des stations jusqu'à 1965 pour les pays suivants : Sénégal, Mauritanie, Mali, Haute-Volta, Côte-d'Ivoire, Togo, Bénin, Niger, Cameroun, Tchad, Congo et Gabon. Cette opération a entraîné une étude critique très détaillée de ces données et l'établissement de fichiers informatisés sur bande magnétique, disponibles pour les utilisateurs.

D'autres recherches méthodologiques ont été menées à bien, concernant l'utilisation des données climatologiques pour les projets d'aménagement, la formulation et parfois la modélisation des relations entre les éléments phénoménologiques, notamment pour le calcul de l'évaporation sur nappes d'eau libre (application aux réservoirs artificiels et aux lacs) et de l'évapotranspiration (besoins agricoles, modélisation des bassins versants). Ces recherches ont été largement facilitées par la mise en œuvre de *programmes d'études phénoménologiques* dans des stations dites « bioclimatologiques ». Trois stations de base (Fort-Lamy, Bangui, Brazzaville), appuyées sur un réseau de stations secondaires ont permis à RIOU et à ses collaborateurs de préciser le mécanisme des échanges de vapeur d'eau et d'énergie entre le sol (ou plan d'eau) et l'atmosphère dans des conditions intertropicales (thèse présentée en 1973). Les études de RIOU avaient un caractère ponctuel ; un autre programme a été mis en place pour étudier les échanges plan d'eau-atmosphère sur des surfaces plus grandes. Le site choisi était le lac de Bam (Haute-Volta) et l'étude a été confiée à POUYAUD : des résultats et une interprétation partiels ont été publiés, mais la synthèse définitive verra probablement le jour en 1984.

Lors de l'interprétation de synthèse des résultats sur bassins représentatifs, les relations s'établissaient assez bien pour les bassins de savane, mais en forêt on ne comprenait strictement rien à la réaction de certains bassins. Il semblait que les difficultés se présentaient au niveau de l'infiltration des eaux de pluie : certains sols ayant apparemment des caractéristiques voisines ne réagissaient pas du tout de la même manière. Il a été décidé, pour y voir plus clair, d'utiliser une technique mise au point par les pédologues pour leurs besoins propres : *l'infiltromètre à aspersion* ou *minisimulateur*. Les premiers résultats s'étant révélés prometteurs, un programme d'études systématiques dont la coordination a été confiée à CASENAVE, couvre la Côte-d'Ivoire, la Haute-Volta, le Niger et le Congo (pour l'instant) débordant ainsi largement dans la savane.

En dehors des recherches purement méthodologiques concernant les débits solides et la chimie des cours d'eau, des études à caractère mixte, fortement teintées de méthodologie, ont concerné la migration et le devenir des corps dissous dans le lac Tchad, la qualité des eaux liée à la dynamique des masses d'eau dans le lac Togo (préliminaire à une étude hydrologique des formations lagunaires), le mouvement des langues salées dans les estuaires (Sénégal, Casamance) et le comportement des échanges de sel qui leur correspondent, y compris, dans certains cas, l'influence sur la qualité chimique de l'eau dans les nappes phréatiques adjacentes.

## 6. PARTICIPATION DIRECTE A L'ÉTUDE DES AMÉNAGEMENTS

Le Service hydrologique de l'ORSTOM a très souvent servi d'ingénieur-conseil dans des études d'aménagement, soit en préparant les données hydrologiques nécessaires au projet, souvent avec études complémentaires de terrain, soit en prenant à sa charge l'étude complète des apports et des crues, y compris la transposition de ces caractéristiques aux sites des aménagements. Les études sont parfois allées jusqu'à la conception et l'exploitation de modèles de simulation des systèmes d'aménagement. Il serait trop long et sans intérêt d'énumérer toutes les interventions effectuées. Nous nous contenterons d'un échantillonnage que nous pensons représentatif :

### GRANDS AMÉNAGEMENTS

Konkouré (Guinée) :	hydroélectricité,
Sounda (Niari-Congo) :	hydroélectricité,

Bandama (Côte-d'Ivoire) : hydroélectricité et agriculture,  
Soubré-Duybo (Côte-d'Ivoire) : hydroélectricité,  
Bia (Côte-d'Ivoire) : hydroélectricité,  
Kandadji (Niger) : hydroélectricité, agriculture, navigation.

## 7. AMÉNAGEMENT DES TRANSPORTS

Route du Diéri (Sénégal) ;  
Chemin de fer transcamerounais (Cameroun).

## 8. PETITE HYDRAULIQUE

Barrages villageois en Haute-Volta ;  
Alimentation en eau au Togo ;  
Alimentation en eau de Pointe-Noire ;  
Nombreux petits aménagements agricoles.

## 9. ORIENTATION DES ÉTUDES HYDROLOGIQUES A L'ORSTOM

Dans la mise en place des nouvelles structures de l'ORSTOM par départements interdisciplinaires, le Service hydrologique disparaît. Seul subsistera un Laboratoire d'hydrologie dont la mission, qui n'a pas encore été définitivement arrêtée, sera strictement limitée à un rôle de formation et de soutien méthodologique, technique et éventuellement technologique. Les hydrologues travailleront donc dans des unités de recherches au sein des départements qui sont seuls habilités à gérer les programmes.

Il semble évident que les choix qui seront faits dans l'avenir tiendront largement compte des besoins exprimés par les pays de l'Afrique de l'Ouest. Dans ces conditions, on s'efforcera de trouver, pour chaque cas particulier, le montage le plus efficace dans le cadre des départements existants. Globalement, les orientations qui découleront de cette conception devraient être assez voisines de celles qui président actuellement aux activités des hydrologues de l'ORSTOM.

Bondy, le 30 septembre 1983.