

THE UTILIZATION OF THE ARGOS SYSTEM WITHIN THE FRAMEWORK  
OF THE HYDROMETRIC NETWORK OF BENIN

G. Ale, RPB  
L. Le Barbe, ORSTOM, Niamey

Mission ORSTOM au Niger, B.P. 11416, Niamey, Niger

ABSTRACT

The principal objective of a hydrometric network is to collect the needed hydrological data and diffuse it rapidly. Within the framework of classical networks, data collection necessitates frequent visits for the maintenance and calibration of the stations. The rapid diffusion of data is hampered by the time needed for the evaluation and their transformation for informatics requirements as well as their critical assessment.

Benefitting from the ARGOS installations established with the OCP and HYDRONIGER projects the Hydrological Service of Benin decided to apply the system throughout the country. The great stability of the buoys and the possibility to watch their functioning from a great distance permits the considerable extension of the interval between visits. The teletransmitted data are being fed automatically into the data bank and the results can be made available to the users much more rapidly.

In the present paper, the authors describe the installations made in Benin and the new method of utilization of the network which had to be conceived as well as the improvements made with regard to costs and quality of data.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 39703

Cote : B

627

13 JUIN 1984

81376



La conception d'un réseau hydrométrique résulte d'un compromis entre l'idéal et le possible. L'idéal serait de contrôler la totalité des ressources en eaux superficielles, le possible étant essentiellement fonction du budget accordé au Service hydrologique.

Surestimer les moyens financiers du Service Hydrologique conduit rapidement à la dégradation, voire à l'abandon du réseau et à une baisse de la qualité des données qui y sont collectées.

C'est cette situation qu'a connu le Bénin. En 1976, la Direction de l'Hydraulique reprenait en charge un réseau hydrométrique d'une trentaine de stations exploitées jusqu'alors par l'ORSTOM. Mais par manque de crédits et de personnel qualifié, la Direction de l'Hydraulique n'a pu assurer sa gestion. La situation était donc la suivante en 1983 : un réseau hydrométrique pratiquement à l'abandon, des lacunes dans les données qui n'étaient d'ailleurs pas diffusées.

Conscient que cet état de fait rendait difficile toute planification de la mise en valeur des ressources en eau, le gouvernement de la République Populaire du Bénin créait le service de l'Hydrologie et sollicitait l'aide du Fonds d'Aide et de Coopération (FAC) de la République Française pour le rendre opérationnel, restaurer le réseau hydrométrique et traiter les données anciennes.

Une convention de financement a été signée en 1984 entre la France et le Bénin pour atteindre ces objectifs. L'ORSTOM a été l'agence d'exécution de cette convention.

Le souci qui a présidé à la conduite des travaux a été celui de remettre en marche un réseau hydrométrique dont le coût d'exploitation serait à la portée du service hydrologique afin d'éviter ce qui s'était passé antérieurement. Il s'agissait donc, après une critique de l'ancien réseau et de son mode de gestion, de l'optimiser en réduisant substantiellement son coût d'exploitation.

A ce moment, le projet HYDRONIGER et le projet OCP avaient déjà introduit, dans la région et au Bénin, l'utilisation du Système de télétransmission des données hydrologiques par satellites ARGOS : en 1985, HYDRONIGER a équipé deux stations du réseau béninois de balises Argos. En 1987, l'OCP prévoyait d'installer une dizaine d'autres stations, avec le système Argos. La généralisation de ce système sur le réseau béninois accompagné d'une informatisation du service paraissait donc la solution la plus opportune pour optimiser la collecte et le traitement des données hydrologiques.

C'est ce qui a été entrepris avec les crédits FAC. Nous présentons ci-après la description du réseau automatisé ainsi obtenu, son mode d'exploitation, les avantages et inconvénients qu'il présente. Mais avant, voyons de plus près quelle était la situation antérieure.

## 1. LA SITUATION ANTERIEURE

En 1976, le réseau hydrométrique se composait de 32 stations dont la plupart étaient suivies par des lecteurs d'échelles. Quelques-unes étaient équipées de limnigraphes OTTX à mouvements d'horlogerie mensuels.

Le rythme pour les tournées de contrôle et de jaugeages aurait dû être celui imposé par l'autonomie des appareils, à savoir le mois.

Mais le coût des tournées mensuelles représentait une dépense annuelle d'environ 10.000.000 CFA, ce qui dépassait les possibilités de la Direction de l'Hydraulique. Il s'en est suivi une dégradation progressive du réseau et de la qualité des données collectées : lacunes dans les relevés, relâchement des lecteurs d'échelles non contrôlés, mauvais étalonnages des stations.

Les hauteurs d'eau relevées par les lecteurs d'échelles étaient soit collectées lors des tournées, soit envoyées par la poste à la Direction de l'Hydraulique à Cotonou où elles sont archivées.

Le temps nécessaire à l'acheminement des relevés de hauteurs d'eau à Cotonou et à la saisie de ces relevés sur support informatique, conduisaient à un délai important pour mettre les données à la disposition des utilisateurs.

## 2. LE NOUVEAU RESEAU MIS EN PLACE

Il est constitué des plateformes de collecte de données sur le terrain et d'une station de réception à Cotonou.

### 2.1. Les plateformes de collecte de données.

L'un des avantages du système de télétransmission des données par satellite est de permettre aux équipes de terrain d'aller sur les stations uniquement quand cela est nécessaire. Pour qu'il soit rentable en coût, un tel système doit être généralisé à l'ensemble du réseau. Pour pouvoir automatiser le maximum de stations avec les crédits disponibles, on a été amené à utiliser le matériel déjà existant sur les stations. Ainsi quand une station possédait déjà un limnigraphe, il a suffi de lui associer un codeur et une balise Argos de type HYDRONIGER (seule la dernière hauteur d'eau mesurée est introduite dans le message de 128 bits émis par la balise). Mais sur les autres stations, la plateforme se compose d'un limnigraphe à sonde piézorésistive et d'une balise Argos à mémorisation (le limnigramme des 7 dernières heures, une mesure toutes les demi-heures, est intégré dans le message de 256 bits émis par la balise), ce qui est de loin la solution idéale.

Le réseau ainsi constitué est hétérogène et comporte 18 stations télétransmises sur un total de 31. On y distingue neuf (9) plateformes du type limnigraphes classiques + codeur + balises Argos type HYDRONIGER et neuf (9) autres plateformes du type limnigraphes à sonde SPI + balises Argos à mémorisation (voir carte du réseau en annexe).

Le choix des stations ainsi équipées a tenu compte des critères suivants :

- importance de la station sur le réseau,
- station difficilement accessible en hivernage,
- station très éloignée de la base de la brigade, etc.

En 1989, cinq (5) plateformes du type sonde SPI + balises Argos viendront s'ajouter aux dix-huit (18) actuelles afin d'assurer une couverture optimale du réseau par le système Argos.

## 2.2. La station de Réception Directe Argos (SRDA)

La station de réception directe Argos est du type "2ème génération" (SRDA 86). Pour ces stations :

- la traduction des messages se fait à partir d'un fichier FORMAT que l'utilisateur peut mettre à jour ou compléter. La station peut donc traiter n'importe quelle balise ;
- la station garde en mémoire chaque message durant 20 jours ;
- les hauteurs d'eau sont conservées sur des fichiers à part (20 jours de données) et peuvent être transférées, soit automatiquement, soit par l'intermédiaire de disquette vers la banque de données.

Par ailleurs, cette SRDA présente d'autres avantages : prédiction des éphémérides des satellites, procédures d'alarme, disponibilité du calculateur de la station en dehors des périodes de réception des messages, etc., ce qui peut faciliter la gestion du réseau.

## 3. LE MODE D'EXPLOITATION DU RESEAU AUTOMATISE

### 3.1 Les tournées

Les tournées ne sont plus faites systématiquement selon le rythme imposé par l'autonomie des enregistreurs. A ce sujet, les stations non équipées de balises Argos sont munies de limnigraphes avec mouvements d'horlogerie longue durée sauf pour les stations sur lagunes. On peut maintenant distinguer dans le cas du réseau automatisé, deux types de tournées :

#### a) les tournées "préventives"

Il y en a deux par an, en début et fin de saison des pluies. Au cours de ces visites, il est procédé aux tâches suivantes :

- vérification des appareils : remplacement des pièces à bout de potentiels, nettoyage des panneaux solaires ;
- remplacement du support des enregistrements (feuille ou cartouche EPROM)
- contrôle de l'état des échelles (un nivellement par an au minimum) ;
- jaugeages ;
- nettoyage des abords de la station (à cause des feux de brousse) et des sections de jaugeages.

#### b) des visites "curatives"

Elles ont lieu à une station quand sont détectées une anomalie de fonctionnement ou une cote à jaugeer. Les stations étant pour la plupart étalonnées jusqu'à des débits de période de retour 2 ans et les pannes étant relativement rares, la fréquence des visites curatives est en moyenne de 1,5 visite par an et par station.

Dans ce système, les visites à chaque station sont plus rares, il importe donc d'en tirer le maximum. C'est pourquoi les consignes suivantes ont été retenues :

- le chef de brigade devra remplir à chaque visite une fiche qui aura le double avantage d'être un "Check List" et un document archivable ;
- toutes les interventions faites sur les appareils doivent être consignées dans un cahier qui reste dans l'abri de la balise ;
- les jaugeages sont dépouillés dès qu'il sont terminés. Les résultats sont comparés à la courbe d'étalonnage en vigueur. En cas de grosse différence, la mesure est recommencée. Ce travail de dépouillement peut se faire en moins d'une demi-heure avec une calculatrice programmable (type HP 11C).
- le chef de brigade doit donc avoir avec lui pour chaque station un dossier comportant un historique, une description avec éventuellement un profil en travers, les courbes d'étalonnages, la liste des jaugeages classés par cote (les 2 derniers types de document sont des sorties de routine du logiciel "HYDROM").

### 3.2. Le traitement des données

Le Service de l'Hydrologie utilise le logiciel HYDROM, mis au point par l'ORSTOM, pour gérer sa banque informatisée de données. Un répertoire de travail est créé pour recevoir les informations de l'année en cours. C'est vers ce répertoire que sont transférées d'une part les hauteurs d'eau télétransmises en utilisant le logiciel KERMIT et d'autre part les limnigrammes enregistrés sur les cartouches EPROM en utilisant un lecteur de cartouches branché sur le micro-ordinateur. Une fois le contrôle et les traitements requis effectués, les données de l'année en cours sont transférées vers la banque de données définitive.

Il résulte de ceci une fiabilité plus accrue des données collectées du fait de l'élimination des risques d'erreurs occasionnées par la manipulation des données au cours des dépouillements et des saisies.

En cas de panne de la SRDA, les données du Bénin pourraient être récupérées sur disquettes à partir de la SRDA de l'OCP à Kara ou de la SRDA de l'ORSTOM à Montpellier.

Dans le système que nous venons ainsi de décrire, le risque de lacune dans les données devient alors extrêmement faible ; il faudrait que l'enregistreur et la balise tombent en panne simultanément ou alors que toutes les SRDA existant dans la région et à Montpellier soient simultanément défectueuses.

Ce mode d'exploitation est actuellement à l'essai depuis le début de la saison 1988-1989 et est au fur et à mesure raffiné selon le besoin et les exigences du terrain.

#### 4. AVANTAGES DU SYSTEME ARGOS

##### 4.1. Allègement du plan de charge du personnel

Le temps que doivent passer en tournées les brigades hydrologiques est considérablement réduit : à peu près 84 jours contre 222 jours dans l'ancien système.

Si on considère qu'à un jour de tournée correspond une journée consacrée à la préparation ou à l'entretien du matériel, chacune des brigades hydrologiques n'a à consacrer que moins de la moitié de son temps à la gestion du réseau et sera donc disponible pour d'autres tâches (travaux en régie par exemple).

Au niveau de la saisie, c'est environ quatre mois de technicien qui sont économisés.

Les tâches qui incombent aux ingénieurs ne sont que très légèrement réduites mais mieux réparties dans le temps. Ce qui permet de promouvoir un secteur "études" au sein du service.

##### 4.2. Réduction du coût d'exploitation

Avec le nouveau mode d'exploitation du réseau, le coût des tournées a été considérablement réduit. Il est de l'ordre de 5. 000. 000 CFA par an, ce qui représente une diminution de 50 % par rapport à la situation antérieure. Ceci est appréciable quand on sait les difficultés qu'éprouvait le service hydrologique pour gérer son réseau hydrométrique.

Nous pensons aussi qu'il n'est pas nécessaire de conserver les lecteurs d'échelles, vu la grande fiabilité du système. A terme, lorsque le système aura été bien rodé, une décision sera prise dans ce sens. Cela représentera une économie de plus de 1 500 000 CFA par an.

##### 4.3. Diminution du délai de traitement des données.

La possibilité de transférer directement de la station de réception à la banque de données les relevés de hauteurs d'eau évite la phase de saisie. Le délai de traitement des données devient bien meilleur et la mise à la disposition des utilisateurs des données traitées est immédiate.

##### 4.4. Amélioration de la qualité des données collectées

Dans toute la chaîne de collecte des données, les étapes qui occasionnent des lacunes (tournées mensuelles non effectuées pour les limnigraphes à mouvement d'horlogerie mensuel) et les sources d'erreurs systématiques (dépouillements et saisies) sont maintenant éliminées dans le nouveau mode d'exploitation du réseau. La qualité des données s'en trouve améliorée. Ce qui est un gain considérable même s'il est difficile à chiffrer.

##### 4.5.

Un autre avantage est celui de la possibilité d'utiliser la SRDA pour d'autres applications telles que la télétransmission des données climatiques (pluie, etc.).

#### 5. LES INCONVENIENTS

Les inconvénients du système ARGOS sont ceux de toutes les technologies nouvelles : une période de rodage est nécessaire pour la mise au point du matériel et la formation du personnel chargé de son exploitation. De plus, ce système nécessite un investissement important au départ.

#### CONCLUSION

La généralisation de la télétransmission des données hydrologiques entreprise par le Bénin sur son réseau hydrométrique national est une expérience nouvelle en Afrique qui mérite d'être suivie de près.

En permettant de réduire substantiellement le coût d'exploitation du réseau et de raccourcir le délai de traitement des données, le système ARGOS est ainsi devenu un outil très utile dans la mise en oeuvre de la planification et de la gestion des ressources en eau. Il représente certes une technologie sophistiquée mais son utilisation est simple et pratique. Son adoption sur les réseaux hydrométriques en Afrique ne devrait donc pas effrayer. Comme c'est déjà le cas pour d'autres technologies de pointe, telles que le téléphone par exemple, l'Afrique peut intégrer et assimiler très rapidement la technique de la télétransmission des données hydrologiques par satellite.

#### REFERENCE

LE BARBE L., (1986) - Propositions pour l'amélioration du réseau hydrométrique national et de son mode d'exploitation. ORSTOM Cotonou, 48 p.