

**REPUBLIQUE POPULAIRE DU BENIN**

---

**MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET DES TRANSPORTS**

---

**DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE**

---

**AUTOMATISATION DU RESEAU HYDROMETRIQUE  
ET DEVELOPPEMENT DE LA BANQUE DE DONNEES**

---

**CONVENTION DE FINANCEMENT FAC N° 283/C/DPL/86/BEN**

---

**RAPPORT FINAL**

ORSTOM  
Centre de COTONOU  
SECTION HYDROLOGIE

Convention : Direction de l'Hydraulique  
de la République Populaire du BENIN/ORSTOM

#### RAPPORT FINAL

- Automatisation et exploitation du réseau hydrométrique de base
- Développement de la banque de données hydrologiques
- Formation du personnel du service de l'Hydrologie

Octobre 1988

**Introduction :**

Par la convention FAC n° 283/C/DPL/86/BEN, la Direction de l'Hydraulique chargeait l'ORSTOM :

- 1 - d'automatiser le réseau hydrométrique de base en faisant appel au système ARGOS pour la télétransmission des données hydrologiques.
- 2 - de développer la banque informatisée de données hydrologiques.
- 3 - de compléter la formation du personnel du service Hydrologique pour l'exploitation du réseau et de la banque de données.

Nous décrivons dans ce rapport le déroulement de ces différentes phases.

## Sommaire

### I - GESTION DU RESEAU HYDROMETRIQUE

1. Matériel installé dans le cadre de l'automatisation du réseau
2. Planification des campagnes d'observations et de mesures hydrologiques.
3. Etat de l'équipement des différentes stations du réseau

### II - LA BANQUE DE DONNEES HYDROMETRIQUES

1. Le matériel
2. Les logiciels
  - a- Sur l'unité de la banque de données
  - b- Sur la station de réception
3. Gestion de la banque de données
  - a- Gestion des répertoires et fichiers
  - b- La mise à jour des fichiers
  - c- Remarques diverses

### III - FORMATION DU PERSONNEL

### IV - CONCLUSION

Annexe A : Structure des différents types de messages émis par les limnigraphes

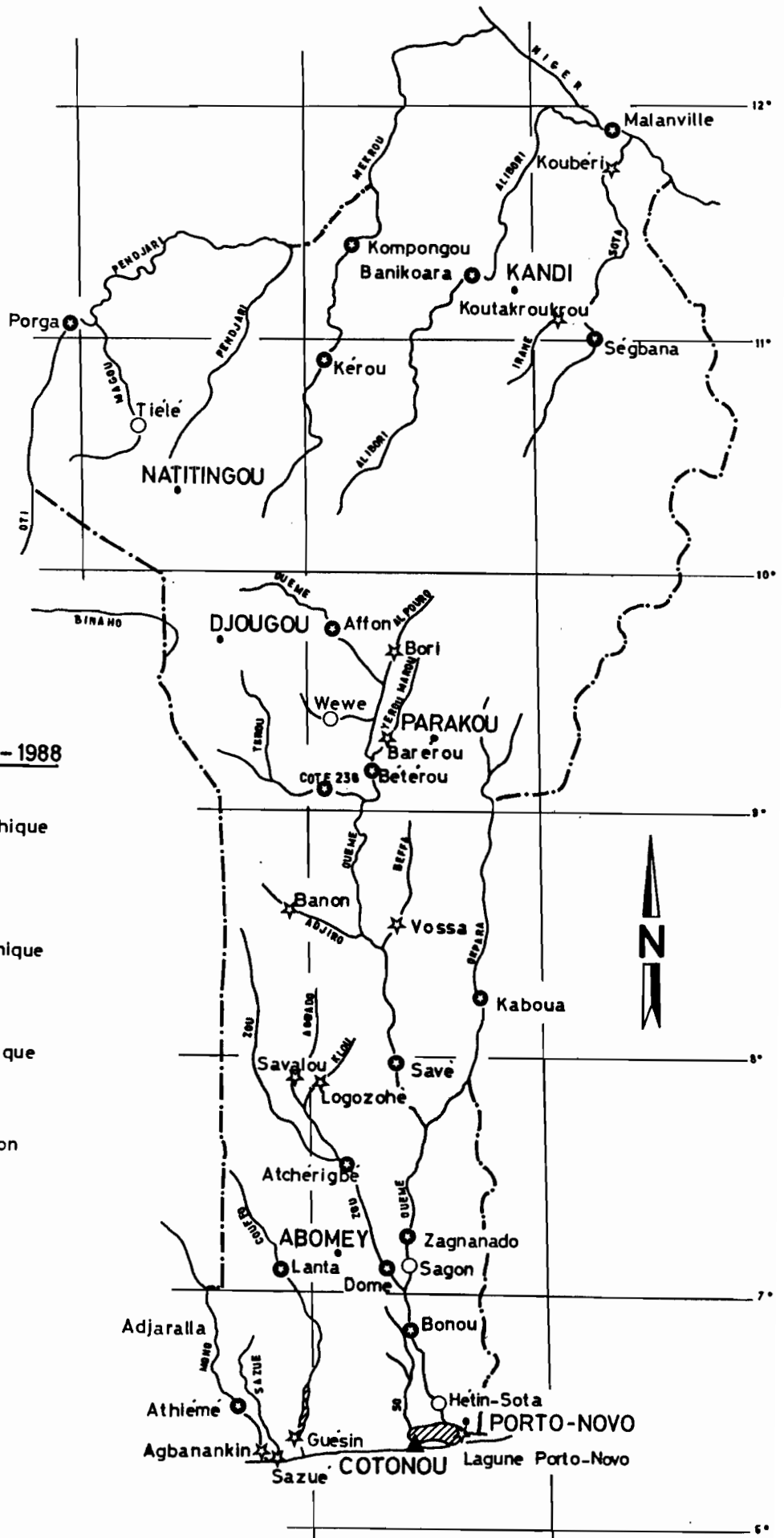
Annexe B : Résumé des fonctions de la SRDA.

# REPUBLIQUE POPULAIRE DU BENIN

## RESEAU HYDROMETRIQUE

RESEAU au 15 - 03 - 1988

- Station limnigraphique  
+ Balise Argos
- ★ Station limnigraphique
- Station limnimétrique
- ▲ Station de reception



## I - GESTION DU RESEAU HYDROMETRIQUE

### 1. Matériel installé dans le cadre de l'automatisation du réseau

La convention FAC n° 283 faisant suite à la n° 193 qui avait permis de restaurer en un premier temps le réseau hydrométrique, a eu pour but de moderniser en grande partie le réseau d'observation en faisant appel à des nouveaux matériels plus performants.

Cette modernisation et automatisation se sont traduites par l'installation à la Direction de l'hydraulique de Cotonou d'une station de réception de balises ARGOS, et de 9 limnigraphes avec balises émettrices sur les stations hydrométriques suivantes :

- La Couffo	à	Lanta
- Le Zou	à	Domé
- La Mekrou	à	Kérou
- La Pendjari	à	Porga
- La Térrou	à la	Cote 238
- L'Ouémé	au	Pont de SAVE
- l'Ouémé	à	Bétérou
- l'Ouémé	à	Zagnanado
- l'Ouémé	à	Bonou

Parmi ces 9 limnigraphes télétransmetteurs :

- 5 sont des sondes CHLOE où les hauteurs d'eau, mesurées par capteur piézorésistif de pression, sont stockées sur des cartouches à mémoire EPROM. Ces cartouches qui peuvent être dépouillées automatiquement par transfert direct des données sur micro-ordinateur, ont une capacité de stockage permettant en moyenne de 6 à 12 mois d'enregistrement en continu.
- 4 sont des limnigraphes OTI X qui ont été équipés de codeurs et de balises télétransmettrices.

La station de réception reçoit en moyenne 6 messages par jour pour chaque balise. Ces messages comportent, outre les hauteurs d'eau, divers paramètres technologiques permettant de suivre le bon fonction-

nement des stations, ainsi que, dans le cas des sondes CHLOE, le nombre d'octets restant disponibles sur les cartouches (voir annexe A).

Compte tenu des matériels installés par ailleurs par l'OMS, le service Hydrologique dispose actuellement de 17 limnigraphes télétransmetteurs qui permettent de suivre quasiment en temps réel, l'évolution des hauteurs dans les principaux cours d'eau.

L'ensemble des limnigraphes OTT X -télétransmetteurs ou non- a été équipé de mouvements d'horlogerie de longue durée (1 an). Mis à part les trois R16 installés sur des stations proches de Cotonou, l'ensemble des limnigraphes du réseau a désormais une grande autonomie, permettant de réduire le nombre d'interventions sur le terrain.

## **2. Planification des campagnes d'observations et de mesures hydrologiques**

La grande autonomie d'enregistrement des différents appareils, ainsi que la télétransmission des données, ont permis de réduire à quatre le nombre de tournées programmées pour 1988.

- 1er trimestre : une tournée pour vérification des stations avec remise en état si nécessaire, changement des feuilles d'enregistrements, quelques jaugeages de très basses eaux et jaugeage du Niger à Malanville.
- 2ème trimestre (vers la fin) : visite pour vérification du bon fonctionnement avant la saison des pluies, remplacement des feuilles et des cartouches d'enregistrements, jaugeages éventuels.
- 3ème trimestre : Les dates de la tournée la plus importante de l'année sont arrêtées en fonction des hauteurs d'eau reçues à la station de réception : en principe dans la période fin août, début septembre.

Cette tournée est d'une grande importance pour vérifier le bon fonctionnement des stations, effectuer une campagne de jaugeages de moyennes et hautes eaux devant permettre d'établir les courbes d'étalonnages, et remplacer les feuilles d'enregistrements.

- 4ème trimestre : une tournée vers la fin octobre pour vérifier le bon fonctionnement et l'état des stations, changer les feuilles d'enregistrements et les cartouches, effectuer des jaugeages.

Ce programme de 4 tournées dans l'année devrait être maintenu pour la campagne 1989 et on pourrait même envisager à partir de 1990 3 tournées par an avec 1 seule programmée dans le 1er semestre.

Cette programmation est envisageable sans trop de difficultés et devrait diminuer assez nettement le coût de la gestion du réseau hydrométrique.

Malheureusement le programme prévu pour cette année a été amputé de la principale tournée ; celle du 3ème trimestre où se sont produites des crues exceptionnelles, pour un litige de bons d'essence au niveau de la Direction de l'Hydraulique malgré un quota largement prévu par la convention FAC.

### **3. Etat de l'équipement des différentes stations du réseau**

On trouvera dans le tableau suivant, pour les 32 stations du réseau, différents renseignements concernant leur équipement ainsi que les interventions à prévoir en fonction de la stabilité des courbes d'étalonnage et des jaugeages déjà réalisés.



Réseau Hydrométrique du BENIN  
 Equipement des stations et conseils de programmation d'intervention

Bassin versant	Rivière	Station	Equipement	N° Balise	Rotation tambour	MUT Horlog	Date de renovation (projet FAC)	Lecteur Echelles	Stabilité	Jaugeages à prévoir	Observations
MONO	MONO	ATHIEME	ARGOS-CHLOE C	9771	CARTOUCHE	CONTINU	12/12/87	OUI	Assez stable	Souvent	étalonnage à vérifier suite à Barrage en amont (1988)
MONO	MONO	AGBANANKIN	LIMN : R.16		Bi-HEBDO	MENSUEL	22/11/85	NON		Néant	Influence de la marée
COUFFO	COUFFO	LANTA	ARGOS-CHLOE A	9589	CARTOUCHE	CONTINU	18/06/87	OUI	STABLE	Moy.et Hte eaux	Balise n'émet pas actuellement
COUFFO	LAC AHEME	Pont GUEZIN	LIMN : R.16		Bi-HEBDO	MENSUEL	29/11/85	NON		Néant	Influence de la marée
SAZUE	SAZUE	Pt DE SAZUE	LIM : R.16		Bi-HEBDO	MENSUEL	25/11/85	NON		Néant	Influence de la marée
NIGER	NIGER	MALANVILLE	ARGOS.LIMNI SEBA	9546	SEMESTRE	CONTINU	31/05/85	OUI	STABLE	Souvent	Etalonnage à vérifier suite à nouveau pont (1988)
NIGER	ALIBORI	rte KANDI BANIKOARA	ARGOS-LIMNI SEBA	9545	SEMESTRE	CONTINU	01/05/85	NON	STABLE	Si H > 4 m	Néant
NIGER	MEKROU	KEROU	ARGOS-CODEUR LIMNI-OTT X	9776	MENSUELLE	ANNUEL	15/12/87	NON		Souvent	Courbe d'étalonnage à établir
NIGER	MEKROU	KOMPONGOU	ARGOS-CHLOE C	10195	CARTOUCHE	CONTINU	08/02/88	OUI	STABLE	Si H > 4 m	Néant
NIGER	IRANE	KOUTAKROU-KROU	LIM. OTT X		MENSUELLE	ANNUEL	15/01/86	NON	STABLE	Si H > 4 m	Projet en 1989 d'installation ARGOS-CHLOE. C
NIGER	SOTA	rte KANDI SEGBANA	ARGOS-CODEUR	9587	MENSUELLE	ANNUEL	06/02/88	NON	STABLE	Si H > 6 m	Néant
NIGER	SOTA	KOUBERI	LIMN : OTT X		MENSUELLE	ANNUEL	10/01/86	NON	Assez stable	Si H < 2 m	Etalonnage instable en basses eaux. Projet d'installation en 1989 de ARGOS-CHLOE C.
VOLTA	MAGOU	TIELE	Bat d'échelles					NON	STABLE	Chaque passage	Projet en 1989 de OTT X
VOLTA	PENDJARI	PORGA	ARGOS-CHLOE C	9772	CARTOUCHE	CONTINU	13/02/88	NON	STABLE	Hautes eaux	Correlation à établir avec l'ancienne station
OUEME	OUEME	AFFON	ARGOS-CHLOE C	10177	CARTOUCHE	CONTINU	10/02/88	NON	STABLE	Souvent	Vérifier l'influence du pont (1988) sur la courbe de tarage
OUEME	ALPOURO	GOURO	LIMN : OTT X		MENSUELLE	ANNUEL	6/03/88	NON	STABLE	Souvent	Projet d'installation en 1989 de ARGOS-CHLOE C.
OUEME	WEWE	WEWE	Bat d'échelles					OUI	?	Souvent	Station à étalonner Projet de OTT X pour 1989

## Réseau Hydrométrique du BENIN (suite)

Bassin versant	Rivière	Station	Equipement	N° Balise	Rotation tambour	MJT Horlog	Date de renovation (projet FAC)	Lecteur Echelles	Stabilité	Jaugeages à prévoir	Observations
OUEME	YEROU-MAROU	BAREROU	LIMN : OTT X		MENSUELLE	ANNUEL	09/03/88	NON	?	Souvent	Station à étalonner
OUEME	OUEME	Pt BETEROU	ARGOS-CODEUR LIMN : OTT X	9777	MENSUELLE	ANNUEL	28/10/87	OUI	STABLE	Décrue	A vérifier l'influence du nouveau pont (1988) sur la courbe de tarage
OUEME	TEROU	Cote 238	ARGOS-CHLOE C	9773	CARTOUCHE	CONTINU	10/12/87	NON	STABLE	Basses eaux	Piste d'accès impraticable en saison des pluies
OUEME	ADJIRO	BANON	LIMN : OTT X		MENSUELLE	ANNUEL	10/03/88	NON	STABLE	Hautes eaux	Projet d'installation 1989 ARGOS-CHLOE C.
OUEME	BEFFA	VOSSA	LIMN : OTT X		MENSUELLE	ANNUEL	13/05/88	NON	Assez stable	Chaque passage	Courbe d'étalonnage à confirmer. Projet d'installation ARGOS-CHLOE C.
OUEME	OKPARA	KABOUA	ARGOS-CODEUR LIMN : OTT X	9586	MENSUELLE	ANNUEL	08/04/87	OUI	STABLE	Souvent	Courbe de tarage à définir (peu de jaugeages)
OUEME	OUEME	Pt SAVE	ARGOS-CHLOE C	9774	CARTOUCHE	CONTINU	26/10/87	NON	STABLE	Décrue	Influence du nouveau pont (1988) sur la courbe de tarage à vérifier
OUEME	KLOU	LOGOZOE	LIMN : OTT X		MENSUELLE	ANNUEL	5/12/85	NON	STABLE	> 1 m	Corrélation à vérifier : déversoir du barrage et courbe d'étalonnage
OUEME	ZOU	ATCHERIGBE	ARGOS-CHLOE C	10196	CARTOUCHE	CONTINU	14/03/88	NON	STABLE	> 6 m	Néant
OUEME	ZOU	DOME	ARGOS-CODEUR LIMN : OTT X	9778	MENSUELLE	ANNUEL	26/10/87	OUI	INSTABLE	Souvent	A jauger en basses et moyennes eaux
OUEME	OUEME	ZANGNANADO	ARGOS-CODEUR OTT X	9775	MENSUELLE	ANNUEL	05/11/87	NON	Probablement stable	Souvent	Confirmation de la courbe d'étalonnage et corrélation avec station de Sagon
OUEME	OUEME	SAGON	Bat. d'échelles				27/02/85	OUI	INSTABLE		Station à abandonner en fin 1988 après corrélation avec Zangnanado.
OUEME	OUEME	BONOU	ARGOS-CHLOE C	9770	CARTOUCHE	CONTINU	18/11/87	OUI	INSTABLE	Souvent	Difficile à jauger en hautes eaux - Zones de débordements
OUEME	OUEME	HETIN SOTA	Bat. d'échelles				20/02/85	OUI	sans Objet	Néant	Influence de la marée
OUEME	LAGUNE	Pt de PORTO NOVO	LIMN : R.16		Bi-HEBDO	MENSUEL	11/02/86	NON	sans objet	Néant	Influence de la marée

## II - LA BANQUE DE DONNEES HYDROMETRIQUES

### 1. Le matériel

■ Un ensemble informatique utilisé pour la gestion de la banque de données, dont l'élément principal est un ordinateur compatible IBM PC de type Goupil G4, avec 512 Ko de mémoire vive, écran monochrome, clavier français, disque dur de 20 Mo, lecteur de disquettes 5" 1/4 de 360 Ko, sortie série RS 232 C, sortie parallèle, carte interface HP 88500 AF pour disque dur externe et lecteur de bandes magnétiques. Cet ordinateur est équipé des périphériques suivants :

- une imprimante EPSON FX105
- une table traçante HP 7475 A, six plumes, format A3 et A4.
- un lecteur de cartouches magnétiques de type Elsyde LCM V 2.0
- un effaceur de cartouches magnétiques
- une tablette à digitaliser
- un disque dur externe Winchester 20 Mo de type HP 9134 N
- un lecteur de bandes magnétiques de type HP 9142 A

■ Une station de réception satellitaire Argos de type CEIS SRDA86 destinée à capter les messages émis par les limnigraphes télé-transmetteurs, commandée par un ordinateur IBM PC XT286 avec 640 Ko de mémoire vive, écran couleur, clavier français, disque dur de 20 Mo, lecteur de disquettes 5"1/4 de 1,2 Mo, 2 sorties série RS232 C, sortie parallèle. Cet ordinateur est équipé d'une imprimante 132 colonnes, sortie parallèle. Il est relié par sortie série à l'ensemble de réception constitué de :

- une antenne de réception
- un préamplificateur
- un récepteur de télémétrie
- un synchronisateur de télémétrie.

■ Un onduleur Ondyne destiné à garantir la qualité de l'alimentation électrique des différents appareils.

Les matériels acquis lors de la présente tranche de convention sont la tablette à digitaliser, le lecteur et l'effaceur de cartouches magnétiques et l'onduleur. Par ailleurs la station de réception a été complètement modifiée. Il est aussi

prévu l'achat d'un onduleur supplémentaire avec les crédits restants.

## **2. Les logiciels**

### **a) Sur l'unité de la banque de données**

Le système d'exploitation est le MS-DOS 2.11. Sur cette unité, outre diverses copies de logiciels du commerce, l'ORSTOM a installé ses logiciels HYDROM et DIXLOIS, fournis avec leurs documentations respectives.

Rappelons rapidement les fonctions de ces logiciels :

- HYDROM permet la gestion de :
  - 3 fichiers de base : identification des stations hydrométriques  
dossiers de station  
cotes instantanées
  - 4 fichiers élaborés : jaugeages  
étalonnages  
débits instantanés  
débits moyens journaliers
  - divers fichiers secondaires parmi lesquels :  
paramètres des hélices  
historique appareillage des limnigraphes
- DIXLOIS permet d'ajuster une sélection de distributions statistiques continues sur des échantillons de valeurs observées. On utilise ce logiciel pour l'analyse statistique des séries de débits ou de cotes de la banque de données.

### **b) Sur la station de réception**

Le logiciel installé sur la SRDA86 gère la réception des messages Argos en provenance des balises, leur stockage sur fichier, et le transfert à la demande des hauteurs d'eau décodées sur un autre ordinateur. Il permet de traiter (réception, décodage, stockage sous forme de messages bruts (codés en hexadécimal) ou de messages décodés) tous types de messages issus de balises Argos.

Contrairement à l'ancien modèle de station de réception, la SRDA86 permet donc de gérer les différentes sortes de messages émis par tous les limnigraphes télétransmetteurs actuellement en service au Bénin, à savoir :

- OMS 1ère génération
- Hydroniger
- CHLOE C (PH11 : OMS à mémorisation)
- CHLOE A.

La seule restriction un peu gênante du logiciel se situe au niveau des fichiers base de données. Le stockage des messages décodés peut se faire en effet sous deux formes :

- fichiers résultats, où figurent les valeurs des différents paramètres constituant les messages (hauteur d'eau, température, tension de batterie etc.).
- fichiers base de données, où ne figurent que les hauteurs d'eau.

Or, les fichiers bases de données ne peuvent être gérés que pour les 3 premiers types de messages cités plus haut. Il n'y a donc pas de fichier base de données pour la station du Couffo à Lanta, équipée d'une sonde CHLOE A. Ceci empêche par conséquent de pouvoir faire le transfert automatique sur banque Hydrom des données reçues pour cette station, ce transfert n'étant prévu qu'à partir des fichiers base de données.

Il est prévu de demander en 1989 une adaptation du logiciel de la SRDA, afin que celle-ci puisse gérer à la demande un fichier base de données pour n'importe quel paramètre des différents types de messages Argos.

Une description détaillée des fonctions et du mode d'utilisation du logiciel est faite dans la notice fournie par CEIS. Un résumé succinct figure en annexe B du présent rapport.

### 3. Gestion de la banque de données

#### a) Gestion des répertoires et fichiers

L'organisation des fichiers de la banque de données en différents répertoires est conforme à celle qui était préconisée dans la notice d'utilisation de la banque de données hydrologiques (L. Le Barbe, Convention FAC 193/C/DPL/84/BEN). Elle s'est avérée ne pas poser de problème particulier au niveau de l'exploitation en routine et devra donc être conservée.

- Sur le disque D : les cotes instantanées, débits instantanés et débits moyens journaliers, relatifs à la période allant de la création des stations jusqu'en 1984, sont stockées sur les répertoires :

Voltanig pour les stations des bassins de la Volta et du Niger

Monocote pour les stations du bassin du Mono et des fleuves côtiers

Ouémé pour les stations du bassin de l'Ouémé.

L'ensemble de ces données a d'ores et déjà été critiqué, et n'est pas amené, a priori, à subir beaucoup de modifications. Elles sont utilisées principalement en consultation.

- Sur le disque C : les données relatives aux années postérieures à 1984 sont stockées de la même façon dans les répertoires Voltan86, Mono86 et Ouémé86.

C'est sur ces répertoires que se font les travaux de saisie de routine.

A l'heure actuelle, la traduction des cotes en débits n'a pas encore été faite pour ces 3 répertoires. Il reste par ailleurs à saisir les limnigrammes postérieurs à 1986.

- Il reste à l'heure actuelle environ 7 Moctets de libres sur le disque D et 2,5 Moctets sur le disque C.

Il sera par ailleurs possible de libérer une place importante sur le disque C, en transférant plusieurs logiciels et fichiers de données autres que HYDRON, sur l'ordinateur supplémentaire qu'il est prévu d'acheter en 1989.

Il est inutile de prévoir pour le moment une augmentation de capacité de la configuration actuelle, celle-ci devant suffire pendant encore plusieurs années pour gérer la totalité des données du réseau hydrométrique du Bénin.

#### **b) La mise à jour des fichiers**

- Au clavier : toutes les saisies faites au clavier (lectures d'échelles, jaugeages, tarages) sont à jour.
- A la tablette à digitaliser : les limnigrammes récents (postérieurs à 1986) ne sont plus, désormais, dépouillés manuellement. Ce travail sera fait, de façon beaucoup moins fastidieuse, à l'aide de la tablette à digitaliser qui sera reçue d'ici peu.
- Au lecteur de cartouches magnétiques : le dépouillement des cartouches de sondes CHLOE est complètement automatisé. Il ne pose en principe aucun problème, mis à part quelques rares cas où des anomalies peuvent survenir en début ou en fin de bloc des données. Ces anomalies peuvent être facilement corrigées sous éditeur par le responsable de la banque de données.

Compte tenu de la grande capacité de stockage des cartouches -toutefois variable selon la période de scrutation et le seuil de variation significative, fixés par l'opérateur sur le terrain- on peut se baser sur une fréquence de dépouillement entre 1 et 2 fois par an pour chaque station.

Par ailleurs on peut conseiller, sauf cas particulier, de fixer un seuil de variation significative au moins égal à 3 cm, pour éviter le stockage dans la banque d'un trop grand nombre de points.

Si la valeur de ce seuil a été fixée trop petite sur le terrain, il est possible d'imposer une valeur plus grande au moment du dépouillement.

- Avec la SRDA86 : la procédure consiste en un transfert des fichiers base de données (extension .BD1) de la SRDA vers l'ordinateur supportant HYDROM, suivi d'une modification du format des données qui permet la mise à jour de la banque HYDROM.

Le transfert peut être fait soit par liaison série entre les deux ordinateurs, soit par copie intermédiaire des fichiers BD1 sur disquette, ce qui doit être préféré dans le cas où comme actuellement, les 2 ordinateurs ne sont pas à proximité l'un de l'autre.

Remarques au sujet des cotes télétransmises :

- 1- pour les messages de type OMS 1ère génération, les cotes négatives -H sont transmises : 1024 -H.
- 2- pour les messages de sonde CHLOE C, les hauteurs H supérieures à 1023 sont transmises : H- 1024.
- 3- du fait des deux remarques précédentes et aussi du fait que certaines erreurs de télétransmission ne sont pas détectées au niveau de la SRDA et peuvent entraîner quelquefois le stockage de données fausses dans les fichiers BD1, il convient de faire une vérification graphique systématique des données transférées à partir de la SRDA.

### c) Remarques diverses

■ Avec l'utilisation de la station de réception, il y a pour certaines stations dans la banque, des données simultanées relatives à 3 sources différentes : lecture d'échelle, valeurs télétransmises, limnigrammes ou cartouches magnétiques. Ces données sont stockées avec des codes capteurs qui permettent de les différencier.

La version actuelle d'HYDROM ne permet pas de les fusionner et la traduction des cotes en débits pour une station ne peut utiliser que les données relatives à un seul code capteur à la fois, choisi par l'utilisateur.

Pour le calcul des débits moyens journaliers à ces stations, on utilisera en priorité les données relatives aux limnigrammes ou aux cartouches magnétiques.

Le cas échéant, on pourra combler d'éventuelles lacunes dans ces débits journaliers en utilisant les données télétransmises ou les lectures d'échelles. Pour cela, il y a deux solutions :

- 1- faire successivement le calcul et l'impression des débits journaliers à partir des données relatives aux codes capteurs secon-



dares, et faire en dernier le calcul pour le code capteur prioritaire. Comblent alors les éventuelles lacunes de débits journaliers en saisissant au clavier les valeurs correspondantes calculées avec les autres codes capteurs.

- 2- utiliser un programme (qui sera fourni d'ici peu avec explications) qui permet de fusionner des fichiers de débits journaliers extraits d'Hydrom sous format ASCII.

■ Bien que l'édition d'annuaires hydrologiques ne soit plus à envisager pour des raisons d'économie, il semble souhaitable de sortir chaque année en quelques exemplaires, un fascicule qui comporterait pour l'année passée et pour l'ensemble des stations :

- des informations sur la situation et l'équipement des stations
- les étalonnages utilisés
- un tableau des débits moyens mensuels depuis la création des stations
- un tableau des débits journaliers
- une courbe annuelle des débits instantanés.

Ce fascicule demanderait peu de travail supplémentaire et ne reviendrait pas cher compte tenu du petit nombre d'exemplaires. Sa réalisation aurait l'intérêt de :

- fixer une échéance régulière pour tous les travaux de saisie, calculs et vérifications diverses qui de toute façon sont indispensables.
- faire consulter aux utilisateurs un document synthétique où ils pourraient d'un coup d'oeil avoir une idée des données disponibles ainsi que des grandes caractéristiques des écoulements. Ceci pourrait leur être très utile pour le choix éventuel d'autres sorties.

### III - FORMATION DU PERSONNEL

Outre la formation sur le tas qui s'est poursuivie lors des installations de matériels et des tournées de réseau, les techniciens et ingénieurs du service Hydrologique ont suivi un stage sur l'utilisation de la télétransmission en hydrologie. Pendant ce stage organisé par l'ORSTOM on a abordé les points suivants :

- le codage binaire de l'information et les calculs en base binaire
- Présentation du système Argos et des différents limnigraphes télé-transmetteurs devant équiper le réseau du Bénin. Fonctionnement, maintenance.
- Utilisation de la station de réception
- Utilisation d'une calculatrice multibase
- Dépouillement des cartouches CHLOE
- Transfert des données de la SRDA vers HYDROM.

Au cours de ce stage, divers documents ont été remis aux participants, dont :

- Une notice pour le transfert des données entre SRDA et HYDROM (J.F. Boyer)
- Une notice pour le décodage des messages Argos (ORSTOM-Lomé, août 1987)

Un autre stage est prévu, qui portera sur le dépouillement des limnigrammes avec la tablette à digitaliser.

#### **IV - CONCLUSION**

Le service hydrologique du Bénin dispose à l'heure actuelle des outils et des compétences nécessaires pour gérer efficacement le réseau et la banque de données hydrométriques du pays. Qu'il s'agisse de chroniques de débits sur de longues périodes, ou des débits connus pratiquement en temps réel grâce à la SRDA, toutes ces données peuvent être mise rapidement à la disposition des utilisateurs, ce qui peut être un atout très important dans la préparation ou la réalisation de nombreux projets.

Pour améliorer encore l'efficacité du service hydrologique il faut envisager :

##### 1 - l'aménagement des locaux du S.H. à AKPAKPA.

Les bâtiments sont terminés depuis plus d'un an, mais ne peuvent être opérationnels pour un problème de viabilisation.

Suite à l'importante modernisation du réseau hydrométrique et au coût de cette opération, il devient très urgent d'emménager dans les nouveaux locaux pour permettre :

- plus de sécurité pour la station de réception et le matériel informatique avec une meilleure stabilité du courant.
  - un meilleur stockage du matériel, avec possibilité de réparer les appareils dans de meilleures conditions.
  - une salle d'archives valable.
- 2 - la réintégration au S.H. de Cotonou de l'équipe hydrologique présente à Parakou, cette présence ne se justifiant plus dans le cadre du nouveau plan de tournées retenu.
- 3 - une spécialisation et responsabilisation de 2 agents de la D.H. à 2 postes clés du service, afin de rendre celui-ci parfaitement autonome.
- pour la partie exploitation de la station de réception et de la banque de données, le choix s'est porté sur M. Dessouassi, technicien supérieur.
  - pour la partie terrain, maintenance des stations et campagnes de mesures, il a été fait appel à M. Gohongossou, technicien supérieur.

Deux stages sont donc prévus début 89 à l'ORSTOM-Montpellier et à CEIS à Toulouse, dans le cadre d'une nouvelle tranche de financement FAC, qui comporte en outre un complément d'automatisation du réseau et un appui ponctuel de l'ORSTOM.

## Annexe A : Structure des différents types de messages émis par les limnigraphes

Messages capteurs des balises Hydroniger et OMS 1<sup>ère</sup> génération : 128 bits

Variable	Nombre de bits	Code	
		Hydroniger	OMS 1 <sup>ère</sup> génér.
Hauteur d'eau (cm)	16	D.C.B.	Binaire réfléchi
TYC : type de codeur	4	binaire	binaire
cumul pluviométrique (en $\frac{1}{2}$ mm)	12	"	"
tension de panneau solaire 1 (en $\frac{1}{8}$ de V.)	8	"	"
tension de panneau solaire 2 (en $\frac{1}{8}$ de V.)	8	"	"
tension de batterie (en $\frac{1}{16}$ de V.)	8	"	"
température balise (en $\frac{5}{16}$ °C - 5)	8	"	"
Partie vide du message	32	"	"
CRC : code détecteur correcteur d'erreur	32	"	"

Nota : T température de balise est relié à N, équivalent décimal de la valeur transmise par :

$$T = \frac{5}{16} \cdot N - 5$$

Message capteur des balises type sonde CHLOE C : 256 bits

Variable	Nombre de bits	Code
Numéro de message, modulo 256	8	Binaire
Tension de batterie ( $\frac{1}{10}$ de volts)	8	"
tension de panneau solaire ( $\frac{1}{10}$ de volts)	8	"
température interne de balise (°C)	8	"
température de l'eau ( $\frac{1}{10}$ de °C)	12	"
cumul pluviométrique (mm)	12	"
remplissage de cartouche EPROM (nombre d'octets)	16	"
hauteur d'eau à T, dernière $\frac{1}{2}$ heure ronde avant l'émission	10	"
H à T - $\frac{1}{2}$ h	10	"
H à T - 1 h	10	"
H à T - 1 h $\frac{1}{2}$	10	"
H à T - 2 h	10	"
H à T - 2 h $\frac{1}{2}$	10	"
H à T - 3 h	10	"
H à T - 3 h $\frac{1}{2}$	10	"
H à T - 4 h	10	"
H à T - 4 h $\frac{1}{2}$	10	"
H à T - 5 h	10	"
H à T - 5 h $\frac{1}{2}$	10	"
H à T - 6 h	10	"
H à T - 6 h $\frac{1}{2}$	10	"
H à T - 7 h	10	"
partie vide du message	1	"
C R C	32	"

Message capteur des balises type CHLOE A : 256 bits

Variable	Nombre de bits	Code
Hauteur à t, dernière demi heure ronde	12	DCB
Température à t, dernière demi heure ronde	12	-
H à t - $\frac{1}{2}$	12	-
T à t - $\frac{1}{2}$	12	-
H à t - 1	12	-
T à t - 1	12	-
H à t - $1 \frac{1}{2}$	12	-
T à t - $1 \frac{1}{2}$	12	-
H à t - 2	12	-
T à t - 2	12	-
H à t - $2 \frac{1}{2}$	12	-
T à t - $2 \frac{1}{2}$	12	-
H à t - 3	12	-
T à t - 3	12	-
H à t - $3 \frac{1}{2}$	12	-
T à t - $3 \frac{1}{2}$	12	-
Conductivité ( $10 \mu S$ )	16	-
remplissage de cartouche EPROM (nbre d'octets)	16	binaire
mois	8	DCB
jour	8	-
heure	8	-
dizaine de minutes	4	-
code de parité du message	4	-

**Annexe B** : Résumé des fonctions de la SRDAFonctions de la SRDA 86

- La SRDA 86 sert à
- capter les messages Argos télétransmis
  - stocker les données transmises sur disque
  - permettre le transfert des données sur un autre ordinateur

Principes de fonctionnement

Lors de chaque passage de satellite, les données télétransmises alimentent automatiquement des fichiers de travail.

L'opérateur peut consulter ces fichiers de travail et intervenir sur des fichiers permanents et des tables de travail dont le rôle est de superviser la gestion des fichiers de travail.

Les fichiers permanents : mis à jour par l'opérateur (avec code d'accès)

**Balise** : contient la description des balises (organisme, emplacement, type etc...). Chaque balise dont les données peuvent intéresser l'opérateur doit figurer dans ce fichier.

**Satellite** : contient les paramètres d'orbite des satellites utilisés par le système.

**Station** : contient les coordonnées géographiques de la SRDA.

Les tables de travail : mises à jour par l'opérateur (avec code d'accès)

**Codes balises** : contient les numéros des balises dont l'opérateur désire le stockage des données télétransmises.

A la réception des messages, les balises dont les numéros ne figurent pas dans cette table sont ignorées par la station.

**Editions automatiques** : contient les numéros des balises dont on veut souvent consulter les résultats, soit par édition automatique après chaque passage de satellite, soit par demande d'édition des dernières hauteurs reçues.

## Les fichiers de travail

**Passage :** 4 fichiers correspondant aux 4 derniers passages de satellites. Chaque fichier passage contient l'ensemble des données reçues lors d'un passage, codées en hexadécimal.

**Messages bruts :** pour chaque station sont stockés les messages bruts (hexadécimal) reçus lors des 5 à 10 derniers jours. Les messages corrects identiques sont éventuellement compactés, et à chaque message est affecté un code indiquant si le message est BON, CORrigé ou en erreur (CRC ou SDI).

**Messages résultats :** pour chaque station sont stockés les messages résultats (en grandeurs physiques claires) relatifs aux 5 à 10 derniers jours. Les messages résultats BON correspondent à la traduction des messages bruts BON et COR. Les messages résultats CRC correspondent à la traduction de messages bruts en erreur CRC. Les messages résultats ALM sont en fait des messages résultats BON dont une au moins des valeurs capteurs est en alarme.

**Bases de données :** un fichier circulaire par balise (capacité de stockage d'environ 100 jours pour balises type Hydroniger et d'environ 20 jours pour les balises type CHLOE).

Les fichiers bases de données sont alimentés lors des passages, par la date du passage et la hauteur d'eau moyenne correspondant aux différents messages résultats BON et AL (si l'alarme ne porte pas sur la hauteur) du passage.

**Alarme :** ce fichier contient l'ensemble des messages résultats AL correspondant aux 2 à 4 derniers jours.

Les messages résultats AL sont des messages résultats BON dont une des valeurs capteurs est en alarme.

**Evaluation :** dans ce fichier qui couvre une année sont stockés chaque jour des paramètres permettant d'évaluer les performances de la station le jour précédent, du point de vue nombre de messages reçus, nombre de passages satellite etc...

#### Les commandes opérateur

Chaque commande opérateur est accessible par menu. Voir l'organigramme des menus.



