

## LA BANQUE DE DONNEES HYDROPLUVIOMETRIQUES DU LABORATOIRE D'HYDROLOGIE DE L'ORSTOM

(Gilbert JACCON & Michel TRAVAGLIO)

**RESUME** - L'information hydrométrique et pluviométrique, rassemblée par les hydrologues de l'ORSTOM depuis plus de 40 ans, constitue une masse de plus de 100 000 années de données répartie entre 4 400 stations d'observations.

Deux banques de données indépendantes, d'importance comparable et de structure similaire, ont été progressivement constituées à partir de 1967. Leur gestion, confiée au Laboratoire d'Hydrologie, est assurée par les logiciels HYDROM et PLUVIOM.

Cette communication a pour objet de présenter ce système d'information dans son état actuel. Les points suivants sont abordés :

- organisation générale ;
- données (nature, présentation et saisie) ;
- inventaire (répartition chronologique et géographique de l'information) ;
- actualisation des fichiers ;
- cession des données ;
- moyens.

### INTRODUCTION

Les données hydrométriques et pluviométriques rassemblées par les hydrologues de l'ORSTOM, soit directement par les observations des réseaux installés sur les cours d'eau d'Afrique francophone à partir de 1948 ou dans le cadre d'études de petits bassins versants dès 1952, soit indirectement par la récupération de données provenant d'autres sources (par exemple des gestionnaires des réseaux pluviométriques nationaux) constituent une masse d'information considérable.

C'est en 1967 que le Bureau Central d'Hydrologie, basé à Paris, a décidé d'informatiser la gestion de ces données. Un long et fastidieux travail de saisie sur cartes perforées a été entrepris et poursuivi durant plus d'une décennie. Parallèlement, des programmes FORTRAN ont été développés par les hydrologues eux-mêmes afin d'exploiter cette information sur les ordinateurs du CNRS (CIRCE).

Plusieurs étapes successives (passage des cartes perforées aux bandes puis disques magnétiques, programmes de gestion en COBOL, utilisation de terminaux, développement progressif de logiciels de gestion) ont conduit à la création

de deux banques de données, l'une pour l'hydrométrie, l'autre pour la pluviométrie, indépendantes dans leur organisation et leur gestion mais toutes deux placées sous la responsabilité du Laboratoire d'Hydrologie, désormais basé au Centre ORSTOM de Montpellier.

Cette communication laisse volontairement de côté les descriptions techniques sur l'organisation interne et les outils de gestion de ces banques, qui sont respectivement HYDROM et PLUVIOM. Le premier a fait l'objet d'une présentation très détaillée par son auteur G. Cochonneau, lors de SEMINFOR 1 (Cochonneau 1987). Le second sera présenté dans ce SEMINFOR 3 par l'un de ses auteurs P. Raous, par une communication et une démonstration.

## 1. ORGANISATION GENERALE

Elle est schématisée sur la figure 1. Les deux banques, qui fonctionnent de manière centralisée, sont actuellement installées sur les ordinateurs IBM 3090 du Centre National Universitaire Sud de Calcul (CNUSC) de Montpellier, auquel le Centre ORSTOM est relié par une ligne spécialisée.

La gestion et l'exploitation des banques sont assurées, avec les logiciels HYDROM et PLUVIOM dans leurs versions "gros ordinateur", par l'intermédiaire d'un terminal IBM 3278 (consultation des fichiers et extraction de données) et de deux micro-ordinateurs de type IBM-PC pour les échanges.

La consultation des fichiers par terminal est possible par l'intermédiaire des autres centres de calcul en réseau avec le CNUSC : cette procédure est actuellement fonctionnelle pour les hydrologues de l'ORSTOM et de l'EDF basés à Paris, via le CIRCE.

L'existence de versions opérationnelles sur micro-ordinateur des logiciels HYDROM et PLUVIOM, permet une gestion partiellement décentralisée des banques. Le développement de ces versions s'est avéré d'un très grand intérêt logistique car il a permis :

- la saisie des données sur place par les gestionnaires de réseaux ou par les hydrologues dans les différents Centres ou Missions de l'ORSTOM ;
- des échanges d'informations très faciles, soit par disquettes (procédure la plus courante actuellement), soit par la messagerie ORSTOM ou autre réseau de type TRANSPAC ;
- la création de banques nationales (Services Hydrologiques Nationaux) ou régionales (Organismes interétatiques), indépendantes mais associées. Les Etats assument la gestion de leurs réseaux de collecte et sont seuls propriétaires de leurs données, mais la compatibilité des formats et des logiciels rend possible une coopération étroite (copie de sécurité des fichiers, appui informatique pour la maintenance et l'actualisation des logiciels, formation des personnels).

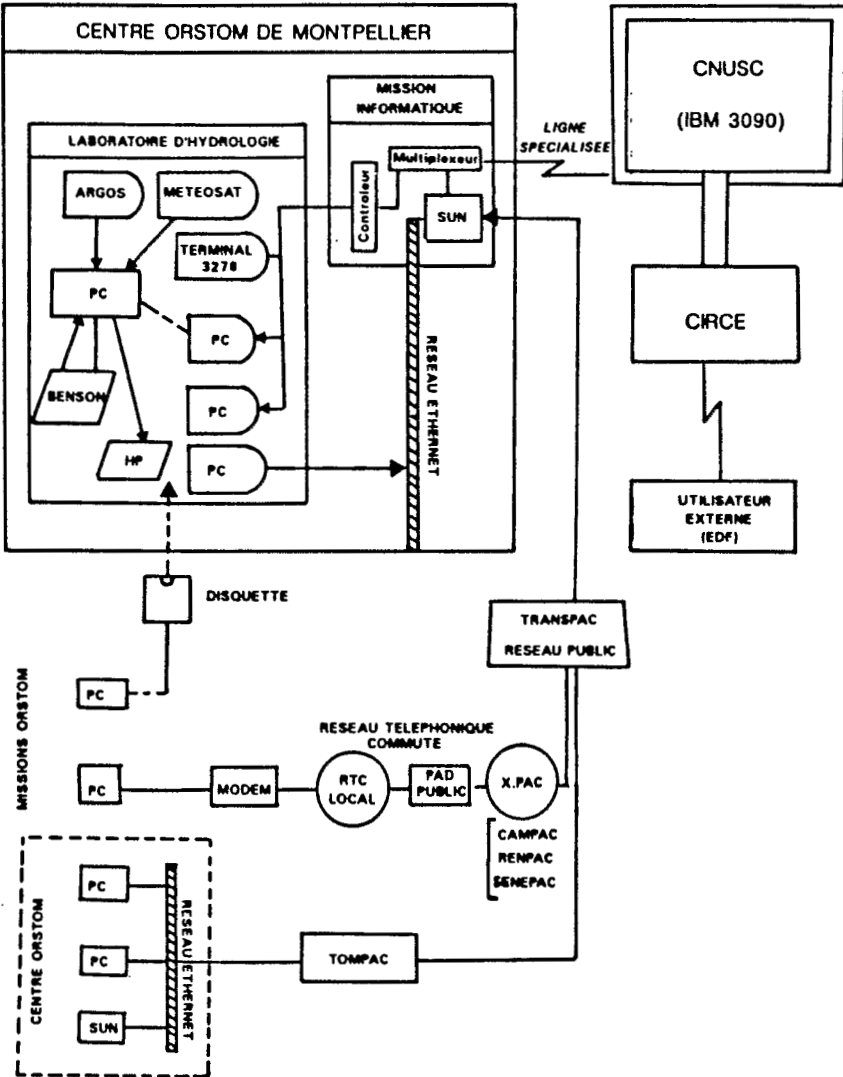


Fig. 1 BANQUE DE DONNEES HYDROPLUVIOMETRIQUES  
ORGANISATION GENERALE

## 2. DONNEES

### 2.1. Type de données

L'information originale se répartit en deux grandes catégories : les données pluviométriques et les données hydrométriques.

Dans la première, l'information originale est simple : c'est une hauteur de pluie observée durant un intervalle de temps fixe, par exemple 24 h pour les précipitations journalières, ou variable pour les intensités de pluie enregistrées par des pluviographes. La donnée est donc un nombre toujours positif compris entre 0 et 150 000, sachant que l'unité utilisée est le dixième de mm et que la durée maximale de cumul est en pratique d'une année.

L'information hydrométrique est, au contraire, multiple. Elle comprend des hauteurs d'eau lues sur des échelles limnimétriques ou enregistrées par des limni-graphes, des mesures de débit, instantanées (ou considérées comme telles) identifiées par un couple "*débit mesuré - hauteur associée*", les débits instantanés ou moyens sur une période, très rarement mesurés directement, en général calculés à partir des hauteurs d'eau par l'intermédiaire d'un barème de tarage qui est aussi une donnée de la banque.

A chacune des deux banques, pluviométrique et hydrométrique, est associé un fichier des stations, nécessaire pour l'identification et la caractérisation du point de mesure. Les éléments stockés dans ces fichiers sont des informations signalétiques diverses : nom de la station, situation géographique (coordonnées, altitude), équipement, date de mise en service et bref historique du fonctionnement, etc..

### 2.2. Présentation et Saisie des données originales

Les données originales se présentent sous plusieurs formes différentes, suivant leur nature et le support sur lequel elles se trouvent au moment de la saisie.

On distingue :

- le bulletin ou la fiche mensuelle, original rempli par un observateur une ou plusieurs fois par jour à heures fixes. C'est la source d'information la plus fréquente encore aujourd'hui, autant pour les relevés pluviométriques que pour les hauteurs limnimétriques. La saisie de ces données constitue un travail fastidieux et est une source d'erreurs nombreuses, si une vérification systématique n'est pas faite ;

- l'enregistrement graphique continu, ou diagramme journalier, hebdomadaire, mensuel, obtenu avec des appareils enregistreurs à tambour ou à table déroulante. Le dépouillement des diagrammes est désormais effectué avec une table à numériser, opération longue et délicate. Les hydrologues de l'ORSTOM travaillent encore à la mise au point de logiciels performants permettant une saisie exhaustive de l'information contenue dans le diagramme et sans procédures manuelles intermédiaires ;

- les fiches de jaugeages, bordereaux originaux établis sur le terrain par les hydrométristes, qui doivent être dépouillés avant ou au moment de la saisie ;

- les données mémorisées sur mémoires magnétiques par les pluviographes du type OEDIPE ou les centrales hydrologiques du type CHLOE ;
- les données télétransmises par les stations équipées de balises émettrices ARGOS ou METEOSAT, et enregistrées par des stations de réception.

Pour ces deux dernières catégories, l'information est facilement accessible. Néanmoins un traitement préalable est absolument nécessaire : les données doivent être filtrées, reformatées, quelquefois compactées.

### 3. INVENTAIRE DES DONNEES

La masse d'information actuellement stockée sur disques et bandes magnétiques au CNUSC est de l'ordre de 400 mégaoctets (400 000 000 octets), avec 160 Mo pour la banque pluviométrique et 240 Mo pour la banque hydrométrique.

Cette information représente :

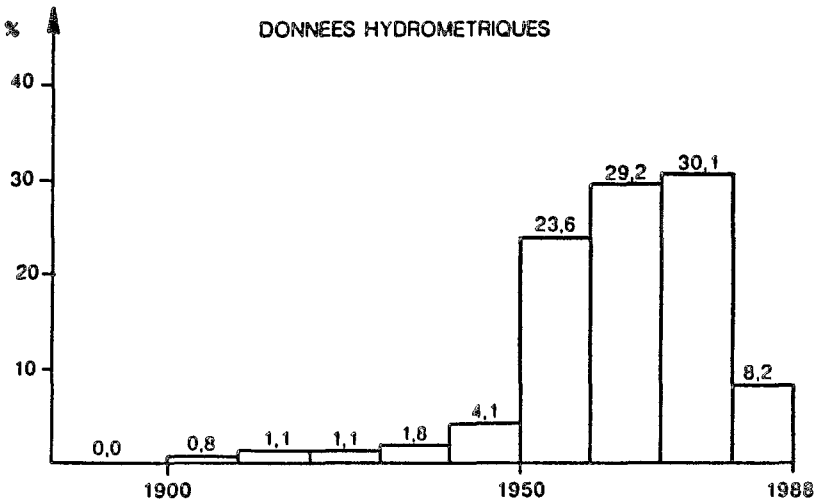
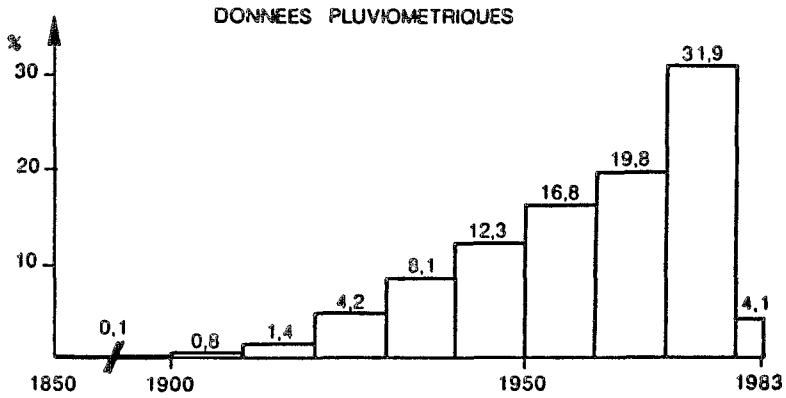
- plus de 57 000 années de données pluviométriques, réparties entre 2811 postes de mesure. La durée moyenne d'observation est d'un peu plus de 20 ans par station, et les relevés les plus anciens datent du milieu du siècle dernier (1852) ;

- plus de 21 300 années de hauteurs limnimétriques observées à 1624 stations. La durée moyenne est supérieure à 13 ans, et les données les plus anciennes datent du début de ce siècle (1902). Rappelons que deux tiers des hauteurs sont traduites en débits instantanés et que la banque hydrométrique contient aussi des fichiers de débits moyens journaliers et des fichiers de débits dits "opérationnels", pour lesquels les données ont été complétées et homogénéisées lors de la préparation de monographies hydrologiques.

La répartition chronologique des données est représentée sur les deux diagrammes de la figure 2, pour lesquels la hauteur de chaque rectangle correspond au pourcentage d'années situées dans la décennie correspondante, et la répartition géographique est illustrée par les cartes schématiques des figures 3 et 4, où sont portés le nombre d'années et le nombre de stations de chaque Etat représenté.

L'analyse de ces figures est très parlante.

Pour la répartition géographique, on constate une grande similitude entre les deux banques : l'information provient à 80% au moins des Etats d'Afrique francophone, secteur d'intervention prioritaire de l'ORSTOM. Le reste vient des DOM-TOM et de certains pays comme Madagascar ou le Cap Vert, où des études ont nécessité la récupération et le traitement des données. L'absence de données pour certains pays ne signifie pas inexistence de données. Par exemple, dans le cas de la Nouvelle-Calédonie, un simple problème de différence entre les formats des fichiers pluviométriques, explique que ces données n'ont pas encore été récupérées.



**Fig. 2 BANQUE DE DONNEES HYDROPLUVIOMETRIQUES  
REPARTITION CHRONOLOGIQUE DE L'INFORMATION**

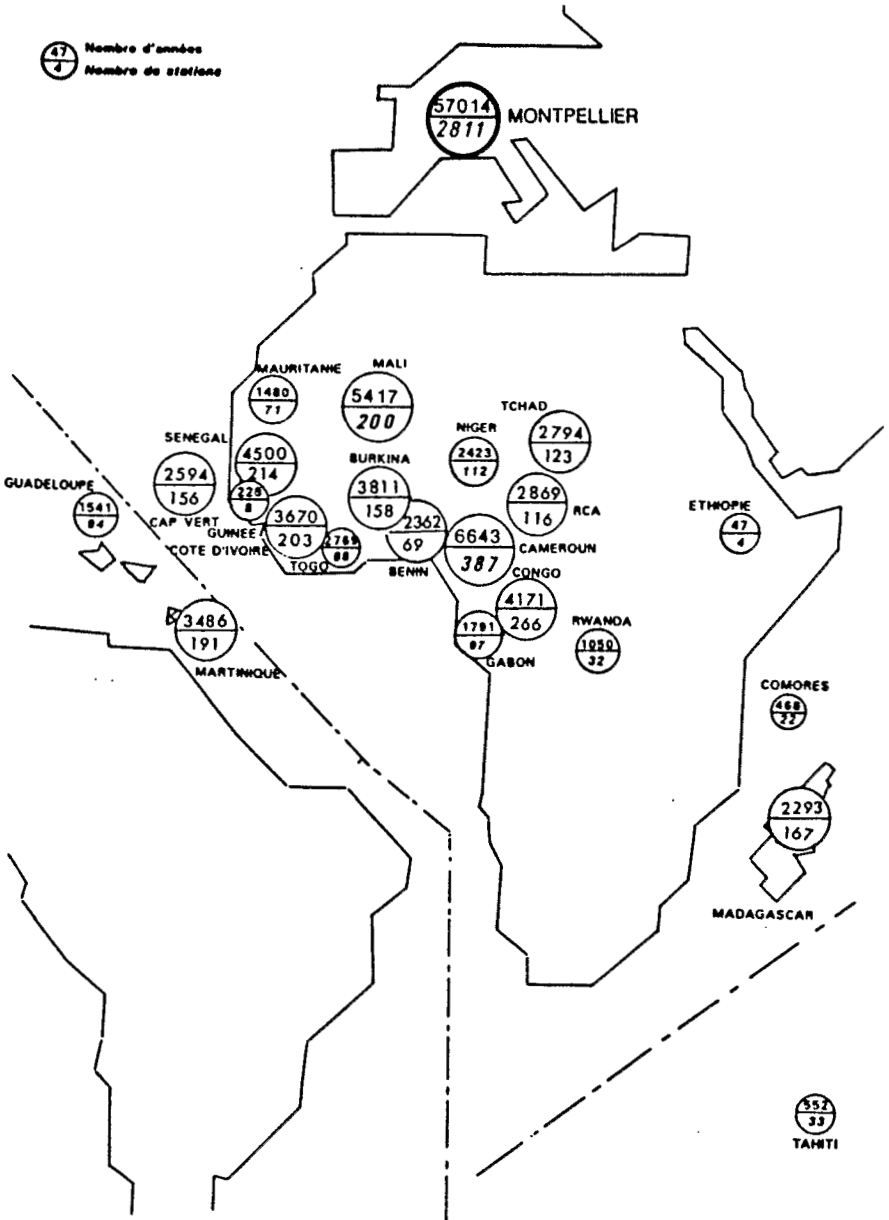


Fig. 3 DONNEES PLUVIOMETRIQUES REPARTITION GEOGRAPHIQUE

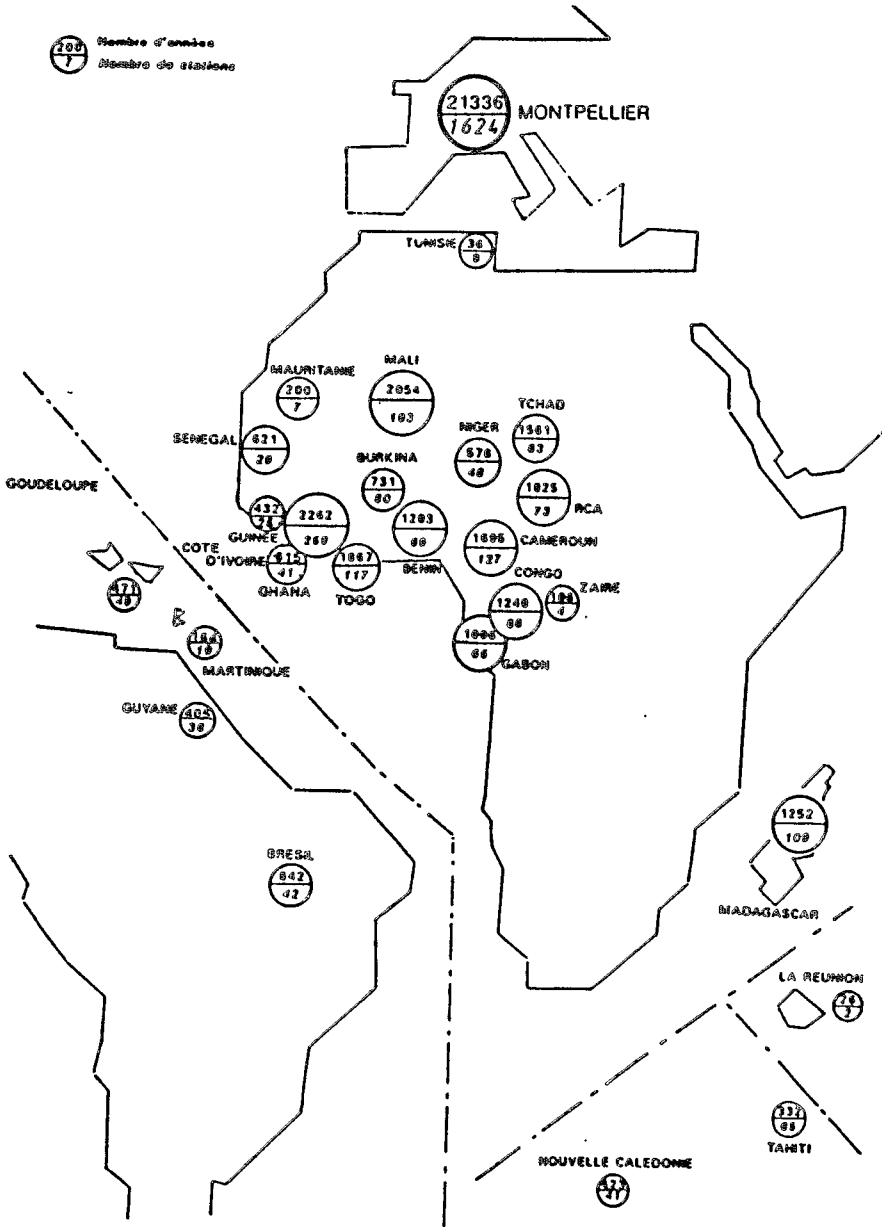


Fig. 4 DONNEES HYDROMETRIQUES REPARTITION GEOGRAPHIQUE



Pour la répartition chronologique, on note l'allure régulièrement croissante du diagramme de pluviométrie, qui s'oppose à la forme concentrée sur la période 1950-1980 du diagramme des données hydrométriques. Ce fait est dû à la forte activité des hydrologues de l'ORSTOM, durant cette période, dans le secteur de la gestion des réseaux et des études de bassins représentatifs.

#### 4. ACTUALISATION DES FICHIERS

La disponibilité d'une banque performante est un objectif pour tout service ou organisme gestionnaire d'un réseau d'acquisition et de traitement de données naturelles. Il est fondamental que cette banque soit régulièrement actualisée.

La création de la banque hydropluviométrique de l'ORSTOM s'est avérée nécessaire pour la mise en forme d'une masse de données (déjà existantes) considérable et rapidement croissante, et pour le traitement d'une information de base, fondement de tous les travaux de synthèse régionale.

Jusqu'au début de la présente décennie, l'ORSTOM produisait ses propres données essentiellement en hydrométrie. Le problème est que l'ORSTOM ne gère plus de réseaux, sauf dans quelques cas isolés, et que les postes d'observation se trouvent, pour plus de 90%, à l'étranger.

L'actualisation de nos fichiers est donc aujourd'hui directement liée aux opportunités qui se présentent, dans le cadre de conventions bilatérales avec les gestionnaires de réseaux ou de contrats d'études nécessitant une mise à jour des séries existantes. La faible densité de données pour la période postérieure à 1979 montre que l'actualisation est loin de présenter un caractère systématique.

En Afrique francophone, la mémorisation des données a été placée sous la responsabilité de l'AGRHYMET (Centre de Formation en AGRonomie, HYdrologie et METéorologie de Niamey), pour l'hydrométrie et de l'ASECNA (Agence pour la SECurité de la Navigation Aérienne de Dakar), pour la pluviométrie.

C'est dans le cadre d'une convention tripartite entre le CIEH (Comité Inter-africain d'Etudes Hydrauliques), l'ASECNA et l'ORSTOM que la banque pluviométrique des 13 Etats membres du CIEH (Benin, Burkina Faso, Cameroun, Congo, Côte d'Ivoire, Gabon, Mali, Mauritanie, Niger, RCA, Sénégal, Tchad et Togo) a été actualisée pour la période 1966-1980. Cette convention, dont les travaux seront achevés en fin d'année, a été financée par le FAC (Fond d'Aide et de Coopération) : les travaux, menés par une équipe composée d'un ingénieur et d'un assistant, a duré quatre années. Même en considérant l'importance et la qualité des résultats (fichiers complets vérifiés et critiqués, annuaires pluviométriques édités pour chacun des pays concernés), cet exemple montre l'ampleur d'un tel travail !

Quelle que soit l'importance que l'on accorde à l'actualisation des fichiers, et les opportunités qui se présentent, cette opération ne peut être faite à n'importe quel prix. Par exemple, la saisie directe de fiches d'observateurs ou de diagrammes implique la constitution d'équipes spécialisées pour ces travaux, aussi exigeants que fastidieux. Ceci a été fait entre 1970 et 1980 pour la

constitution des fichiers hydrométriques à partir des archives du Bureau Central d'Hydrologie. Ce n'est plus le cas maintenant, et l'équipe chargée de la maintenance des fichiers au Laboratoire d'Hydrologie n'a plus les moyens de mener des opérations de saisie, sinon pour des volumes de données très limités afin de compléter des séries.

La démarche actuelle du Laboratoire est de conduire une politique de récupération des données déjà saisies (disquettes ou bandes magnétiques, cartouches EPROM ou données télétransmises). Pour cela, une coopération est systématiquement recherchée avec nos anciens partenaires pour la création de banques hydrologiques locales, à l'aide des logiciels HYDROM et PLUVIOM. Cette politique doit permettre de faciliter les échanges de données et de rendre possible des mises à jour périodiques, en particulier des séries les plus importantes par leur amplitude et leur représentativité régionale.

## 5. CESSION DES DONNEES

Les seules données cessibles sont les données en l'état, c'est à dire les données originales non critiquées, qui représentent environ 80% du total pour la banque hydrométrique.

La cession de données à des organismes autres que les Services compétents des pays concernés, ne peut être faite qu'avec l'accord de ces derniers.

La seule exception concerne la cession à des étudiants ou Laboratoires universitaires, de données nécessaires pour des travaux de recherches ou de thèses. Ces demandes portent toujours sur de faibles quantités (quelques dizaines d'années).

La fréquence moyenne des demandes de cession, reçues par le Laboratoire d'Hydrologie et d'origine extérieure à l'ORSTOM, est de l'ordre de deux par mois. Ces demandes proviennent pour moitié d'étudiants ou chercheurs, pour moitié de Bureaux d'Etudes français et étrangers. Ces demandes sont toujours satisfaites dans le cadre des limites indiquées ci-dessus et une simple compensation des frais informatiques engagés est exigée.

## 6. MOYENS

La gestion et l'exploitation des deux banques sont faites par une équipe spécialisée, formée d'un ingénieur et de deux techniciens, alors que le développement et la maintenance des logiciels de gestion HYDROM et PLUVIOM sont assurés par une autre équipe composée d'un ingénieur et de deux informaticiens.

Le coût global de la gestion est de l'ordre de 100 000 FF par an, hors personnel. Cette somme comprend pour moitié les frais d'utilisation du CNUSC et pour l'autre moitié les frais d'amortissement du matériel du Laboratoire.

## CONCLUSION

La banque de données hydropluviométriques du Laboratoire d'Hydrologie constitue un système d'information essentiel pour la communauté hydrologique amenée à travailler dans la zone inter-tropicale, car il n'a pas d'équivalent.

Cet outil résulte d'une somme d'efforts considérables, tant humains que financiers. Efforts permanents et sans cesse renouvelés mais justifiés par les résultats obtenus.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- COCHONNEAU (G) 1987 - *HYDROM, un Logiciel de Gestion des Données d'un Réseau d'Observation Hydrométrique*. In: Séminfor 1, ORSTOM, Paris, 1988.
- RAOUS (P) 1989 - *PLUVIOM : Un Logiciel de Gestion de Données Pluviométriques*. In: Séminfor 3, ORSTOM, Paris, 1990.