

**CEIS-Espace
ELSYDE**

**ORSTOM
LABORATOIRE D'HYDROLOGIE**

**BILAN DE FONCTIONNEMENT DU CAPTEUR SPI 2
ET DE LA PH 11
SUR UNE PERIODE DE 11 MOIS
EN ZONE TROPICALE**

M. GAUTIER
Ingénieur d'Etudes de l'ORSTOM

Octobre 1988

BILAN DE FONCTIONNEMENT DU CAPTEUR SPI 2 et de la PH 11 SUR UNE PERIODE DE 11 MOIS EN ZONE TROPICALE

INTRODUCTION

Le Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM a en charge depuis 1984 la réalisation et le suivi d'un réseau hydrologique avec télétransmission satellitaire pour le compte de l'OMS-OCP (Organisation Mondiale de la Santé, Onchocerciasis Control Program) en Afrique de l'Ouest.

Le contrôle et l'éradication de l'onchocercose nécessite la connaissance des niveaux et des débits des rivières, là où vivent les larves de la mouche vecteur, la simulie. Des injections dosées d'insecticides détruisent ces larves in situ.

La principale difficulté réside dans l'appréhension du dosage correct à appliquer au moment du traitement ; un sous-dosage conduit à l'apparition de résistances entomologiques, un surdosage peut présenter des dangers pour la population non ciblée et pour les riverains humains.

Pour mener à bien ces traitements qui sont effectués par hélicoptère, l'OMS-OCP a besoin de connaître à tout moment les niveaux d'eau et les débits dans les biefs concernés.

En collaboration avec les sociétés ELSYDE et CEIS-Espace et riche de ses expériences dans ce domaine, le Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM de Montpellier a participé au développement d'un nouveau type de limnigraphe de taille réduite assurant l'acquisition et la transmission des données par satellite. Cet appareil, dénommé PH 11 (Plate-forme Hydrologique Type 11), ne nécessite pas de travaux importants de génie civil sur site. Son autonomie réelle dépasse 12 mois et il peut être déplacé facilement. Les dimensions réduites de l'appareil et de son support permettent de le transporter aussi bien en hélicoptère que dans le coffre d'une voiture légère. Son coût actuel est de 55 000 F.

Les messages émis par les plates-formes sont reçus par une station de réception directe de données Argos développée par la société CEIS-Espace. Cette station conçue autour d'un micro-ordinateur de type XT ou AT IBM assume la réception, le décodage, l'édition et le stockage des données. Son rayon de réception peut atteindre 3 000 kilomètres.

La fonction de mesure du niveau de la hauteur d'eau de ce nouveau limnigraphe est assurée par un capteur de pression dénommé SPI 2 (Sonde Piézorésistive Immergée de deuxième génération). Cette sonde, constituée d'une carte électronique associée à un capteur de pression, est reliée au boîtier du limnigraphe par un câble électrique de longueur indifférente.

Les cinq premiers limnigraphes de ce type ont été installés en Guinée en Août 1986. Ils ont été suivis de quinze autres en Guinée, au Mali et en Côte d'Ivoire en Janvier 1987. Tous ces appareils ont équipé des stations nouvelles, souvent isolées et sans observateurs.

Toujours dans le cadre de l'opération OMS-OCP, au mois de mai 1987, 25 nouvelles PH 11 ont été installées en Côte d'Ivoire et au Burkina Faso. La plupart de ces appareils ont été placés sur des stations opérationnelles des réseaux nationaux. Ces stations sont équipées d'échelles limnimétriques lues deux fois par jour et trois d'entre elles sont équipées de limnigraphes à flotteurs.

Les capteurs SPI ont été posés systématiquement près des éléments d'échelles pour permettre la traduction correcte des cotes reçues en débits par l'intermédiaire de la courbe de tarage de la station. Les valeurs des hauteurs d'eau, transmises et stockées sur site par les PH 11, doivent dans ce cas être les mêmes que celles lues par l'observateur ou enregistrées par le limnigraphe.

Il nous a paru intéressant de confronter les résultats acquis par ces appareils d'une nouvelle génération avec les relevés issus des lectures des échelles et des diverses lectures de contrôles effectuées par les agents de l'OMS.

En collaboration avec les sociétés CEIS-Espace et ELSYDE, et avec l'accord de l'OMS, nous avons effectué, au mois de Mai 1988, une mission de contrôle de la majorité des appareils installés en Côte d'Ivoire. Lors de cette mission, nous avons récupéré sur chaque appareil la cartouche de données enregistrées ainsi que les relevés des derniers mois de lectures d'échelles.

La Division de l'Hydraulique de Côte d'Ivoire ainsi que le Service de l'Hydrologie du Burkina Faso, nous ont fourni les tableaux annuels de relevés des lecteurs d'échelles ainsi que les copies des limnigrammes.

Toutes ces données ont été ramenées au Laboratoire d'Hydrologie du Centre ORSTOM de Montpellier. Elles ont été dépouillées, critiquées et mises en forme.

Ce présent rapport compare les hauteurs d'eau enregistrées pendant 11 mois sur ces 15 PH 11, aux relevés des observateurs.

Il présente nos premières conclusions qui permettent de juger de la précision et de la fiabilité de ces nouveaux appareils et, en particulier, des sondes SPI 2.

Un document annexe présente dans le détail, les caractéristiques des matériels utilisés, visualise les limnigrammes obtenus après dépouillement et fait une confrontation avec les relevés d'échelles ou de limnigraphes de chaque station. Il propose des consignes d'exploitation et des recommandations d'utilisation spécifiques de ces nouveaux matériels.

PRESENTATION DU MATERIEL

Le limnigraphe CHLOE C, qui comprend la carte logique et le capteur SPI 2, est fabriqué par la Société ELSYDE.

L'alimentation électrique est assurée par une batterie rechargeable SAFT et un panneau solaire PHOTOWATT.

La Société CEIS-Espace fabrique la chaîne d'émission Argos et assure l'intégration de l'ensemble des éléments.

Les photos ci-jointes visualisent les différents composants de cette PH 11.

ELYSDE
93 route de Corbeil
91700 ST GENEVIEVE DES BOIS

CEIS-Espace
ZI. Thibaud
Rue des Frères Boudes
31084 TOULOUSE Cedex

PH11

Vue générale du coffret

L'antenne d'émission ARGOS*

est située sous le auvent



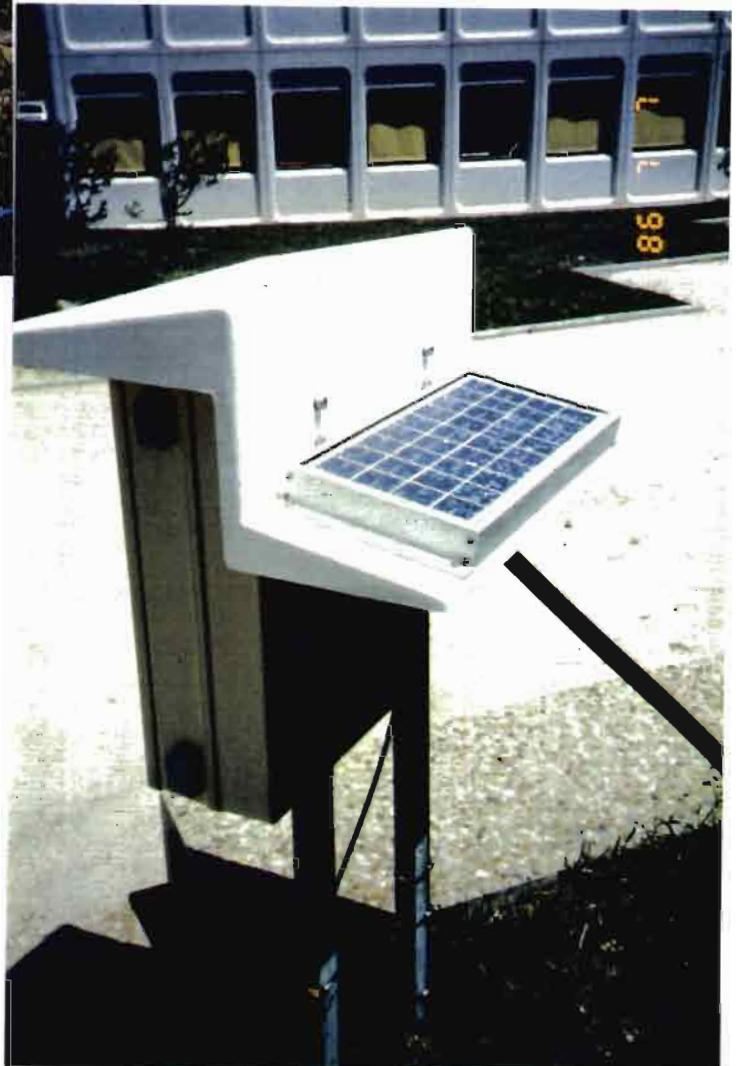
Panneau solaire

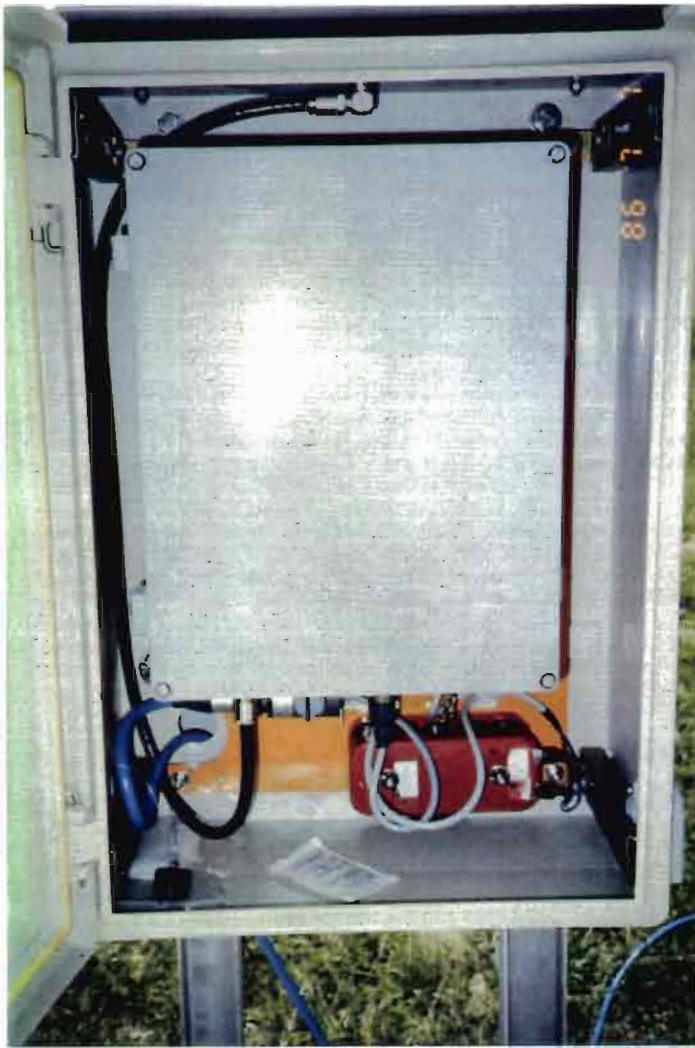
PHOTOWATT

intégré au toit

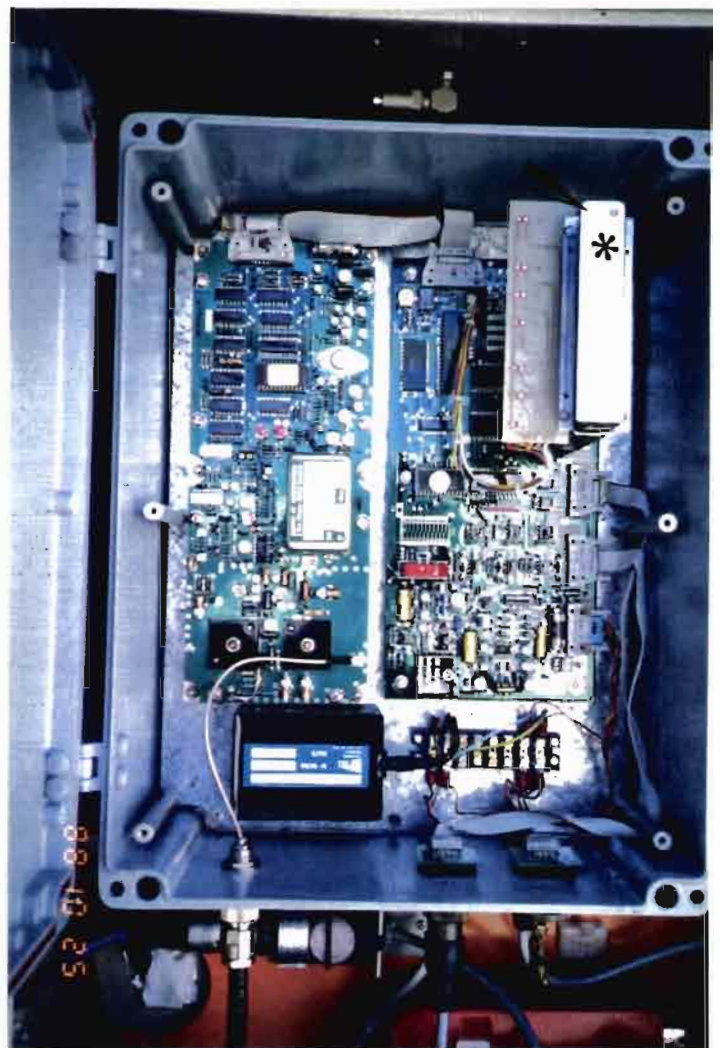
Dimension ABRI

600 x 400 x 220mm





Vue de l'intérieur après ouverture
du premier coffret abri



Vue de l'intérieur de la balise
A gauche : émetteur ARGOS
A droite : Limnigraphe CHLOE avec la cartouche
d'enregistrement *

Capteur de pression

SPI 2

L = 30cm

∅ = 5cm





Terminal de dialogue

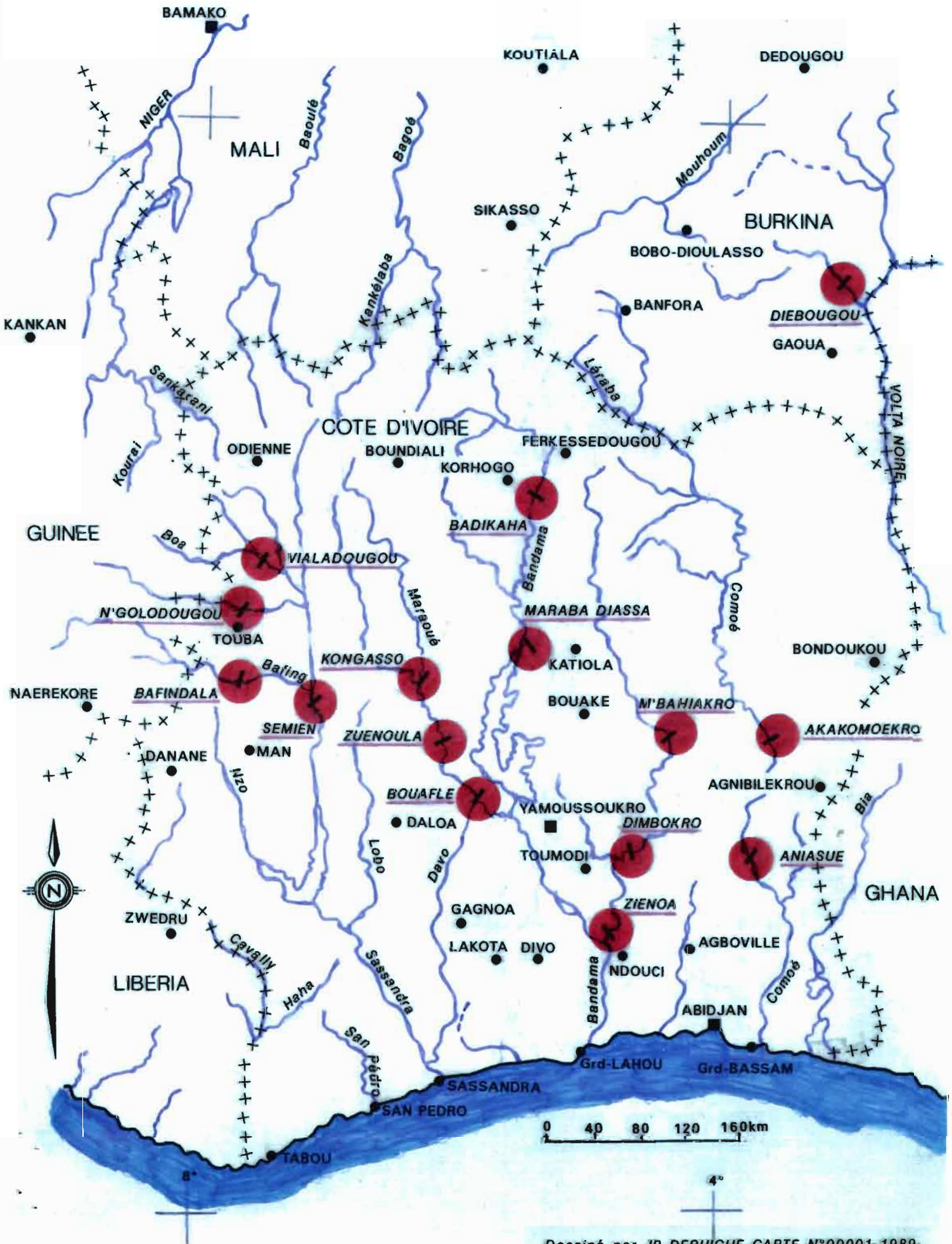
avec le système CHLOE

-TD86-

Lecteur de cartouches *
mémoire pour transfert
des données
sur micro-ordinateur



CARTE DE SITUATION DES STATIONS ETUDIEES



PRESENTATION DES RESULTATS

CHOIX DES STATIONS

Sur les 25 stations installées au mois de Mai 1987, 15 ont été retenues pour effectuer ce bilan. Certaines stations, du fait de leurs difficultés d'accès, n'ont pas pu être visitées en Mai 1988, d'autres présentaient des séries de mesures trop interrompues par des pannes ou ne présentaient pas de séries de hauteurs d'eau de référence suffisamment longues.

Quatorze stations sont réparties sur l'ensemble de la Côte d'Ivoire. La dernière est située au Burkina Faso (voir carte jointe).

METHODOLOGIE EMPLOYEE

Les hauteurs d'eau provenant des PH 11 ont été récupérées en dépouillant les cartouches d'enregistrement des appareils.

Les hauteurs d'eau de référence proviennent en partie des feuilles récapitulatives annuelles des lectures d'échelles journalières fournies par la Division des Ressources en Eau. Des observations complémentaires proviennent des lectures effectuées une fois par semaine par les agents de l'OMS.

Pour trois stations, nous avons utilisé les résultats des dépouillements de limnigrammes.

Toutes ces mesures ont été saisies, contrôlées et restituées graphiquement à l'aide du logiciel de traitement HYDROM.

Pour chaque station, une analyse comparée des résultats mois par mois a été faite et un tableau de concordance par éléments d'échelle a été établi pour mettre en évidence les éventuels décalages.

On a procédé enfin, pour chaque station, à la restitution graphique simultanée des limnigrammes à comparer.

ANALYSE DES RESULTATS

PRESENTATION GLOBALE

Le tableau récapitulatif ci-joint permet de visualiser pour chaque appareil :

La période de fonctionnement

Présentée sous forme de planning, elle permet de se rendre compte du nombre de mois durant lesquels l'appareil a fonctionné sans aucune intervention.

Les reformatages

Les reformatages sont effectués lors de visites de contrôle quand la dérive apparaît trop importante : cette opération qui permet de reprogrammer la cote exacte, s'effectue par l'intermédiaire du terminal de terrain TD86. Une trace de ce reformatage apparaît sur la cartouche d'enregistrement sous la forme d'un début de nouvel enregistrement.

La valeur des dérives constatées est indiquée sur le tableau planning, dans la colonne du mois correspondant au contrôle.

La dérive globale

C'est la somme algébrique des dérives constatées au niveau des reformatages durant toute la période de fonctionnement.

Elle représente donc la valeur théorique de la dérive que l'on aurait observée en fin de période en l'absence de reformatage.

La hauteur maximale

Cette rubrique regroupe deux valeurs :

- la cote maximale enregistrée par le capteur qui permet de se rendre compte de l'amplitude de la crue. Pour toutes ces stations les niveaux d'étiages se situent entre 0 et 50 cm ;

TABLEAU RECAPITULATIF DE FONCTIONNEMENT DES 15 CAPTEURS

STATIONS	REF. : E : Ech. L : Lim.	PERIODES DE FONCTIONNEMENT ET VISUALISATION de la dérive au niveau des reformatages H Capteur - H Echelle (en cm)												DERIVE GLOBALE H Capt. - H Ech.	MAXIMUM DE CRUE (cm)		OBSERVATIONS			
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4		Capt. cm	Differ. avec Echelles				
		87								88										
AKAKOMOEKRO	E				+3												(+ 11)	558	+ 3	Capteur en rive opposée. Contrôle aval probablement différent.
ANIASUE	E																+ 5	695	+ 7,	
BADIKAHA	E																- 2	751	+ 1	Echelles bien disposées dans la section.
BAFINDALA	E				+3					+4							- 1	402	+ 1	Le reformatage du 12.11 n'était pas justifié.
BOUAFLE	L																- 22	638	- 5	Dérive importante à compter de septembre, peut-être due à l'envasement.
DIEBOUGOU	L																- 2	885	- 6	A sec dès le début du mois de décembre.
DIMBOKRO	L																0	638	+ 4	En panne en octobre.
KONGASSO	E																+ 1	519	+ 3	Bonne disposition des échelles.
MARABA DIASSA	E																+ 3	498	+ 3	Le reformatage de novembre est douteux (Echelle décalée ?)
MBAHIKRO	E																+ 4	958	+ 2	Echelles bien disposées et bien calées.
NGOLODOUGOU	E				0	0											0	323	+ 2	Série interrompue par quelques pannes.
ZIENOA	E																+ 5	540	+ 5	Problèmes de calage d'échelles.
SEMIEN	E																+ 6	379	0	
VIALADOUGOU	E																0	301	+ 1	Echelle modifiée le 17.7. Reformatée le 18.8.
ZUENOULA	E																+ 2	528	- 1	

FICHE D'ANALYSE DE FONCTIONNEMENT

STATION : M'BAHIAKRO

Rivière : N'ZI

N° Emetteur : 10133

N° HYDRO : 1090102512

Date de pose de la PH11 : 23 /05 /87.

Cote capteur : 104 cm.

VISITES DE CONTROLE

	DATE	H. Echelle	H. CHLOE	REFORMATAGE	DIFFERENCE	OBS.
1	07.08.87	187.	187	NON	0	
2	17.08.87	808	806	NON	- 2	
3	09.10.87	734	733	NON	- 1	
4	05.11.87	323	324	NON	+ 1	
5	18.01.88	110	114	NON	+ 4	

REMARQUES CONCERNANT LA CONFRONTATION

Très bonne station avec un contrôle aval stable. Toutes les échelles sont bien alignées et le capteur a été posé près de l'élément de 1-2 m. Le nivellement récent des échelles fait apparaître que les éléments 5 m et 6 m sont respectivement trop bas de 5 et 3 cm.

L'appareil n'a pas été reformaté durant toute la durée de son fonctionnement. Les tracés se superposent parfaitement et on ne constate que très peu de dérive en très basses eaux.

CONCLUSION :

Concordance parfaite entre les enregistrements du capteur et les relevés d'échelles.

TABLEAU DE CONCORDANCES H. Echelles, H. capteur

STATION : M'BAHIAKRO N° EMETTEUR : 10133 N° HYDROLOGIQUE : 1090102512

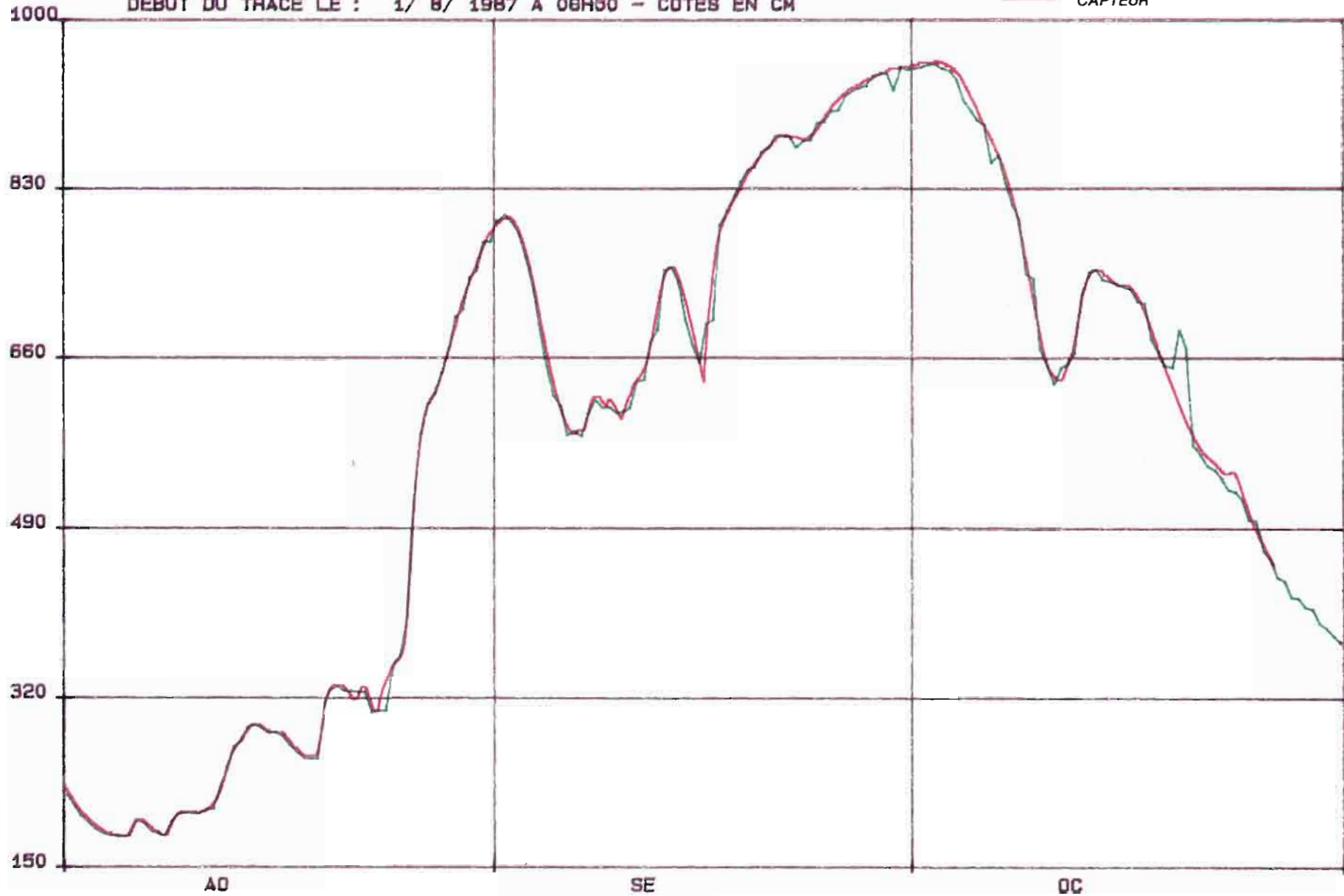
MOIS	ELEMENTS D'EHELLES									
	0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8	8 - 9	9 - 10
Juin 87		+0 +0 +0	+1 -1	-4						
Juil. 87		+0 +0	+0 +0							
Août 87		+0	+0 +0	-1 +1	+0	+3	+2	+0 +0 +0		
Sept. 87							+3 +0	-1 -1	-3 +3	+3 +0 +0
Oct. 87					+0 +2 -2	+3 +4	+1	-1 +1 +0	-2	+2
Nov. 87		+3	+2 +0 +2	+1 +1						
Déc. 87		+0 +1 +2 +0								
Janv. 88		+2 +1 +4								
Fév. 88		+3								
Mars 88		-1 +3								
Avril 88		+4								

Les valeurs mentionnées représentent les écarts constatés
 $\Delta H = \text{Capteur} - \text{H. Lecteur}$

1090102512-C NZI A MBAHIAKRO

DEBUT DU TRACE LE : 1/ 8/ 1987 A 06H30 - COTES EN CM

EHELLES
CAPTEUR



OBSERVATION DE LA CRUE A MBAHIAKRO

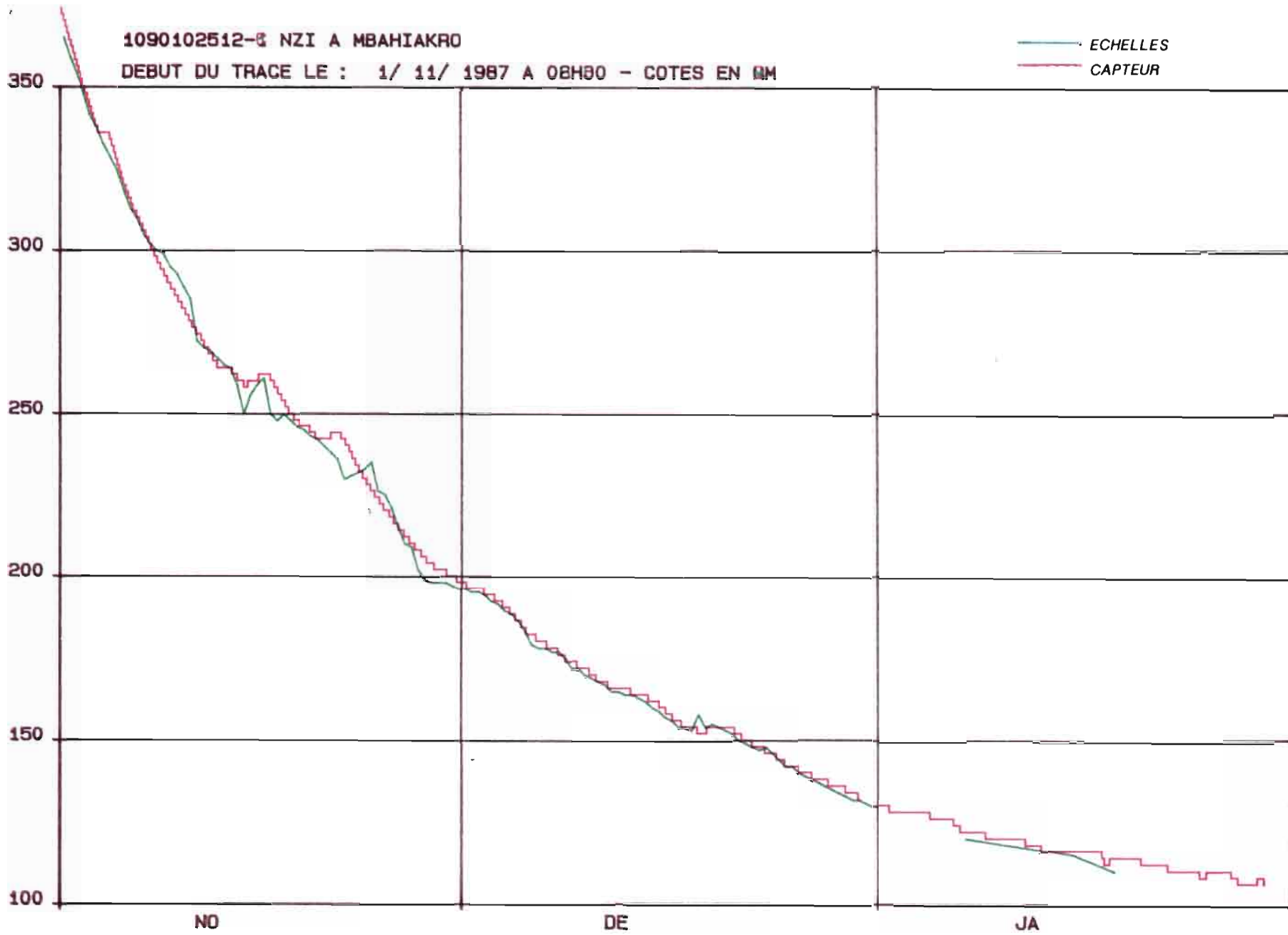
CONFRONTATION

H-CAPTEUR

H-EHELLES

1090102512-3 NZI A MBAHIAKRO

DEBUT DU TRACE LE : 1/ 11/ 1987 A 08H00 - COTES EN MM



DETAIL DE LA DECRUE



Plate-forme PH11
montée sur une tour

Vue de la section
Prise de l'aval

PH11



Echelles

Détail de fixation
d'un capteur



STATION : BADIKAHA



Vue vers l'aval
PH11 et
limnigraphe à flotteur

PH11



Limnigraphe à flotteur, batterie d'échelles et capteur



- la différence observée, exprimée en cm, entre les indications du capteur et les lectures à l'échelle durant la période du maximum de crue. Les lectures d'échelles dont les heures ne sont pas mentionnées sur les relevés, s'effectuent en général à 8 h et 17 h et ne permettent pas toujours de faire une comparaison exacte des maximums.

Il convient de noter que, pour toutes les stations étudiées, la période de crue commence au mois d'Août et se termine en Novembre.

COMMENTAIRES

Les résultats présentés par ce tableau nous apparaissent globalement comme excellents à plus d'un titre :

- 1 - Au niveau des dérives globales, mise à part la station de Bouaflé pour laquelle les écarts constatés, pouvant provenir d'un envasement important, nécessitent un examen plus approfondi, toutes les autres valeurs se situent autour de 1 % de la cote maximale enregistrée. Ce pourcentage diminue encore si on prend en compte le décalage constaté en fin de crue en Novembre ou Décembre au lieu de celui constaté 5 mois plus tard.

Il faut aussi noter, au sujet des corrections de dérives, qu'un certain nombre de reformatages effectués en période de crues à partir de lectures sur des éléments d'échelles différents de celui qui a servi au calage initial, peuvent introduire des corrections injustifiées. C'est le cas du reformatage du mois de Novembre de la station Bafindala.

On constate, à l'examen détaillé des confrontations des limnigrammes, que les dérives les plus significatives (3 à 5 cm) apparaissent souvent en fin de décrue pour des capteurs non corrigés depuis plus de 5 mois.

- 2 - Au niveau de la fidélité, on remarquera l'excellente correspondance des maximums de crues, quelles que soient les amplitudes.

Dix stations ont enregistré des maximums de crues atteignant ou dépassant 5 m, et deux dépassant 8,5 m.

Les écarts constatés sont insignifiants et négligeables. Il faut en effet tenir compte de la difficulté de comparaison de ces niveaux de crues entre les valeurs issues d'un capteur placé au fond, et qui enregistre des hauteurs sur une même verticale, et des niveaux lus sur des échelles placées sur les rives (étalement des éléments par rapport à l'axe de la section, décalage entre eux, perturbation due au courant, etc.).

- 3 - En ce qui concerne l'autonomie, 12 appareils sur 15 (soit 80 %), ont fonctionné 11 mois sans interruption. Diébougou, qui a été arrêté volontairement au bout de 6 mois, a été compté dans les 12 appareils.

Deux plate-formes seulement, N'Golodougou et Dimbokro ont subi des pannes électroniques et les cartes limnigraphiques ont dû être changées.

CONCLUSION

Cette première étude met en évidence le très bon fonctionnement de cet appareil, qui devrait grandement faciliter le travail des gestionnaires de réseaux.

Il convient de souligner la très grande facilité de mise en oeuvre de cette plateforme hydrologique ainsi que sa simplicité de gestion et d'exploitation des données. Les sondes sont toutes interchangeables et ne nécessitent aucune adaptation au niveau de la centrale d'acquisition.

Cette étude a mis en évidence la bonne qualité des relevés fournis par la Division des Ressources en Eau de Côte d'Ivoire et a permis des confrontations très précises.

Même si les dérives observées ne sont pas très importantes, il conviendrait d'en rechercher les causes afin d'améliorer encore la qualité du capteur et sa fidélité sur des longues périodes.

Nous proposons qu'une nouvelle visite de ces stations soit effectuée au mois de Mars 1989 pour s'assurer de la bonne tenue dans le temps de ces capteurs et contrôler l'évolution éventuelle des dérives constatées sur certains sites en 1988.

Nous conseillons enfin, aux utilisateurs de ces nouveaux types d'appareils, de ne pas corriger les décalages constatés lors de visites en périodes de crues, mais de les noter et de n'en tenir compte, si cela est nécessaire, qu'au moment du dépouillement.

Montpellier, le 25 Octobre 1988