

HYDROLOGIE DES GRANDS FLEUVES DU CONGO

Bernard POUYAUD

DIRECTEUR-DÉLÉGUÉ, CHEF DU DÉPARTEMENT "EAUX CONTINENTALES"

INTRODUCTION : LES PRECURSEURS

Lorsqu'il y a plus de 20 ans aujourd'hui, nous entreprenions avec Alain BARILLY, Paul BASSEMO et Phillipe N'KOUKA les premiers jaugeages précis du grand fleuve Congo à Maluku-Trechot, je ne savais pas, bien sûr, qu'il me serait donné de prononcer cette conférence consacrée à la gestion des eaux, au nom des hydrologues, français et congolais, qui se sont succédés dans ce pays si propice aux études hydrologiques.

L'histoire de ce territoire qui est maintenant la République Populaire du Congo, est faite de conquêtes menées au long des grands cours d'eau qui le drainent, au premier rang desquels le Congo, ou Zaïre, occupe la place qui revient de droit au deuxième fleuve le plus puissant du monde en module annuel et pointe de crue. Les premiers habitants de ce pays, les pygmés, ou *baminga*, s'ils sont effectivement les chasseurs et les cueilleurs que chacun connaît, sont aussi avant tout des pêcheurs, familiers des systèmes fluviaux et lacustres forestiers. La grande migration bantou, qui envahit ces espaces peu peuplés à partir du XVI^e siècle, y pénétra selon l'axe fluvial Oubangui-Congo. Les premiers colonisateurs européens, qu'il s'agisse des portugais remontant le Congo depuis la mer, de Stanley arrivant au pool qui porte maintenant son nom à partir de l'est de l'Afrique, ou enfin de Savorgnan de Brazza parvenant ici même après un périple nautique par l'Ogoué et le D'Joué, tous ces conquérants ont utilisé la voie fluviale, comme voie de pénétration. Comment auraient-ils pu faire autrement d'ailleurs ?

Aussi n'est-il pas étonnant de voir très tôt ces fleuves et rivières sauvages cartographiées et codifiées : c'est Monseigneur Augouard, évêque du Moyen-Congo, qui établit dès 1902 les premières cartes nautiques du Congo et de l'Oubangui et donne des conseils aux navigateurs, avant les modernes manuels de navigation fluviale des agences de navigation.

PREMIERE PARTIE

L'HYDROLOGIE HISTORIQUE EN REPUBLIQUE POPULAIRE DU CONGO

Les premières échelles limnimétriques, qui n'étaient que des repères de navigabilité, furent alors installées : c'est ainsi que la station limnimétrique du Congo à Brazzaville (et Kinshassa) est exploitée sans interruption depuis 1902, ce qui la dote d'une des plus longues séries d'observations hydrologiques continues d'Afrique. Avec un tel passé, il était naturel que la République du Congo devienne l'un des lieux privilégiés du développement de l'hydrologie africaine. Dès l'après-guerre, les premiers hydrologues de l'ORSTOM arrivaient au Congo : J. RODIER, J. AIME et M. ALDEGHERI furent les premiers à étalonner par des jaugeages

les stations du réseau hydrologique congolais, implantées et gérées par la section hydrologique du centre ORSTOM de Brazzaville.

En 1970, le réseau hydrométrique congolais comportait 32 stations hydrologiques, réparties également entre le bassin du fleuve Congo (Oubangui, bassin de la Sangha, bassins de la Likouala, Alima, Lefini, D'Joue, Foulakary, etc.) et le sud-ouest (bassin du Kouilou-Niari, bassins de la Louesse, Nyanga, etc.). Certaines de ces stations furent progressivement équipées de limnigraphes classiques, enregistreurs de hauteurs d'eau sur table déroulante, et ce fut sur ces bases que s'installa la routine de la gestion et de la maintenance du réseau hydrométrique congolais, toujours confiée à l'ORSTOM.

DEUXIEME PARTIE

L'APPARITION DES NOUVELLES TECHNOLOGIES EN HYDROLOGIE

Ainsi, après plus de 40 années de Recherches Hydrologiques dans les régions tropicales, d'accès difficile et au climat agressif, les hydrologues de l'ORSTOM avaient accumulé une expérience approfondie en matière de collecte et de traitement des données hydrologiques.

Puis les progrès technologiques de la dernière décade, dans le domaine de la microélectronique, permirent dans un premier temps la réalisation d'appareils enregistreurs performants et fiables, susceptibles d'acquérir et d'enregistrer sur support électronique stable, des paramètres hydrologiques comme les hauteurs et les intensités des pluies (avec des *pluviographes*), ou les cotes des fleuves, c'est-à-dire leurs débits (avec des *limnigraphes*). Les "Banques" modernes de données informatisées peuvent ainsi être alimentées automatiquement.

Grâce à l'apparition de systèmes de transmission de données, utilisant les satellites à défilement polaire (système ARGOS) ou les satellites géosynchrones (système METEOSAT), il est maintenant possible de recueillir en temps quasi réel, sur des stations de réception directe autonomes, les données télétransmises par des ensembles, eux aussi autonomes, constitués de capteurs et de balises radio-émettrices, installées sur le terrain en des sites isolés. La télétransmission satellitaire permet l'acquisition de ces données, mais aussi la télésurveillance de ces appareillages délicats et assure donc une planification de la gestion des ressources en eau, à l'échelle de bassins fluviaux entiers.

Ebauchée dans le domaine hydrologique par l'ORSTOM dès 1972 avec le satellite EOLE, par un pluviographe à Brazzaville, cette technologie est pleinement maîtrisée depuis le début des années 80 par quelques sociétés françaises, dont CEIS ESPACE, avec le soutien scientifique de l'ORSTOM. L'hydrologie de l'ORSTOM a ainsi contribué à réaliser la plupart des grands réseaux hydrologiques télétransmis opérationnels du monde tropical :

- Avec le système ARGOS, installé sur les satellites à défilement polaire NOAH, ce sont : le réseau HYDRONIGER, le réseau OMS-OCF ONCHOCERCOSE, le réseau national du Bénin, le réseau OMVS sur le Sénégal et le mini-réseau créé par l'EDF en Guinée mais aussi, dans le reste du monde, le réseau Amazone au Brésil, ou encore le réseau pluviométrique d'altitude de Guadeloupe, soit maintenant plus de 250 stations télétransmises et 15 stations de réception directe, qui, comme leur nom l'indique, permettent de recevoir directement les données télétransmises par les satellites.

- Avec le système METEOSAT, installé sur le satellite géosynchrone du même nom, ce sont : le réseau SONEL sur le bassin de la Sanaga au Cameroun et le réseau expérimental qui est en passe d'être installé sur le bassin du fleuve Congo au Congo, en RCA et au Zaïre, dont il sera question dans la quatrième partie, soit déjà plus de 30 télébalises et 5 stations de réception directe.

Chaque fois la procédure est la même : aux côtés d'industriels français, actuellement les Sociétés ELSYDE (Paris) et CEIS ESPACE (Toulouse), l'ORSTOM contribue au développement du prototype et des préséries. Il en fut déjà ainsi en 1986 pour ARGOS, et maintenant pour METEOSAT. Il s'agit de stations de nouvelle génération particulièrement évoluées et entièrement autonomes grâce à des panneaux solaires. Il est possible de programmer, en usine ou sur le site, les paramètres à mesurer, la fréquence de la mesure, et, dans le cas du système METEOSAT seulement pour des raisons propres au système lui-même, la fréquence de la télétransmission.

Les paramètres mesurés sont, le plus souvent, pour les activités hydrologiques ou dérivées :

- la hauteur d'eau, liée au débit des cours d'eau,
- les températures de l'eau et de l'air,
- les hauteurs de pluie,

et éventuellement d'autres paramètres physico-chimiques :

- la conductivité (c'est-à-dire la salinité),
 - la turbidité liée à la concentration en sédiments,
- par exemple, mais aussi des paramètres de bonne santé des télébalises elles-mêmes :
- la tension batterie,
 - les tensions des panneaux solaires,
 - la capacité disponible sur les mémoires de masse,

qui permettent donc une véritable télégestion de ces réseaux, circonstance particulièrement intéressante lorsque l'on se trouve dans les conditions d'accès difficile que les agents de l'ORSTOM connaissent bien.

Mais l'essentiel de l'effort a porté sur les stations de réception directe autonomes : en Afrique en effet, il n'est généralement pas possible de joindre facilement Toulouse ou Darmstadt pour obtenir les données ARGOS ou METEOSAT. En liaison avec l'ORSTOM, CEIS ESPACE a donc développé une nouvelle génération de stations de réception directe, entièrement programmables par un logiciel très convivial qui permet de prendre en compte toute nouvelle station de mesure, quel que soit le format, éventuellement totalement nouveau, des messages à télétransmettre, sans donc avoir à reprogrammer la station en usine, et donc à l'y renvoyer. Les données acquises par la station directe sont gérées dans trois fichiers spécialisés implantés dans le même micro-ordinateur :

- le fichier des "messages bruts" hexadécimaux reçus du satellite,
- le fichier des "messages résultats" décriptés,
- le fichier "banque de données", qui est utilisé après transfert *on line* par des logiciels spécialisés de gestion de banques de données, c'est-à-dire pour l'ORSTOM les logiciels HYDROM et PLUVIOM.

Les 2 stations-prototypes, ARGOS et METEOSAT, permettent de recevoir à Montpellier, et d'archiver en banque de données informatiques, les données provenant de plus de 200 stations de mesures hydrologiques en Afrique, par les systèmes ARGOS et METEOSAT, réalisant ainsi l'ébauche d'une véritable "*Veille Hydrologique*" internationale, pour le meilleur confort de utilisateurs nationaux, qui se trouvent ainsi à l'abri d'une panne éventuelle de leurs stations de réception directe.

TROISIEME PARTIE

QUELQUES EXEMPLES D'APPLICATION

Mais, quelle peut être l'utilité de cette télétransmission satellitaire ? Il en sera donné 2 exemples, l'un du domaine de la Santé Humaine, l'autre propre au monde de la production agricole :

- LE PROGRAMME OMS-OCP, "PROGRAMME DE LUTTE CONTRE L'ONCHOCERCOSE" :

En Afrique de l'ouest, l'OMS-OCP (programme de lutte contre *l'onchocercose*) traite depuis 15 ans 50 000 km de rivière aux insecticides afin de détruire les larves aquatiques d'un moucheron piqueur, la simule, vectrice d'une microfilariose, *l'onchocercose* ou *cécité des rivières*, qui touchait en Afrique de l'ouest plusieurs millions de personnes. L'une des conséquences de l'éradication de cette endémie sera de remettre à la disposition des aménageurs d'immenses terres fertiles dans des zones qui se prêtent *a priori* fort bien à l'irrigation moderne ou plus traditionnelle.

Les 100 télébalises installées par l'ORSTOM sur les rivières du programme OCP ont permis en 2 ans à l'OMS d'amortir ses investissements grâce à l'optimisation des épandages d'insecticides et aux économies qui en ont résulté. Cette optimisation a été rendue possible par la connaissance en temps réel, grâce à la télétransmission, des cotes des fleuves, donc de leurs débits (grâce aux étalonnages) introduits dans des modèles mathématiques calculant en temps quasi-réel les doses d'insecticide à épandre sur chaque bief des rivières à traiter (logiciel "PERLES" de l'ORSTOM Abidjan).

La singularité de ce programme OMS-OCP est aussi, par l'importance du problème à traiter et la dimension des investissements à réaliser, d'avoir permis de développer une nouvelle génération de télébalises plus "intelligentes" que celles qui les précédèrent, avancée technologique dont bénéficièrent les projets suivants.

- LE PROGRAMME DE TELETRANSMISSION DE L'O.M.V.S. :

La gestion des lâchures du barrage de Mamantali, qui commande toute la vallée du fleuve Sénégal, est déterminée par des contraintes aval à satisfaire, souvent contradictoires :

- aujourd'hui il s'agit seulement de contraintes agronomiques portant sur la durée de submersion des terres où se pratique une culture traditionnelle de décrue ;
- demain il s'agira, grâce à la télétransmission, de répartir l'eau disponible entre agriculture traditionnelle et grande irrigation, tout en satisfaisant les besoins de la production d'hydroélectricité, voire de la navigation !

Avec le réseau minimal installé en juin 1988, l'ORSTOM a pu, pour le compte de l'OMVS et sur financement du Ministère français de la Coopération, programmer les lâchures du barrage de Mamantali au cours des *hivernages* 1988 et 1989 et assurer, au centimètre près, les crues artificielles 1988 et 1989 du Bafing, que contrôle le barrage de Mamantali, et donc du Sénégal, à l'aval du confluent Bafing-Sénégal, en prenant en compte les apports naturels,

connus par télétransmission, de ses principaux affluents : le Baoule et surtout la Falène, tout en accumulant, en une seule saison des pluies, plus de 7 milliards de m³ à l'amont du barrage. Cette crue artificielle et les submersions qui l'accompagnent, était indispensable aux cultures de décrue traditionnelles de la vallée du Sénégal, dans les vastes cuvettes d'inondation des rives nord mauritanienne et sud sénégalaise.

Demain la télétransmission permettra une surveillance en temps réel des quantités d'eau consommées par chaque utilisateur important. En effet la Direction Technique de l'OMVS a actuellement à l'étude un projet de contrôle par télétransmission satellitaire des prélèvements effectivement réalisés aux principaux points des dispositifs d'irrigation. Ainsi il apparaît qu'aux atouts déjà cités de la télétransmission, on peut ajouter la télésurveillance des installations de pilotes d'irrigation et donc une aide à la tarification des utilisations de l'eau.

- AUTRES PROJETS DE TELETRANSMISSION :

A côté des programmes déjà lancés dont il a été question, l'ORSTOM suit également un certain nombre de projets, plus ou moins avancés, dans le domaine de la télétransmission, qui concernent tous l'aménagement du territoire :

* Il s'agit d'une part d'une participation de l'ORSTOM a un contrat dont le BRGM est leader, sur financements du Ministère des Affaires Etrangères, concernant le Fleuve Jaune, en Chine, où l'ORSTOM est chargé de l'installation d'un réseau pilote à télétransmission ARGOS comprenant 2 télémétophères, 2 télépluviographes et une station de réception directe des données télétransmises.

* L'ORSTOM est en passe d'être choisi par la Banque Mondiale et la Banque Africaine de Développement, sur un cofinancement du FAC, pour piloter avec le CIEH un vaste inventaire des données hydrologiques existant en Afrique subsaharienne, et de leur qualité. Cette étude débouchera sur la proposition d'une véritable "Veille Hydrologique" africaine, déjà citée, permise par la télétransmission, qui ne manquera pas d'avoir des retombées très importantes sur la qualité des estimations de ressources en eaux, préludes indispensables à tout aménagement hydroagricole correctement planifié.

* Le PNUD a confié à l'ORSTOM une mission de consultance en hydrologie au Bangladesh, initiative convergente avec celle du groupement d'industriels français chargé par la Présidence de la République Française d'une réflexion sur les aménagements hydrauliques possibles. Il s'agirait, dans un premier temps, de l'installation d'un réseau d'annonce de crues basée sur la télétransmission satellitaire, qui à l'évidence concernerait aussi les pays amonts limitrophes.

QUATRIEME PARTIE

LE PROJET "METEOSAT" DU BASSIN DU ZAIRE

Le bassin du fleuve Congo fait l'objet depuis déjà quelques années d'un vaste programme de recherches dénommé "PIRAT" et piloté par l'ORSTOM et l'INSU, qui vise à collecter sur le Congo et ses principaux affluents des données sur la qualité physico-chimique des eaux. Par

ailleurs, le projet d'équiper en télétransmission certaines des stations hydrologiques, particulièrement inaccessibles, du bassin du Congo fut plusieurs fois envisagé, par l'OMM, aussi bien que par le FAC. Une requête de financement a été déposée par le gouvernement congolais auprès du FAC. Une autre opportunité s'est présentée avec un appel d'offre du Ministère français de la Recherche, qui voulait promouvoir la liaison recherche-entreprise. L'ORSTOM a ainsi vu accepter sa proposition de créer un réseau de télétransmission METEOSAT sur le bassin du fleuve Congo. Ce réseau doit à terme (1990-91) comporter 3 stations de réception directe installées à Brazzaville, Kinshassa et Bangui, et dans un premier temps 8 balises hydropluviométriques installées sur les rives du Congo et de ses principaux affluents. Le but de l'opération n'était pas de transmettre seulement des hauteurs d'eau ou de pluie, mais aussi des mesures plus sophistiquées de qualité des eaux notamment, et le système METEOSAT a donc été préféré au système ARGOS pour sa capacité de plus grande longueur du contenu des messages transmis. Ce réseau va bientôt commencer à être installé. A côté de ses potentialités scientifiques, qui suffisaient déjà à justifier son financement par le Ministère, il présentera aussi l'avantage d'une utilisation plus triviale, puisqu'il permettra une prévision en temps réel des crues et des étiages, et donc une aide considérable par exemple à la navigation sur l'ensemble du bassin du Congo et de ses affluents. Il est dommage que des retards dans la mise en place des financements, autant d'ailleurs à l'ORSTOM que dans les ministères, n'aient pas permis la disponibilité aujourd'hui de ce matériel et son installation effective.

CONCLUSION

Ainsi, l'action de l'ORSTOM au Congo est très représentative de ses possibilités pour mettre au service de ses partenaires nationaux les derniers fruits de la technologie, ici en hydrologie, afin de leur permettre de se préparer à assumer la gestion de leurs réseaux d'acquisition de données hydropluviométriques de base, dans les meilleures conditions de fiabilité et de coût. L'installation de ce réseau METEOSAT, précisément au Congo où l'ORSTOM commença, nous le rappelons, à acquérir dès 1972 ses compétences en télétransmission, est donc un juste retour des choses.

ORSTOM

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

CONFÉRENCES DE L'ORSTOM
COMPTÉ ANNÉES DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE AU CONGO

HOMMES ET ENVIRONNEMENT

BRAZZAVILLE, 23 NOVEMBRE 1989

Ministère des Enseignements
Secondaire et Supérieur
Chargé de la Recherche Scientifique
République Populaire du Congo