

# ÉQUIPEMENT DE BASE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER ET ÉTUDES HYDROLOGIQUES

Parmi les réalisations du plan d'équipement de la France d'Outre-Mer, on peut compter un grand nombre d'aménagements ayant nécessité des études hydrologiques approfondies, tels que ports fluviaux, usines hydroélectriques, réseaux d'irrigation, adductions d'eau potable, assainissements, ponts définitifs de toutes dimensions, etc...

Il était nécessaire, si l'on voulait éviter, soit de réaliser des ouvrages insuffisants susceptibles d'être emportés par les premières crues, soit au contraire de construire des ouvrages surabondants, de connaître les régimes hydrologiques des cours d'eau intéressés par les différents aménagements. Pour estimer la rentabilité des usines hydroélectriques et des réseaux d'irrigation, il était absolument indispensable de pouvoir disposer de renseignements précis et sûrs.

Or, en 1947, les données hydrologiques dont on pouvait disposer étaient très réduites, sauf pour certaines régions de l'Indochine.

## **Études hydrologiques antérieures à 1947**

Les diverses compagnies de navigation avaient depuis longtemps installé des échelles de crue en Afrique Noire, mais sans effectuer aucune mesure de débit, ce qui rendait impossible toute étude de régularisation. L'Office du Niger avait procédé à des études plus poussées et on pouvait déjà publier quelques renseignements concernant ce fleuve.

En A.E.F., la mission Darnault avait mis au point les premières données pour l'aménagement de la chute du Djoué ; cette mission avait pu sauver de nombreux relevés de hauteurs d'eau déjà anciens et donner un premier aperçu assez qualitatif des divers régimes.

C'est également à M. Darnault que l'on doit l'installation d'un premier réseau d'échelles limnimétriques au Cameroun. Les mesures de débit ayant été très rares à cette époque, il n'avait pas été possible d'exploiter ces observations. Mais, d'une part, les premières mesures faites à Edéa, et rapidement complétées par la suite, ont permis de donner les premiers éléments pour l'aménagement de la chute ; d'autre part, les nombreux relevés d'échelles de cette

époque peuvent être maintenant valorisés pour la plupart, grâce à des séries de mesures régulières effectuées récemment, de sorte que le territoire du Cameroun est actuellement un des plus avancés en ce qui concerne la connaissance des régimes hydrologiques.

A Madagascar, des études avaient été faites pour la mise en valeur agricole de la plaine de Tananarive et en vue de la production d'énergie hydroélectrique. Ces études étaient restées limitées à la zone des Hauts-Plateaux.

## **Création du Service Hydrologique de l'Office de la Recherche Scientifique Outre-Mer**

En 1947, le démarrage du plan d'équipement hydroélectrique nécessita des études beaucoup plus systématiques que les études antérieures. Le Service des Études d'Outre-Mer d'Electricité de France a dû entreprendre dans la plupart des territoires et départements d'outre-mer des études hydrologiques dont la portée dépassa rapidement le cadre des projets envisagés. Les principales données hydrologiques concernant les chutes d'eau à étudier ont été ainsi dégagées entre 1947 et 1950 ; en outre, dans de nombreux cas, ces données étaient utilisables pour des projets de toute autre nature.

La direction des Travaux Publics au ministère de la France d'Outre-Mer, estimant indispensable de réaliser des études systématiques, non seulement pour les aménagements hydroélectriques, mais encore pour tous les aménagements intéressant l'hydraulique, préparait les bases d'une organisation permanente. De son côté, l'O.R.S.O.M. ouvrait un centre de formation d'hydrologie dont une partie du programme d'études était d'ailleurs confiée à l'Electricité de France.

A la fin de 1949, un Service Hydrologique pouvait être créé par l'Office de la Recherche Scientifique Outre-Mer, avec l'appui de la direction des Travaux Publics au ministère, et avec le concours du Service des Études d'Outre-Mer d'Electricité de France qui mettait à la disposition de cet Office, en renfort de ses propres hydrologues, certains de ses spécialistes et son organisation.



CHUTES DE LA WINA DU SUD, PRÈS DE N'GAOUNDÉRE

### Organisation du Service Hydrologique

L'organisation de ce Service Hydrologique qui a été constamment perfectionnée depuis trois ans est actuellement la suivante :

Sous l'autorité de l'Office de la Recherche Scientifique Outre-Mer, la direction est assurée par un département spécialisé de l'Electricité de France ayant à sa tête un ingénieur en chef et comprenant un effectif réduit d'ingénieurs et de techniciens. Ce département met au point les programmes, en accord avec l'O.R.S.O.M., en contrôle l'exécution, dirige les hydrologues, assure leur équipement en matériel, contrôle la comptabilité.

Sur le plan technique, il réunit les résultats bruts, interprète ces résultats, dégage les principales tendances des divers régimes, assure la diffusion des études des hydrologues, rassemble la documentation et, enfin, forme chaque année de nouveaux chercheurs. Placés sous la direction technique de ce bureau, des hydrologues ont été affectés aux divers pays de l'Union Française dans les conditions suivantes :

3 hydrologues en A.E.F. (Moyen-Congo, Oubangui, Gabon), 1 au Cameroun, 2 à Madagascar, 1 aux Antilles, 1 à la Guyane, 1 à la Réunion.

En A.O.F., l'Office de la Recherche Scientifique Outre-Mer a conclu un accord avec le Service Hydraulique de la Fédération. Deux hydrologues ont été mis à la disposition de ce Service. Par ailleurs, l'O.R.S.O.M. installe une section hydrologique à l'I.D.E.R.T., institut local de Côte d'Ivoire.

Enfin, les études hydrologiques au Tchad sont effectuées dans le cadre du programme de travail de la Commission Scientifique du Logone-Tchad. La mission comporte :

3 hydrologues, 2 topographes, 1 mécanicien.

### Caractère des études confiées aux hydrologues

En général chaque hydrologue est responsable d'un territoire ou d'un ensemble de territoires. Il travaille sous la direction technique des bureaux de Paris, mais il est habituellement rattaché administrativement à un institut local de l'O.R.S.O.M. tel que : l'Institut de Recherches Scientifiques de Ma-

dagascar, l'Institut d'Etudes Centrafricaines, l'Institut de Recherches du Cameroun, etc...

L'hydrologue installe son réseau de stations de mesures, exploite et entretient ce réseau qui se développe au fur et à mesure des demandes des services administratifs ou des particuliers. Il effectue, en outre, des études plus approfondies à petite échelle, telles que études de ruissellement sur très petits bassins, études lysimétriques, études d'évaporation, etc... et, enfin, exécute, sur la demande de différents organismes, un certain nombre d'études particulières à portée essentiellement pratique.

Il est bien entendu que le fonctionnement de ce service exige de la part des chercheurs une formation pratique beaucoup plus générale qu'on ne le demanderait en Métropole puisqu'il doit assurer à lui seul la mise au point de divers dispositifs expérimentaux et de tous les petits ouvrages nécessaires au fonctionnement de son service, exécuter lui-même les diverses manœuvres de câbles et de portières pour ses mesures, veiller au bon entretien du véhicule et des bateaux et parfois les réparer lui-même. Ces activités ne doivent pourtant pas l'empêcher de mettre en œuvre toutes les ressources de sa technique pour organiser et dépouiller un jaugeage délicat, pour obtenir en brousse une précision aussi satisfaisante qu'en Europe et mettre au point une étude analytique de crue par les méthodes les plus modernes.

Dès que les résultats de mesures s'étendent sur une période assez longue, l'hydrologue peut consacrer une plus grande partie de son temps au travail de bureau pour analyser les observations effectuées sur divers cours d'eau de son territoire, les comparer aux données géographiques et climatologiques, en déduire des généralisations fécondes.

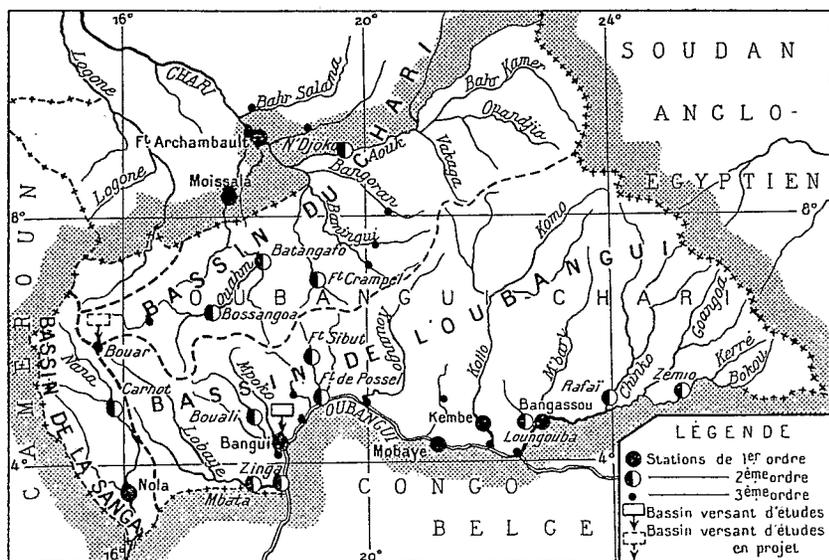
### Programme des études

Le premier objectif fixé aux hydrologues consistait à dégager les caractéristiques générales des différents régimes des territoires qu'ils ont à étudier, sans avoir à chercher, *a priori*, les causes profondes des singularités rencontrées. Pour cela ils ont dû installer, dans les plus brefs délais, un réseau de stations de jaugeage réparties sur tous les territoires qui leur sont confiés.

Le deuxième stade, qui débute à peine, concerne des études à caractère moins extensif ; il s'agit essentiellement de l'examen des conditions générales de l'écoulement dans les diverses régions naturelles. C'est ainsi que le Service a entrepris, depuis quelque temps, la détermination des déficits d'écoulement sur des bassins de grande et de moyenne superficie. Les hydrologues ont commencé à examiner le bilan et les modalités de l'écoulement sur des parcelles élémentaires de surface relativement faible. Plus tard viendra l'étude de l'influence de la végétation et de la pente sur le ruissellement, puis l'étude des nappes souterraines et enfin l'étude de l'évaporation sous ses différentes formes.

### Participation aux grands projets d'équipement

Les résultats obtenus au cours de la première phase des études sont les suivants :



RÉSEAU DES POSTES D'OBSERVATIONS HYDROMÉTRIQUES DE L'OUBANGUI (CENTRE DE BANGUI)



Contrôle périodique de l'observateur et de l'échelle

Sur le plan pratique, le Service Hydrologique a collaboré aux études de presque tous les grands équipements hydrauliques en réalisation ou en projet depuis 1949 dans les territoires et les départements d'Outre-Mer. Nous citerons :

Régularisation du Niger, aménagements du Konkouré, mise en valeur de la vallée du Niari, mise en valeur des plaines du Logone, aménagement des seuils de Zinga et de Mobaye sur l'Oubangui, amélioration des conditions de navigation sur la Bénoué, études de navigation sur le Nyong et sur la Sanaga moyenne, études d'aménagements hydroélectriques du Djoué, de Grandes Chutes en Guinée, des chutes de Bouali dans l'Oubangui et de la Bia en Côte d'Ivoire, petits aménagements hydroélectriques du Cameroun, études de débouchés de ponts de la route Pala-Lere au Tchad, mise en valeur du delta du Mangoky à Madagascar, aménagements hydroélectriques en projet dans la Grande Ile, aux Antilles et à la Réunion, projets d'adduction d'eau et d'irrigation dans l'arrondissement Sous le Vent à la Réunion et à la Grande-Terre (Guadeloupe), etc...

Il est certain que pour les premières réalisations le Service Hydrologique est entré en service un peu tardivement. Si les études avaient été entreprises à une grande échelle quatre ans plus tôt, en 1946, il aurait été possible d'éviter bien des tâtonnements dans la mise au point des divers projets, ainsi que la destruction d'assez nombreux ouvrages secondaires et de réaliser des économies substantielles sur certains travaux déjà effectués.

Pour les grands aménagements actuellement à l'étude, ce risque est beaucoup plus réduit : en effet, le Service Hydrologique intervient maintenant au tout premier stade. Dès que naît un projet ou même dès qu'une région s'avère susceptible d'un développement agricole ou industriel, les hydrologues installent les premières stations de mesure, avant même que le premier examen de ces projets ait prouvé qu'ils puissent justifier des études plus poussées. De sorte que, lorsque les premières missions d'études arrivent sur le terrain, un ou deux ans après, elles disposent rapidement de renseignements hydrologiques portant sur une période d'une certaine durée.

Dans le même ordre d'idée, nos hydrologues reprennent la suite des missions temporaires et, au moment de passer à la réalisation, les constructeurs peu-

vent disposer de compléments d'informations précieux ; c'est le cas, en particulier, de l'aménagement des chutes de Bouali et de Grandes Chutes.

#### Résultats obtenus sur le plan scientifique

Sur le plan des études générales :

1°) La presque totalité des archives existant en Métropole ou dans les territoires d'outre-mer a pu être rassemblée et classée. Ces documents seront utilisés ultérieurement au fur et à mesure de l'avancement du tarage des échelles.

2°) Le Service Hydrologique a établi des classifications des différents régimes pour l'Afrique Noire et pour Madagascar. Il a précisé les caractéristiques générales de chacun de ces régimes :

Débites moyens annuels, courbe caractéristique de variation annuelle, débits d'étiage caractéristique, débits de hautes eaux, débits de crue maximum annuelle, débits de crue exceptionnelle, irrégularité interannuelle.

3°) En ce qui concerne les régimes tropicaux ou équatoriaux pour lesquels, sur le plan mondial, les données sont très rares, il a été possible de faire un certain nombre de constatations. Nous en citerons quelques-unes :

a) Les climats et, par suite, les régimes hydrologiques, sont très homogènes, chacun correspond à un très vaste territoire : alors qu'en France on compte quatre à cinq régimes hydrologiques bien différenciés, dans toute l'Afrique Noire il n'en existe guère plus de sept à huit. Cela explique qu'avec un nombre de stations relativement faible on puisse déterminer des caractéristiques pouvant être utilisées dans toute l'Afrique Noire.

b) Le rôle des champs d'inondation dans les lits majeurs des fleuves est absolument capital dans le mécanisme des crues. C'est grâce aux pertes par évaporation sur de tels champs d'inondation que les crues des grands fleuves restent comprises entre 20 l/sec/km<sup>2</sup> et 50 l/sec/km<sup>2</sup>. De même ces champs d'inondation tendent à régulariser les débits d'une année à l'autre, les quantités d'eau perdues étant beaucoup plus faibles en année sèche qu'en année particulièrement abondante. Ce phénomène est encore plus marqué lorsqu'il s'agit de fleuves présentant des défluentés tels que le Niger et surtout le Chari et le Logone.



Formation des observateurs : la leçon de lecture



Mesure de débit sur canot pneumatique avec emploi de câble traversant la rivière (Varahina Sud-Madagascar)

c) En Afrique Noire, par suite de la régularité du phénomène de la mousson et indépendamment du phénomène de régularisation par les champs d'inondation auquel il a été fait allusion plus haut, le module des moyens bassins versants varie peu d'une année à l'autre, surtout en régime tropical de transition. Dans le même ordre d'idée, les courbes de fréquence mensuelles ont une forme semblable, qu'il s'agisse de la Sanaga, du Milo ou du Niger. Ce phénomène est très intéressant car il permet de tracer les courbes de fréquence, même pour un bassin versant observé depuis quelques années seulement.

d) Si les grands bassins présentent un régime régulier, il ne faudrait pas en déduire qu'il en est de même des petits bassins les composant. Les régimes des petits cours d'eau, dont le bassin versant est inférieur à 1 000 - 500 km<sup>2</sup> présentent des crues brutales et une irrégularité interannuelle notable, surtout si les pentes sont fortes.

e) La décomposition latéritique joue un rôle de premier plan au moment de l'étiage. Les débits de basses eaux peuvent varier de 2 l/sec/km<sup>2</sup> à 0,2 suivant que ces terrains de décomposition existent ou n'existent pas. Ce phénomène s'observe aussi bien à Madagascar qu'en Afrique Noire.

f) Les déficits d'écoulement en Afrique Noire croissent depuis le désert jusqu'à la zone du régime tropical de transition (zone guinéenne) où le déficit annuel passe par un maximum de 1 400 mm environ ; puis ce déficit décroît depuis la zone guinéenne jusqu'à l'Equateur où il n'est plus que de 800 mm en général.

g) Une première analyse a été effectuée des conditions hydrographiques générales de toute la bande soudanienne Nord qui correspond aux vastes marécages du cours inférieur du Sénégal, du Niger Moyen, du Chari, du Logone et du Soudan anglo-égyptien. Les caractères hydrologiques de cette zone sont très voisins, ils sont caractérisés par l'importance des pertes, le coefficient d'écoulement étant inférieur à 3 % en général. C'est pour cette raison qu'à peine 1/3 des débits du bassin du Chari et du Logone parvient au lac Tchad.

Il est assez curieux de constater que, au contraire, les rares zones à relief accidenté situées dans cette région présentent des coefficients d'écoulement relativement forts, voisins de 25 %.

h) A Madagascar, on a constaté des déficits d'écoulement beaucoup plus faibles qu'en Afrique Noire ; ceci tient essentiellement à la valeur plus faible de la température moyenne dont l'influence est prépondérante sur l'évaporation. Toujours dans le même territoire, on a constaté des débits d'étiage beaucoup plus élevés qu'en Afrique Noire, par suite de l'importance de l'altération latéritique. Les débits d'étiage sont encore notables dans les terrains peu décomposés (Menarandra). La différence avec les régimes tropicaux d'Afrique provient alors presque uniquement de la différence de température.

i) Sur les petits bassins, on a pu donner quelques résultats. C'est ainsi que dans les zones les plus accidentées de la région tropicale avec faible couverture végétale, on peut s'attendre à des crues décennales de 1 000 à 2 000 l/sec/km<sup>2</sup> pour des bassins versants inférieurs à 100 km<sup>2</sup>. Il est bien entendu que, pour des pentes équivalentes et pour des tornades analogues, on doit s'attendre à des débits plus faibles dans les régions où la couverture végétale est plus dense.

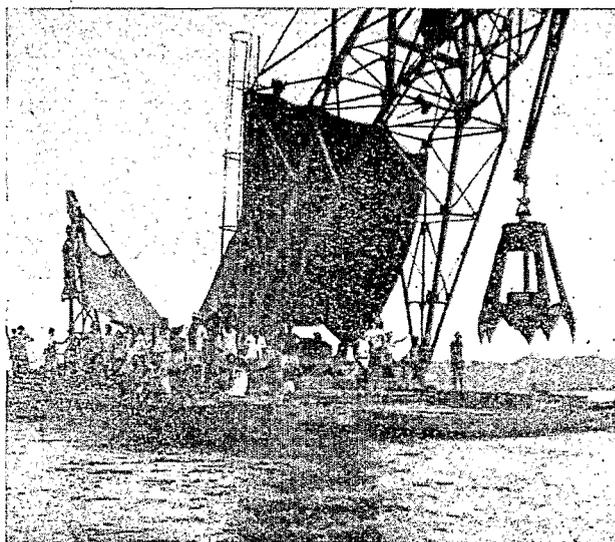
Les résultats concernant les facteurs du régime, c'est-à-dire la deuxième phase de nos études, sont beaucoup moins importants. Nous sommes encore très loin de pouvoir publier des données générales concernant le mécanisme des crues prises à leur origine ; de même, pour les études d'évaporation. Mais nous serons en mesure de fournir dans deux ans des résultats beaucoup plus substantiels.

#### Publications

Jusqu'ici la diffusion de ces résultats a été assez restreinte, sauf en ce qui concerne les annuaires hydrologiques (1). Ces derniers ont pour but de publier, pour une année déterminée, les données relatives aux caractéristiques du régime à un certain nombre de stations où l'observation est particulièrement poussée. Seul l'annuaire 1951, actuellement à l'impression, donnera une image à peu près complète des différents régimes dans les territoires.

Les notes sur les données de base ont pour objet de rassembler dans un ouvrage de synthèse toutes les données connues concernant un ensemble de territoires. Ces publications utilisent, non seulement les

(1) On peut trouver annuaires hydrologiques, notes sur les données de base, au Service de Documentation de l'Office de la Recherche Scientifique d'Outre-Mer.



Déroctage du seuil de Zinga (Oubangui)

relevés des stations principales comme c'est le cas pour les annuaires, mais la totalité des observations de toutes natures, même les relevés les plus fragmentaires. Toutes les données géographiques et climatologiques sont mises à profit pour interpréter les résultats. Ces notes ne considèrent que les régimes les plus courants et les développements sont sacrifiés aux tableaux de données numériques. Les notes sont mises à jour périodiquement au fur et à mesure de l'avancement des études. Dans leur stade définitif elles devraient permettre d'estimer les caractéristiques hydrologiques principales d'un cours d'eau quelconque après qu'il ait été classé dans un régime déterminé.

Une note sur les données de base hydrologiques de l'Afrique Noire était rédigée pour la première fois en 1950 ; c'était alors une étude très sommaire. Elle a été largement complétée en 1951. Une nouvelle révision, actuellement en cours, donnera lieu à une plus large diffusion que les éditions précédentes, qui n'ont pas été imprimées.

Le premier recueil de données de base concernant Madagascar est actuellement terminé.

Les monographies concernent chacune un bassin fluvial (2). Elles ont pour objet de rassembler la totalité des données : géographie physique, climatologie, hydrologie, concernant le bassin étudié.

Les monographies suivantes ont été mises au

(2) Les monographies en totalité et les notes techniques peuvent être consultées au Service Hydrologique (Service des Etudes d'Outre-Mer) de l'Electricité de France, 9, Cité Canrobert, Paris.

On y trouvera également tous les relevés originaux des stations de jaugeage.

point : Konkouré, Niger supérieur, Ikopa supérieure, Da Nhim, Haute-Benoué. Celle du Logone supérieur est actuellement en préparation. Un certain nombre d'autres, assez sommaires, ont été établies pour des études particulières. Les monographies les plus importantes sont mises à jour périodiquement ; elles ne sont publiées que lorsque les périodes d'observations sont jugées satisfaisantes.

Enfin, les hydrologues mettent au point continuellement des notes techniques concernant des questions particulières.

\*\*\*

La somme de nos connaissances hydrologiques concernant la France d'Outre-Mer est encore bien incomplète, mais les études du Service Hydrologique s'étendent de façon systématique sur tous les territoires et départements de l'Union Française sauf le Pacifique (l'Afrique du Nord est étudiée de façon très approfondie par le Service de l'Hydraulique et de la Colonisation de l'Algérie et les services analogues en Tunisie et au Maroc).

Il est permis d'espérer que, dans quelques années, il sera possible de disposer pour l'étude d'un projet d'aménagement hydraulique quelconque, et quelle que soit sa situation géographique, de données hydrologiques aussi sûres que celles dont on dispose pour les cours d'eau de la Métropole.

Jean RODIER,

*Ingénieur en Chef*

*au Service des Etudes d'Outre-Mer d'E.D.F.,*

*Chargé de la direction des Etudes  
hydrologiques de l'O.R.S.O.M.*

DOCUMENTATION

**LE**  
**SERVICE HYDROLOGIQUE**  
**DE LA**  
**FRANCE D'OUTRE-MER**

PAR

**JEAN RODIER**

INGÉNIEUR EN CHEF

AU SERVICE DES ÉTUDES D'OUTRE-MER D'E. D. F.,  
CHARGÉ DE LA DIRECTION DES ÉTUDES HYDROLOGIQUES  
DE L'O. R. S. O. M.

27 OCT. 1993

U.R.S.I.O.M. Fonds Documentaire

N° : 10236

Cote : B 10236

ENCYCLOPÉDIE MENSUELLE D'OUTRE-MER

3, Rue Blaise-Desgoffe, PARIS (6<sup>e</sup>)

OSYOM  
HYDROLOGIE  
DOCUMENTATION

80140