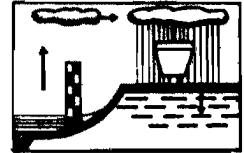


REPUBLIQUE  
DU TOGO

CENTRE ORSTOM DE LOME  
Section Hydrologie



ETUDES HYDROLOGIQUES MENEES  
DANS LE CADRE DU PROGRAMME  
DE LUTTE CONTRE L'ONCHOCERCOSE

II

RAPPORT FINAL  
DE LA CAMPAGNE 1986



J. C. BADER  
G. DELFIEU  
A. KOUDJOU  
K. WOME  
JUN 1987

**ETUDES HYDROLOGIQUES MENEES DANS LE CADRE  
DU PROGRAMME DE LUTTE CONTRE L'ONCHOCERCOSE**

**II**

**Rapport final de la campagne 1986**

Jun 87

Accord de services techniques n° O8/181/63

## INTRODUCTION

Faisant suite au projet pilote "télétransmission des données hydrologiques", les travaux menés par l'ORSTOM dans le Nord Togo en 1986 pour le compte de l'OCP avaient comme objectifs:

- 1 - Installation d'une sonde CHLOE sur le Mô à Bagan, en vue de tester ce matériel qui a été choisi par l'OMS pour équiper désormais son réseau de télétransmission de données hydrologiques.
- 2 - En vue de tester une procédure de calcul des doses d'insecticide sur place et juste avant le traitement, dans les petites rivières non contrôlées par des stations hydrométriques, installation et étalonnages de repères limnimétriques visibles d'hélicoptère sur 5 rivières.
- 3 - Maintenance et exploitation du réseau de balises Argos et de la station de réception de Kara pendant la saison des pluies. Calcul quotidien de prévisions de débits, à l'aide d'un logiciel amélioré par rapport à celui de 1985.  
Evaluation hebdomadaire de la qualité des traitements effectués.
- 4 - Contrôle des étalonnages des stations du Nord Togo.
- 5 - Formation de personnels de l'OCP à la technique des jaugeages de basses eaux, en vue de la future prise en charge par l'OCP, du contrôle des étalonnages des stations sur les rivières à traiter.
- 6 - Redéploiement vers le Bénin de 5 des 8 balises Argos équipant le réseau pilote de Kara.

On trouvera dans ce rapport la description des travaux effectués et les résultats obtenus.

La mise à jour des étalonnages du Nord Togo ainsi que les barèmes relatifs aux repères limnimétriques sont consignés dans le tome 1 du rapport.

## SOMMAIRE

### I - RESEAU DE TELETRANSMISSION DES DONNEES HYDROLOGIQUES

- 1 - Maintenance du réseau de balises
- 2 - Exploitation de la station de réception et du logiciel ORSTOM
- 3 - Résultats obtenus sur le réseau pilote
  - 3.1-Bilan de la télétransmission
  - 3.2-Bilan de l'efficacité des prévisions
  - 3.3-Bilan des traitements et bilan entomologique
  - 3.4-Conclusion
- 4 - Redéploiement du réseau de balises
- 5 - Installation d'une sonde CHLOE sur le Mô

### II - INSTALLATION DES BORNES REPERES LIMNIMETRIQUES

### III - FORMATION DU PERSONNEL O C P A LA TECHNIQUES DES JAUGEAGES DE BASSES EAUX

## I - RESEAU DE TELETRANSMISSION DES DONNEES HYDROLOGIQUES

### I - Maintenance du réseau de balises

La sonde CHLOE prévue pour le Mô à Bagan n'ayant pas été reçue suffisamment tôt, le réseau de balises exploité pendant la saison des pluies est resté identique au réseau pilote de 1984 - 1985. Pour rappel :

<u>adresse Argos</u>	<u>Station</u>
95 80	Kara à Kpessidé
95 81	Koumangou à Koumangou
95 82	Binah à Pouda
95 83	Oti à Mango
95 84	Kéran à Naboulgou
95 85	Kpélou à Kpessidé
95 86	Kara à Kara
95 87	Kéran à Titira

La réception tardive des piles AD 238 nous a obligés à assurer l'alimentation des balises à partir de batteries auto, comme l'année précédente. Rappelons que de telles batteries doivent être rechargées souvent (une fois par mois pour 40 A.h. et une fois par mois et demi pour 60 A.h.), ce qui implique des déplacements fréquents et donc coûteux sur les sites.

Les piles AD 238, désormais installées, offrent une autonomie d'alimentation d'un an pour les balises. Elles ne sont cependant pas rechargeables et les batteries auto devront être conservées pour pouvoir dépanner en cas de rupture de stock au moment du remplacement des piles.

Les seuls incidents notables ont été :

Kpelou à Kpessidé : desserrage de la roue dentée entraînant le codeur, sur l'axe hélicoïdal du limnigraphe. Cette panne qui ne s'était jusqu'alors jamais produite a eu lieu le samedi 30 août. Le dépannage a été effectué le 3 septembre. Les données télétransmises ont donc été erronées pendant 5 jours pour cette station.

Koumangou à Koumangou : la balise en panne avait été expédiée en réparation dès avant le début de la campagne, et remplacée par celle de la Kara à Kara. Cette dernière station s'est donc retrouvée sans balise jusqu'à la

réception et la remise en place de celle de Koumangou, une fois réparée, le 3 septembre.

## **2 - Exploitation de la station de réception et du logiciel ORSTOM**

Un hydrologue de l'ORSTOM a assuré l'exploitation de la station de réception du 1er juillet au 30 novembre à Kara.

Aucun incident notable n'est à signaler dans le fonctionnement de la station. En particulier, l'installation d'une prise de terre a permis d'éviter les pannes survenues en 1985 sur l'onduleur à cause des orages.

Le logiciel développé et utilisé par l'ORSTOM en 1985 pour la prévision de débit aux stations du réseau pilote, a été amélioré pour son utilisation en 1986.

Les principales modifications étaient les suivantes :

- le programme était prêt, en 1986, pour être utilisé sur un réseau plus étendu que le réseau pilote initial. On aurait ainsi pu faire de la prévision de débit sur de nouvelles stations qui auraient été équipées en télétransmission. Malheureusement la sonde CHLOE qui était prévue pour la Kara à Brokou a été reçue trop tard, si bien qu'on n'a pas utilisé cette nouvelle possibilité du programme.
- Contrairement au programme de 1985 qui calculait des prévisions pour l'ensemble des stations du réseau pilote, celui de 1986 calculait les prévisions à la demande. Chaque matin vers 7 heures, les prévisions de débits étaient donc demandées pour les stations à traiter dans la journée, les résultats sortant ainsi rapidement vu le nombre limité de stations concernées. Pour les autres, les prévisions étaient calculées une fois remis au responsable des opérations aériennes, les résultats concernant les stations à traiter.
- Pour les prévisions n'utilisant pas de données de l'amont, le modèle autorégressif a été amélioré, offrant la possibilité d'utiliser des coefficients propres à chacune des stations, et de choisir le nombre d'horizons de prévisions. Voir annexe 1.
- Pour les prévisions utilisant des données de l'amont, le programme a été modifié pour permettre des prévisions qui, selon les données disponibles, sont faites à des horizons différents de 2 h, 5 h et 10 h.

Le modèle de propagation de crue utilisé pour ce genre de prévision a par ailleurs été amélioré. Voir annexe 1.

- En plus des graphiques disponibles en 1985, qui en 1986 pouvaient être sortis soit en hauteurs soit en débits, chaque semaine étaient sortis des graphiques où figuraient les captures de simulies (avec pourcentage de pâres) et les rapports entre doses injectées et doses théoriques d'insecticide (connues a posteriori), ce pour chaque station.

### 3 - Résultats obtenus sur le réseau pilote

#### 3-1. Bilan de la télétransmission

Qu'il s'agisse des balises du réseau pilote ou de celles du programme Hydroniger suivies à Kara, toutes ont bénéficié d'une réception très correcte tout au long de la saison. Voir le tableau 1.

Tableau 1 - bilan de réception des messages balises du réseau pilote

	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Nombre moyen de messages corrects par station et par jour*	4,4	4,5	4,5	5,0	5,8	5,1
Nombre moyen de passages par jour**	5,3	5,3	5,3	5,9	7,2	6,2

On obtient donc une moyenne de 4,9 messages par jour et par station et 5,9 passages par jour sur l'ensemble de la saison. Ces chiffres peuvent servir de référence pour la nouvelle station de réception SRDA 86 installée le 4 juin 87.

\* Le nombre journalier des messages par station est relatif aux balises du réseau en fonctionnement. Le calcul est donc fait sur 7 balises jusqu'au 3 septembre et sur 8 ensuite.

\*\* Par passage on entend : passage contenant au moins 1 message correct concernant une des 8 stations du réseau pilote.

### 3-2. Bilan de l'efficacité des prévisions

Pour chacune des stations du réseau pilote, un calcul de prévision de débit était fait chaque matin sauf parfois le samedi ou le dimanche. Ceci représente pour la période de juin à novembre des échantillons d'environ 150 prévisions, pour lesquelles on a estimé les erreurs relatives commises par rapport aux débits effectifs, ces derniers étant calculés a posteriori à partir des limnigrammes dépouillés.

On a par ailleurs fait le même calcul, en prenant à la place des prévisions, les dernières valeurs télétransmises.

La distribution des erreurs relatives :  $(Q - Q_{\text{effectif}})/Q_{\text{effectif}}$ , pour  $Q = Q_{\text{prévu}}$  et  $Q = \text{dernière valeur télétransmise}$ , est donné dans l'annexe 2. Leur comparaison permet d'évaluer l'efficacité des prévisions. Un résumé des principaux résultats est présenté dans les tableaux 2 (relatif à l'ensemble de la saison : 1er juillet au 30 novembre) et 3 (relatif au centre de la saison : 1er août au 15 octobre).

#### a) - Prévisions sans données de l'amont : modèle autorégressif

Contrairement aux résultats obtenus pour 1985, ceux de 1986 indiquent une nette amélioration apportée par la prévision, pour les 6 stations concernées. On constate en effet un resserrement des valeurs d'erreurs relatives dans l'intervalle  $\pm 5\%$  (tableaux 2 et 3), parallèlement à une diminution de l'écart type E (annexe 2), qui est calculé de la façon suivante :

$$E = \sqrt{\frac{\sum_1^N [(Q - Q_{\text{effectif}})/Q_{\text{effectif}}]^2}{N}}$$

Ceci est vérifié pour les différents horizons de prévision utilisés, tant sur le centre que sur l'ensemble de la saison. Ces résultats encourageants ne sont donc pas dus à l'influence artificielle des courbes de débit très régulières de fin de saison, qui sont très favorables à la prévision, mais aux améliorations apportées au mode de calcul des prévisions (voir annexe 1).

Mis à part Mango où l'amélioration apportée par la prévision n'est sensible qu'à un horizon d'au moins 10 heures, du fait des varia-



Tableau 2 - Répartition, en pourcent, des erreurs relatives commises sur les prévisions de débits  
période du 1er juillet au 30 novembre

Précision		± 5 %						± 10 %						± 20 %					
		2 h		5 h		10 h		2 h		5 h		10 h		2 h		5 h		10 h	
Mode de calcul*		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
STATIONS	Mango	92	100	85	98	70	92	97	100	97	99	90	98	98	100	98	99	97	100
	Kpessidé (Kpélou)	34	43	29	36			59	70	51	60			78	87	69	75		
	Kpesside (Kara)	42	45	36	39			64	71	50	64			84	87	66	84		
	Kara	52	65	46	52			70	80	63	68			83	93	76	82		
	Pouda	50	56	48	56			70	76	63	72			81	89	71	86		
	Titira	54	61	40	51			73	79	54	66			86	93	73	82		
	Naboulgou**	61	73	40	62	31	54	72	88	58	84	44	73	87	98	80	93	64	89
	Koumangou**	70	91	57	79	36	66	92	97	76	92	58	82	96	99	93	99	79	92

\* Mode de calcul 1 : le débit prévu est le dernier télétransmis.

2 : le débit prévu est calculé par modèle autorégressif ou par modèle de propagation.

\*\* Pour ces stations, les horizons de prévisions sont dans quelques cas supérieurs aux horizons 2, 5 et 10 heures, jamais inférieurs.

Tableau 3 - Répartition des erreurs relatives commises sur les prévisions de débits  
période du 1er août au 15 octobre

Précision		± 5 %						± 10 %						± 20 %					
		2 h		5 h		10 h		2 h		5 h		10 h		2 h		5 h		10 h	
Mode de calcul*		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
STATIONS	Mango	95	100	92	100	81	95	100	100	99	100	96	100	100	100	100	100	100	100
	Kpessidé (Kpélou)	21	28	11	23			37	55	23	39			64	77	46	58		
	Kpessidé (Kara)	41	41	26	32			65	71	42	65			79	84	62	82		
	Kara	51	65	40	46			60	76	53	57			76	91	68	72		
	Pouda	47	55	49	56			65	75	56	66			78	89	61	83		
	Titira	37	45	22	42			60	67	38	58			79	90	62	78		
	Naboulgou**	54	71	25	58	18	39	66	87	48	85	32	66	84	95	73	93	58	86
	Koumangou**	68	93	56	78	33	61	92	100	72	90	54	80	96	100	94	98	82	93

\* Mode de calcul 1 : le débit prévu est le dernier télétransmis.  
2 : le débit prévu est calculé par modèle autorégressif ou par modèle de propagation.

\*\* Pour ces stations, les horizons de prévisions sont dans quelques cas supérieurs aux horizons 2, 5 et 10 heures, jamais inférieurs.

tions lentes de débit, on peut résumer le gain apporté en moyenne aux autres stations par :

lorsqu'on estime le débit à l'horizon + 5 heures à partir de la prévision autorégressive plutôt qu'à partir de la dernière valeur télétransmise, on augmente de 10 % la probabilité de faire une erreur inférieure à 20 %.

#### **b) - Prévisions avec données de l'amont : modèle de propagation**

Fort logiquement, et de la même façon qu'en 1985, le mode de prévision utilisant des données de l'amont dans un modèle de propagation donne de meilleurs résultats que le modèle autorégressif : le regroupement des erreurs relatives dans l'intervalle  $\pm 5$  % est plus accentué (tableaux 2 et 3) et la diminution de l'écart type E (annexe 2) est également plus marquée.

Le seul aspect apparemment négatif concerne la station de Koumangou : il y a augmentation de l'écart type E pour les prévisions à l'horizon + 10 heures. Ceci ne fait cependant pas perdre trop de sa valeur au modèle car cette augmentation de E n'est due qu'à un phénomène parasite : une crue brutale (passage de 8 m<sup>3</sup>/s à 150 m<sup>3</sup>/s dans la journée) survenue le 25 août avait été prévue avec un temps de propagation trop court d'environ 3 heures. Le débit prévu à 4 heures du matin avait donc été très grand, alors qu'à cette heure la crue n'était en fait pas arrivée et que le débit était donc resté encore faible. C'est cette unique erreur qui est la cause de l'augmentation de E.

Mis à part cela, le gain apporté par le modèle de propagation peut être résumé ainsi :

lorsqu'on estime le débit à l'horizon + 10 heures à partir de la prévision par modèle de propagation, plutôt qu'à partir de la dernière donnée télétransmise, on augmente de près de 30 % la probabilité de faire une erreur inférieure à 10 %.

### **3-3. Bilan des traitements et bilan entomologique**


Sur les graphiques n° 1 à 8 sont figurés les débits écoulés à chacune des stations, ainsi que les nombres de captures de simules et les rapports entre doses d'insecticide injectées et doses optimales qu'il

aurait fallu injecter. Le tableau 4 résume les proportions de sous dosages et surdosages sur l'ensemble de la saison, pour chacune des stations. Comme on peut le constater, les nombres de sous dosages importants, comme ceux des surdosages importants, ne dépassent jamais 10 % des totaux.

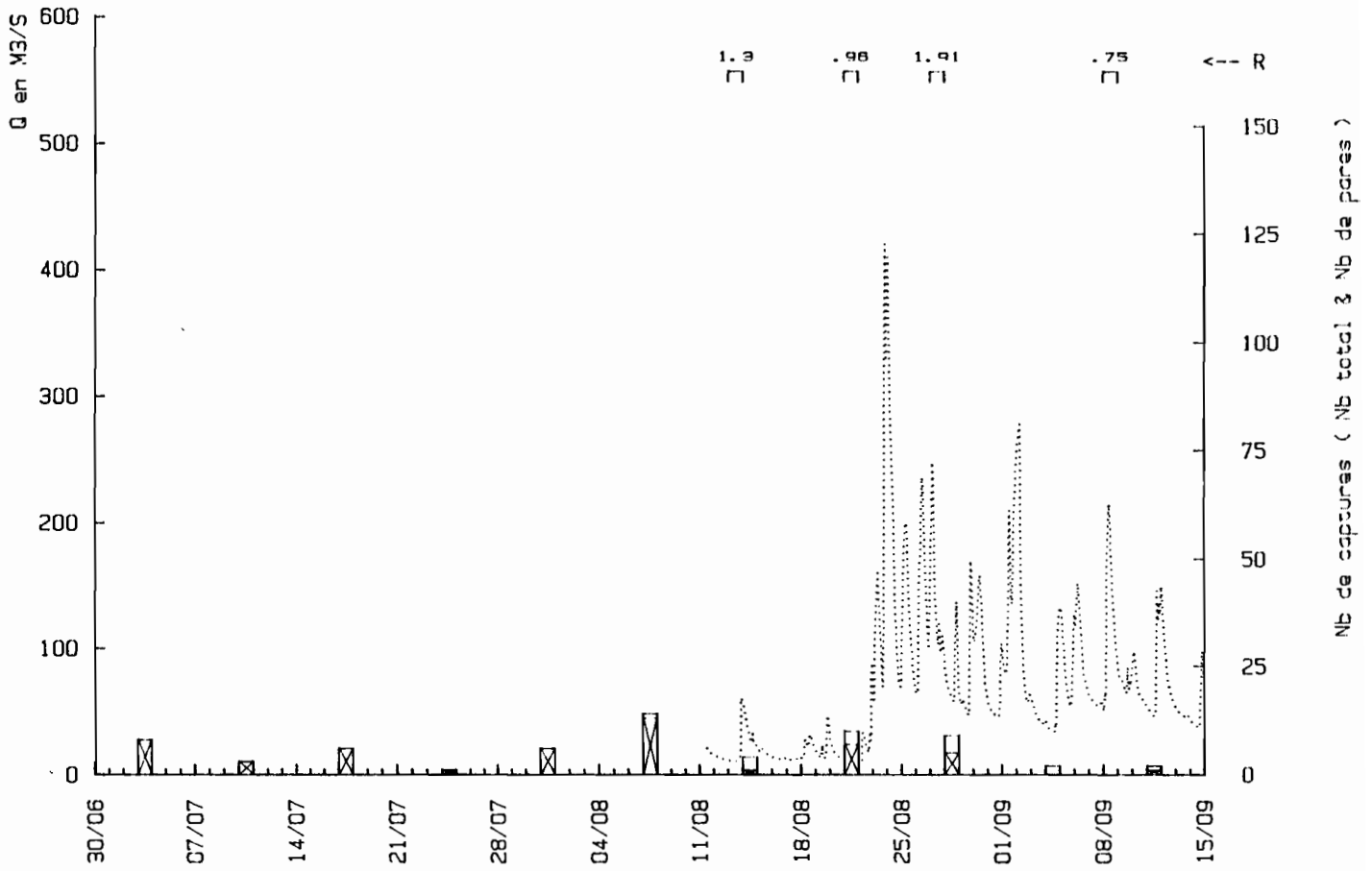
Tableau 4 : Qualité des dosages d'insecticide pour la période du 1er juillet au 30 novembre.

	Sous dosages importants $R < 0.5$	Sous dosages légers $0.5 \leq R < 0.8$	Bons dosages $0.8 \leq R \leq 1.2$	Sur dosages légers $1.2 < R \leq 1.5$	Sur dosages importants $1.5 < R$
Kara	0	7	73	13	7
Kpessidé (Kara)	10	14	67	5	5
Kpessidé (Kpelou)	0	0	91	5	5
Pouda	5	5	68	18	5
Titira	10	10	67	5	10
Naboulgou	0	10	85	5	0
Koumangou	0	5	95	0	0
Mango	0	0	94	6	0

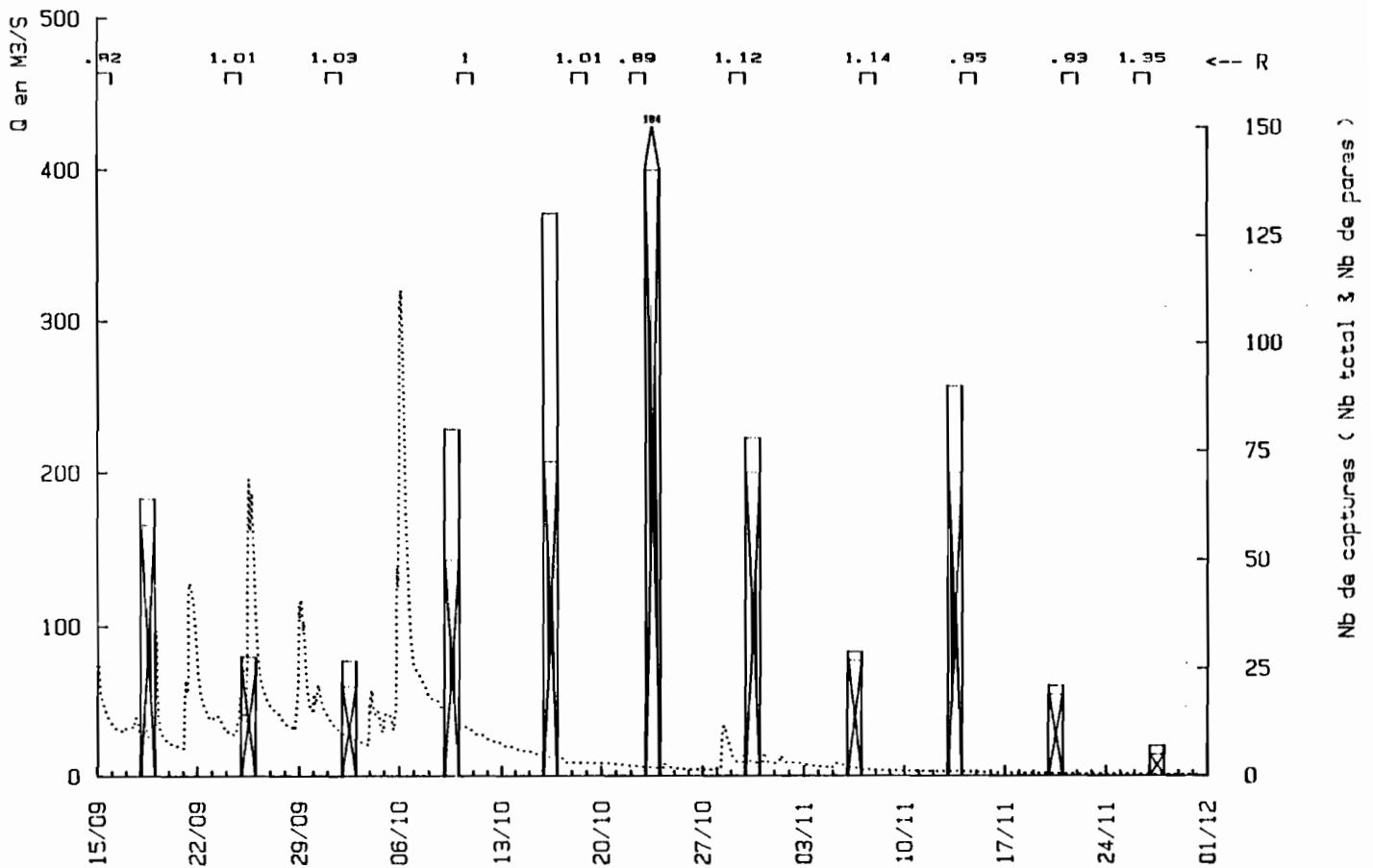
Légendes des graphiques n°s 1 à 8

- . en pointillé : courbe de débit.
- . □ : jour de traitement. La valeur indiquée au-dessus de ce symbole est celle du rapport entre la dose d'insecticide effectivement injectée et celle qui aurait dû être injectée d'après la valeur du débit au moment de l'injection.
- .  : nombre total de captures de simules  
: nombre de pares.

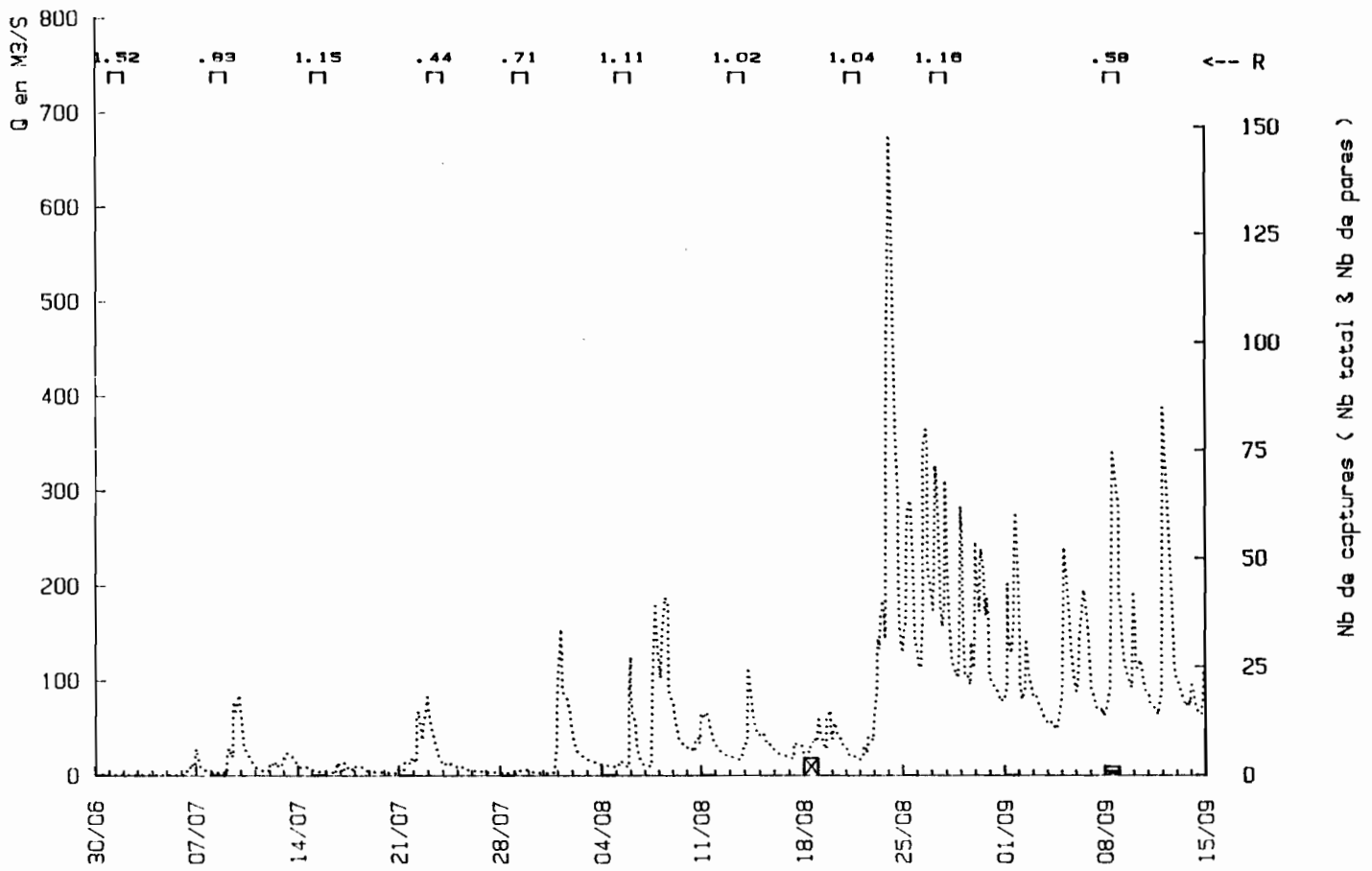
KARA A KARA 1986 ( semaines 27 a 37 )



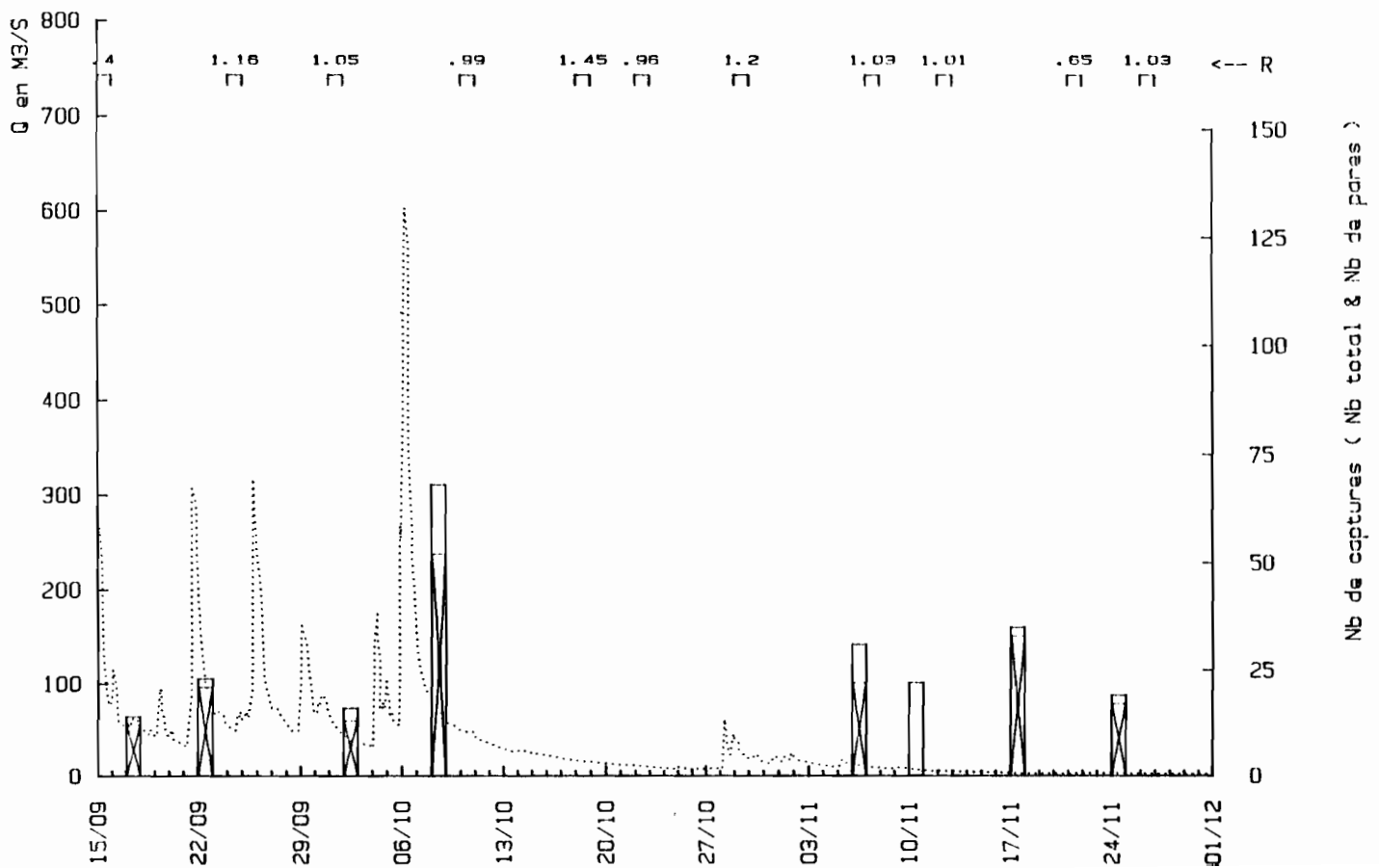
KARA A KARA 1986 ( semaines 38 a 48 )



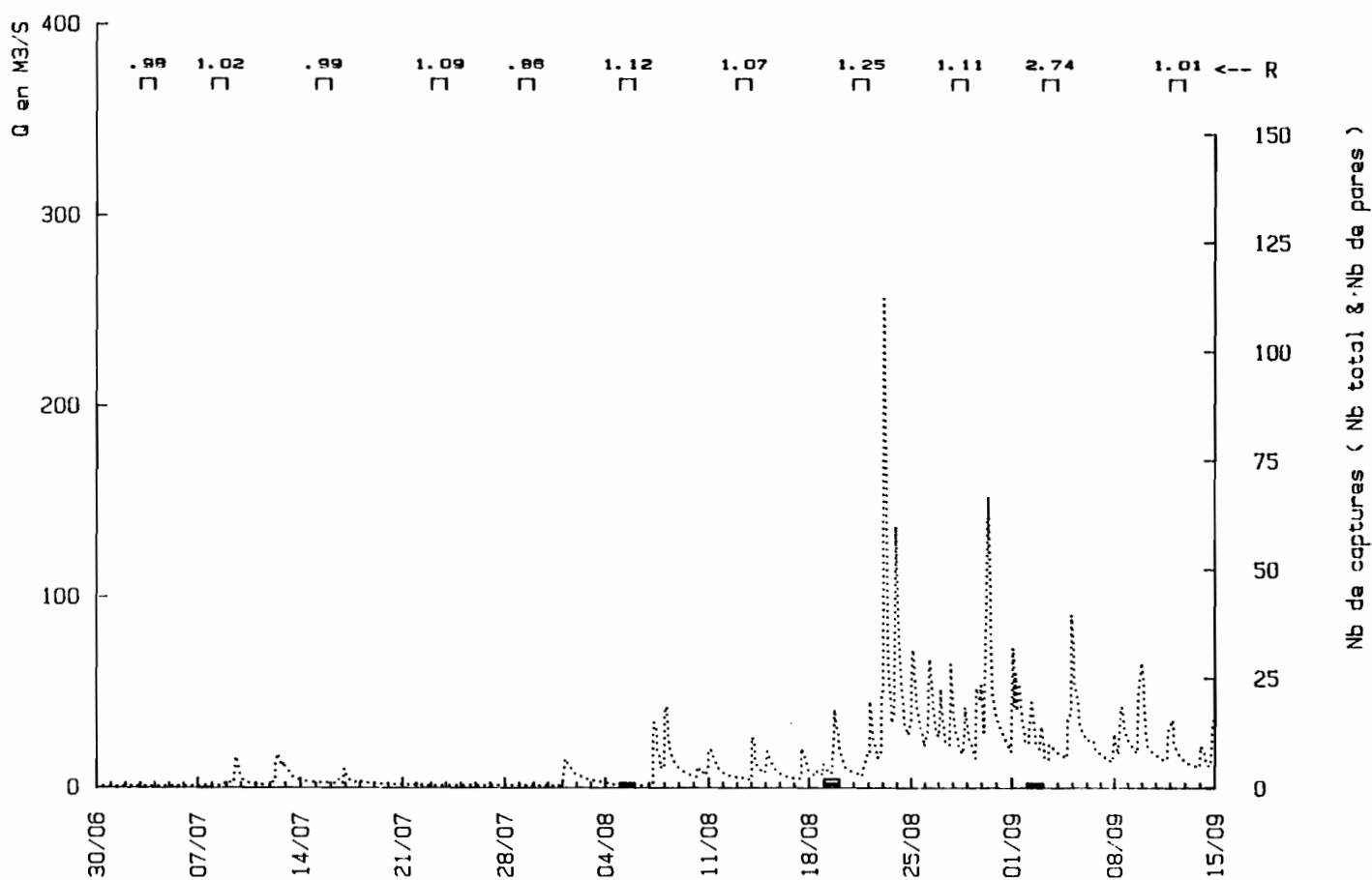
KARA A KPESSIDE 1986 ( semaines 27 a 37 )



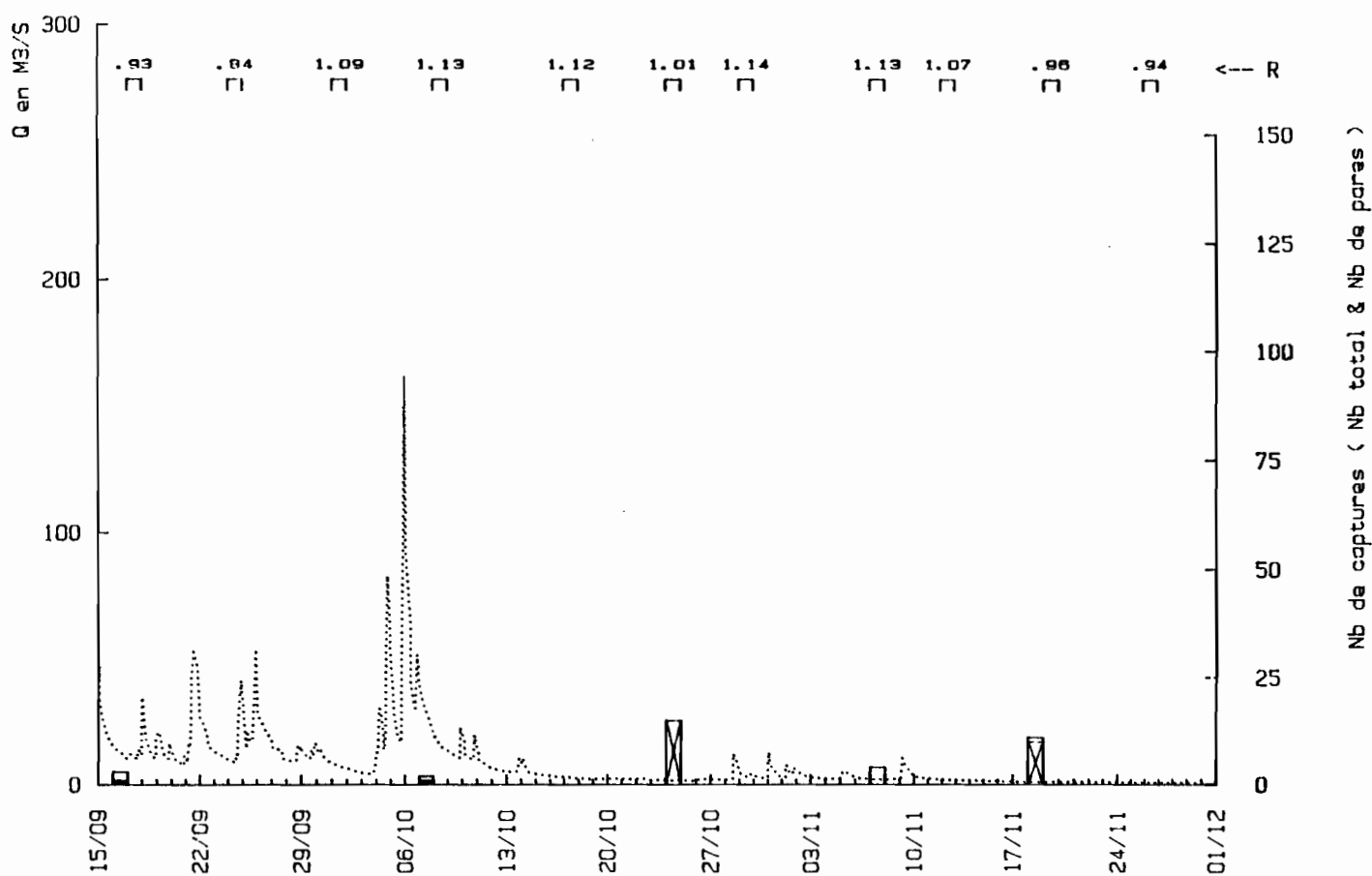
KARA A KPESSIDE 1986 ( semaines 38 a 48 )



KPELOU A KPESSIDE 1986 ( semaines 27 a 37 )

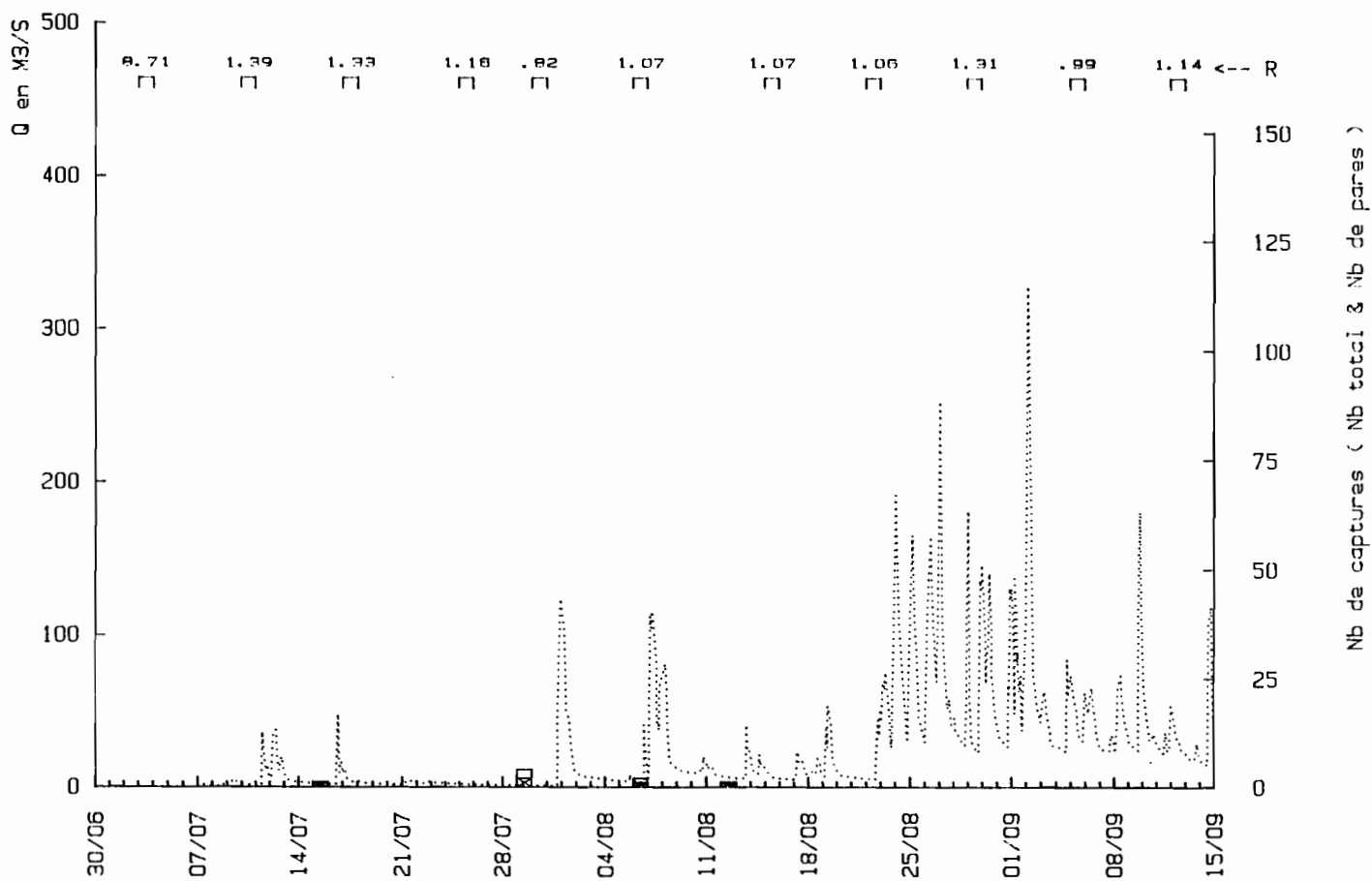


KPELOU A KPESSIDE 1986 ( semaines 38 a 48 )

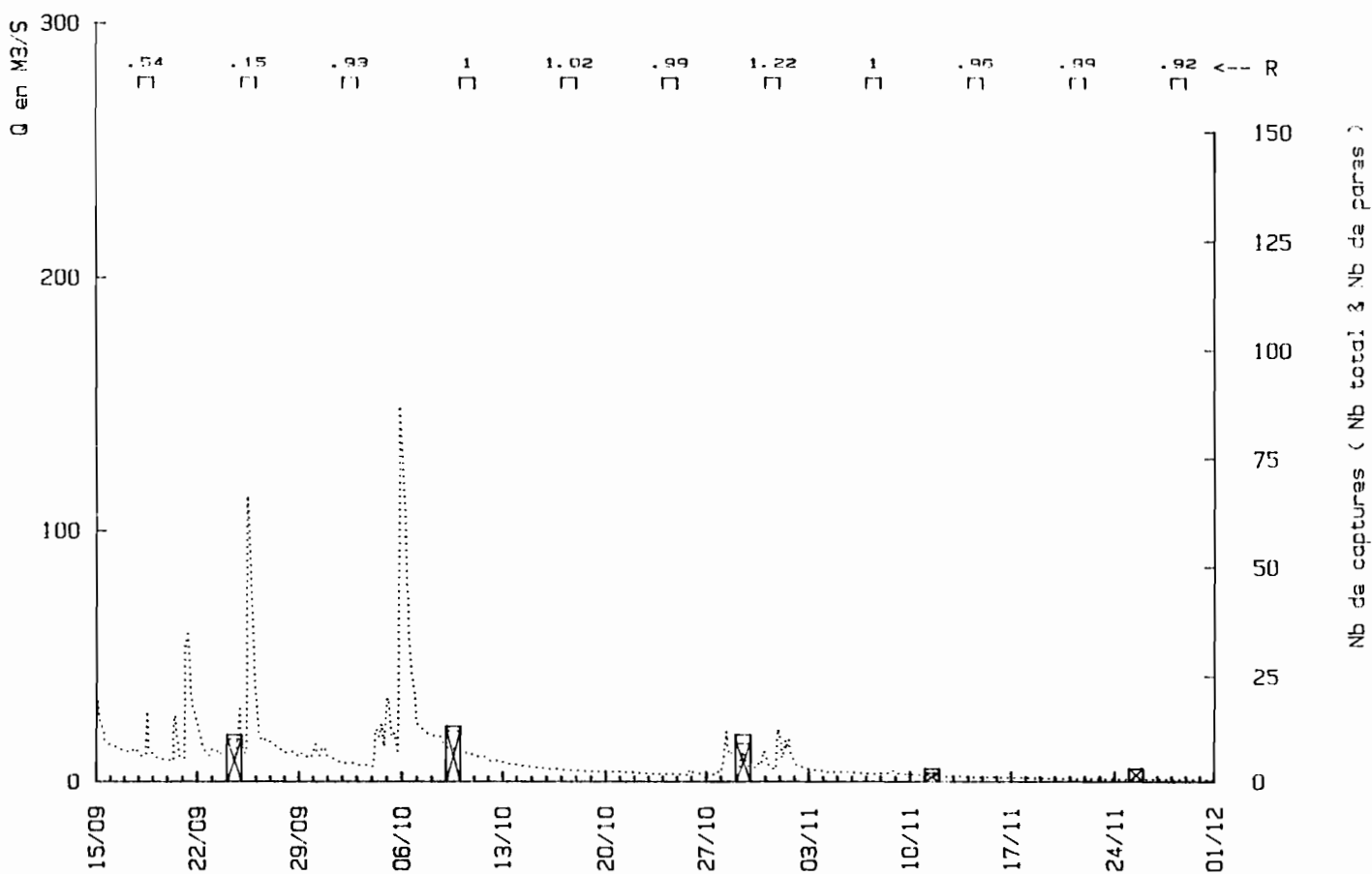




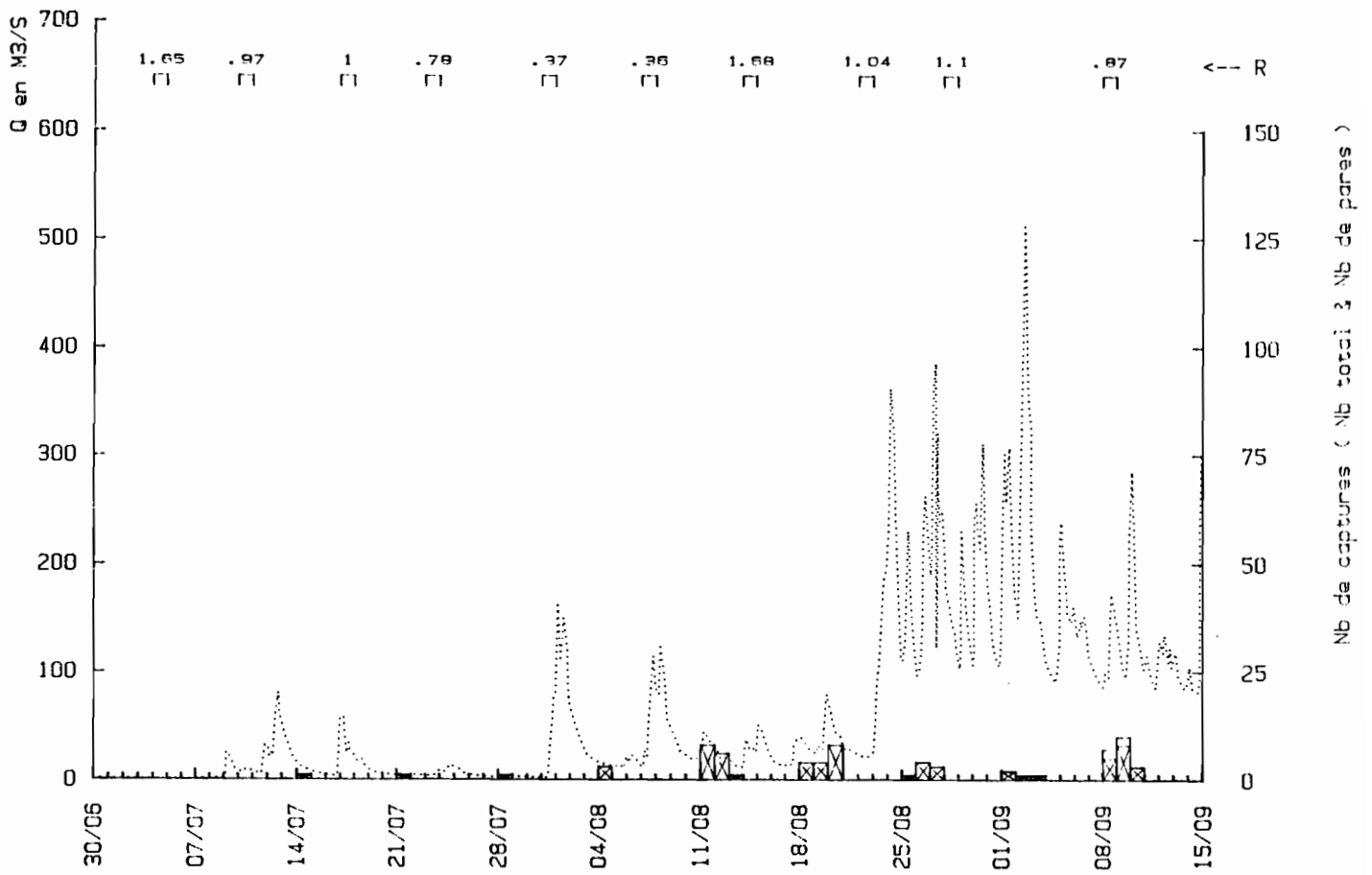
BINAH A POUDAH 1986 ( semaines 27 a 37 )



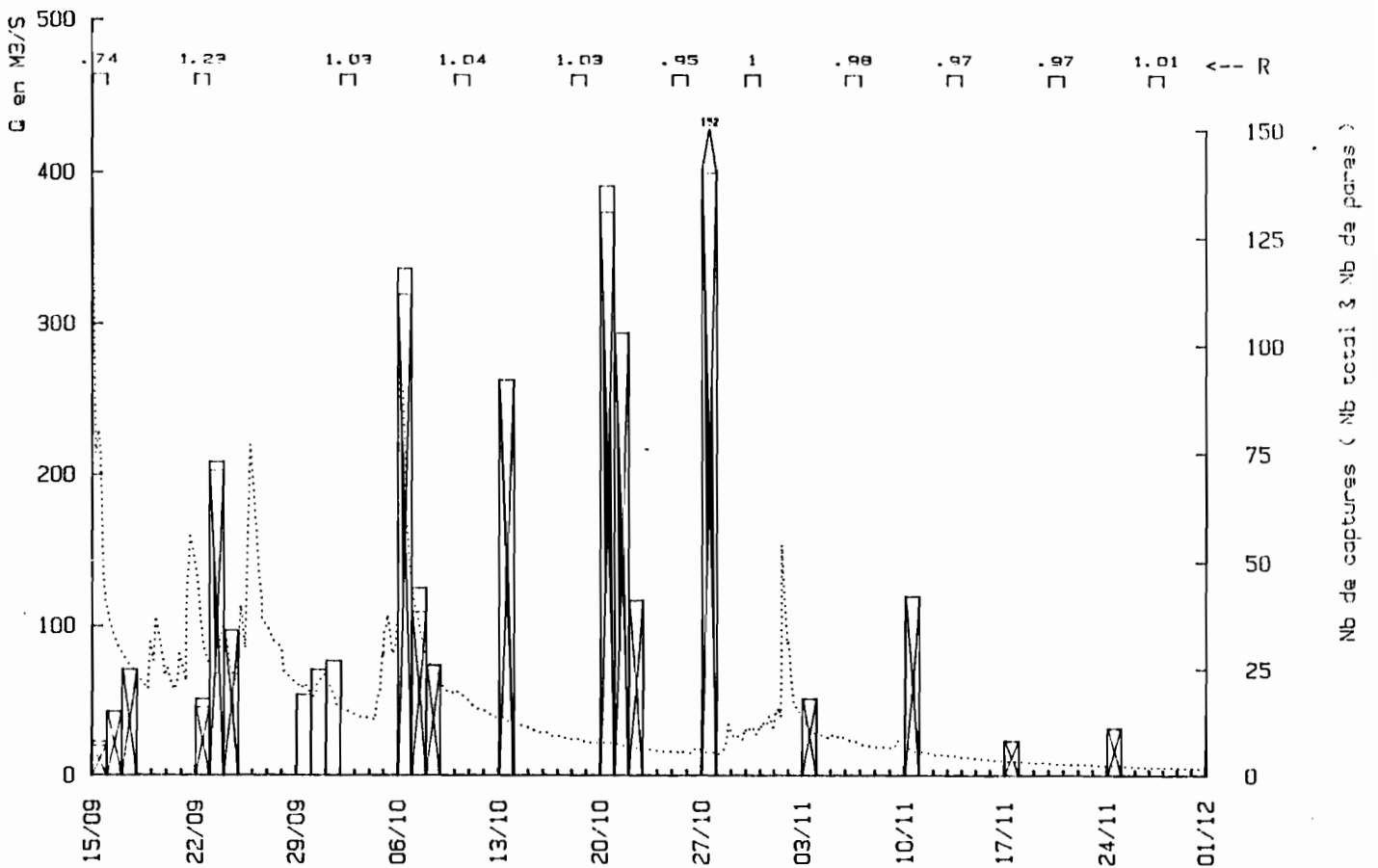
BINAH A POUDAH 1986 ( semaines 38 a 48 )



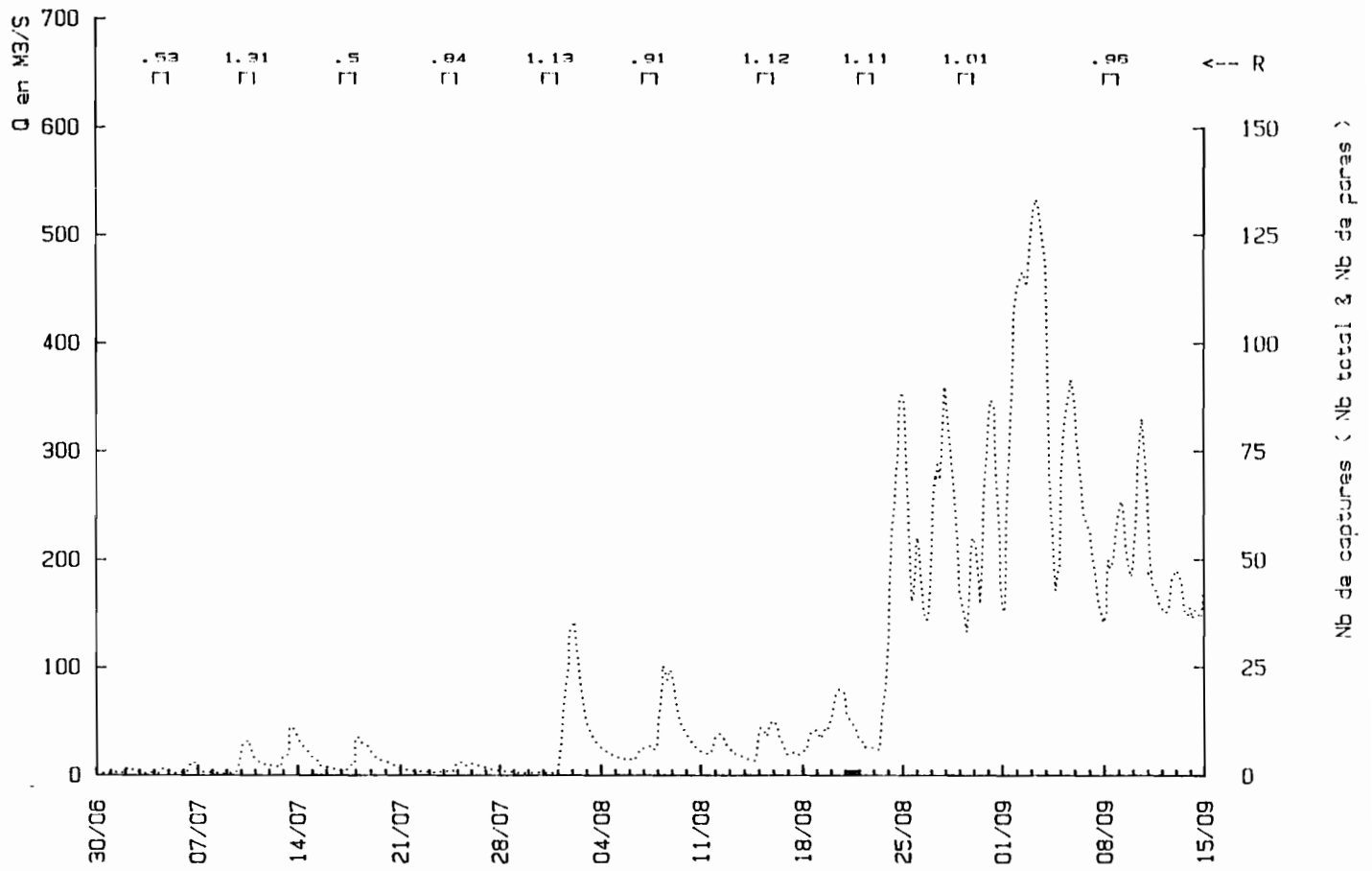
KERAN A TITIRA 1986 ( semaines 27 a 37 )



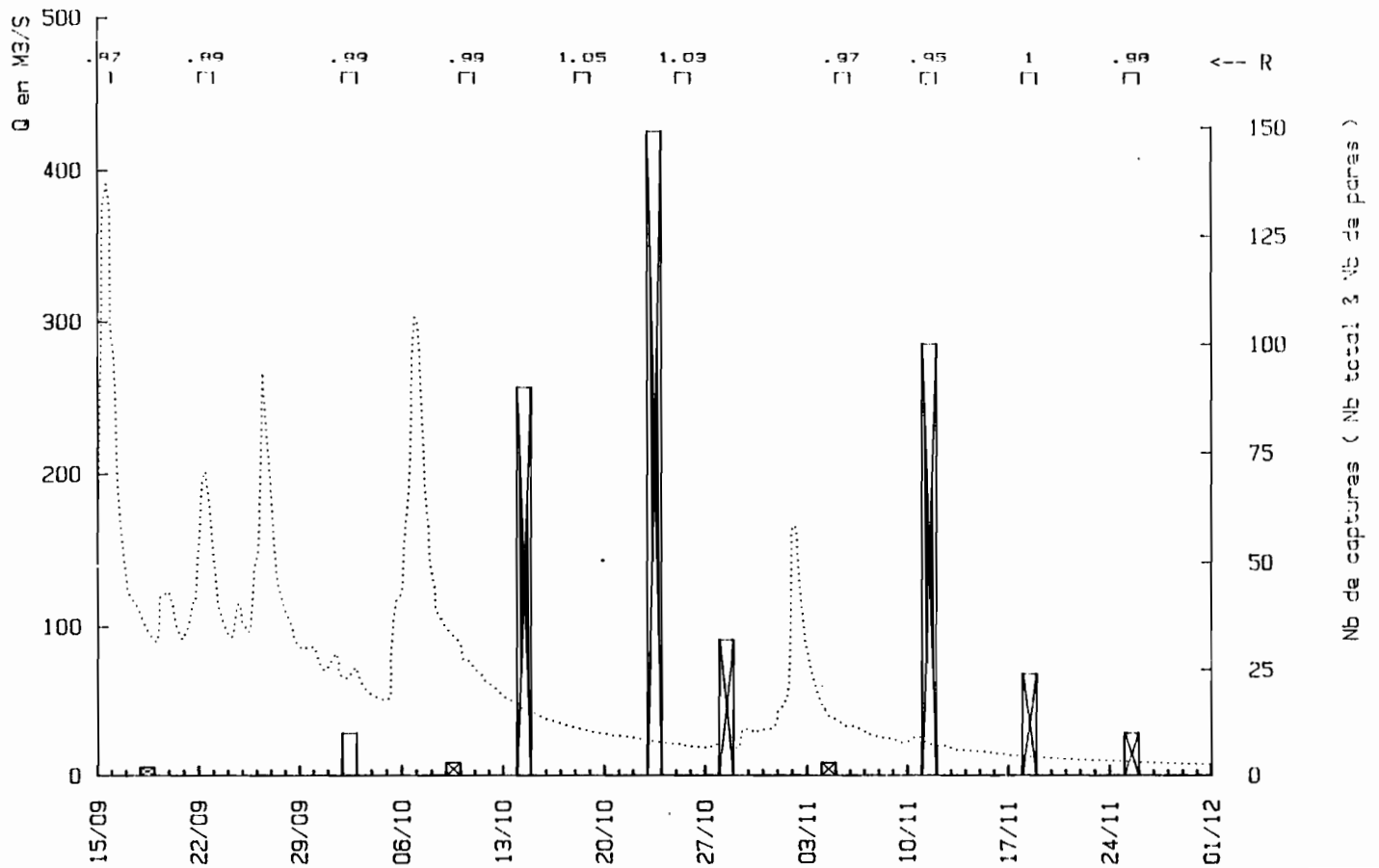
KERAN A TITIRA 1986 ( semaines 38 a 48 )



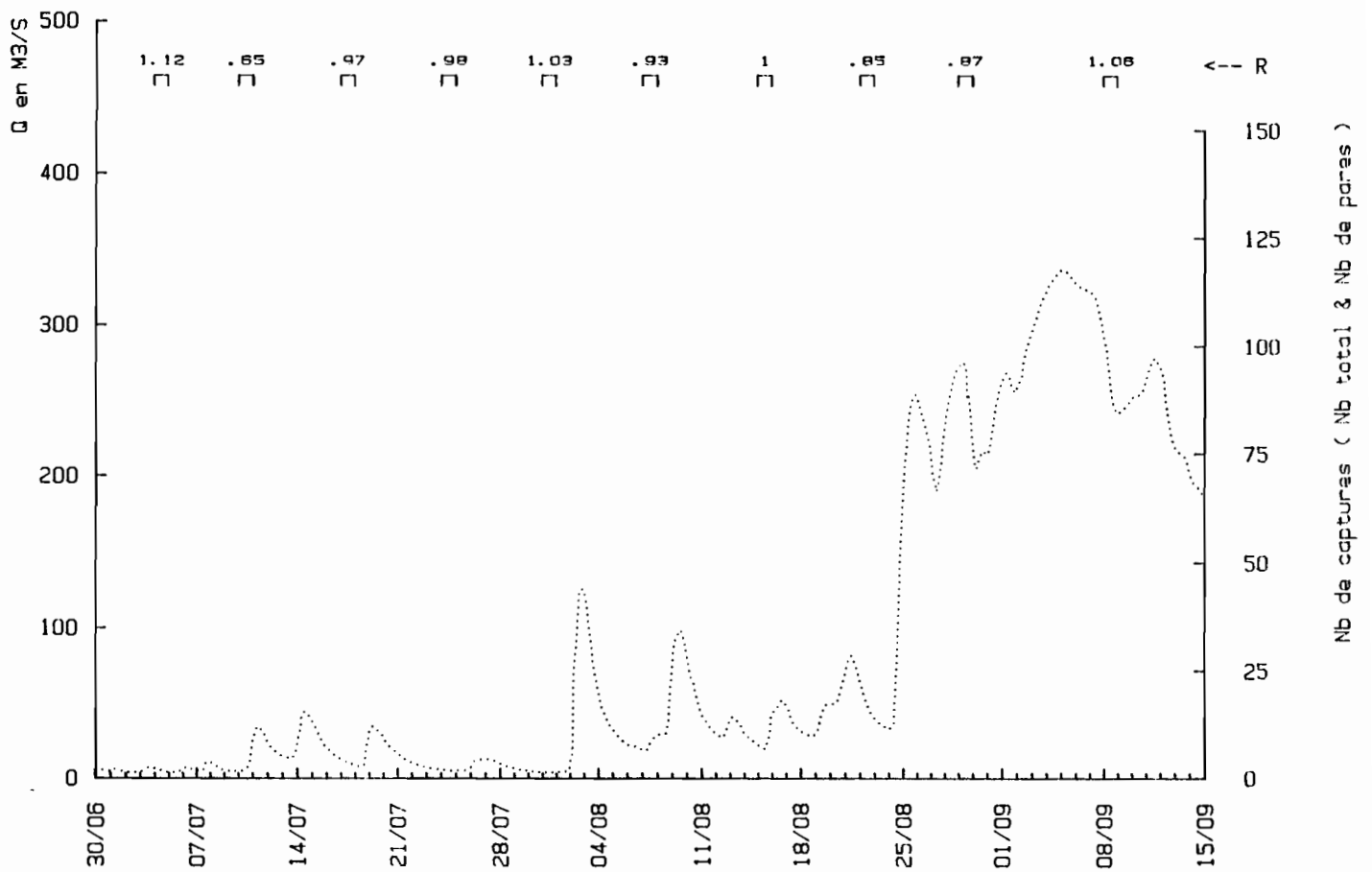
KERAN A NABOULGOU 1986 ( semaines 27 a 37 )



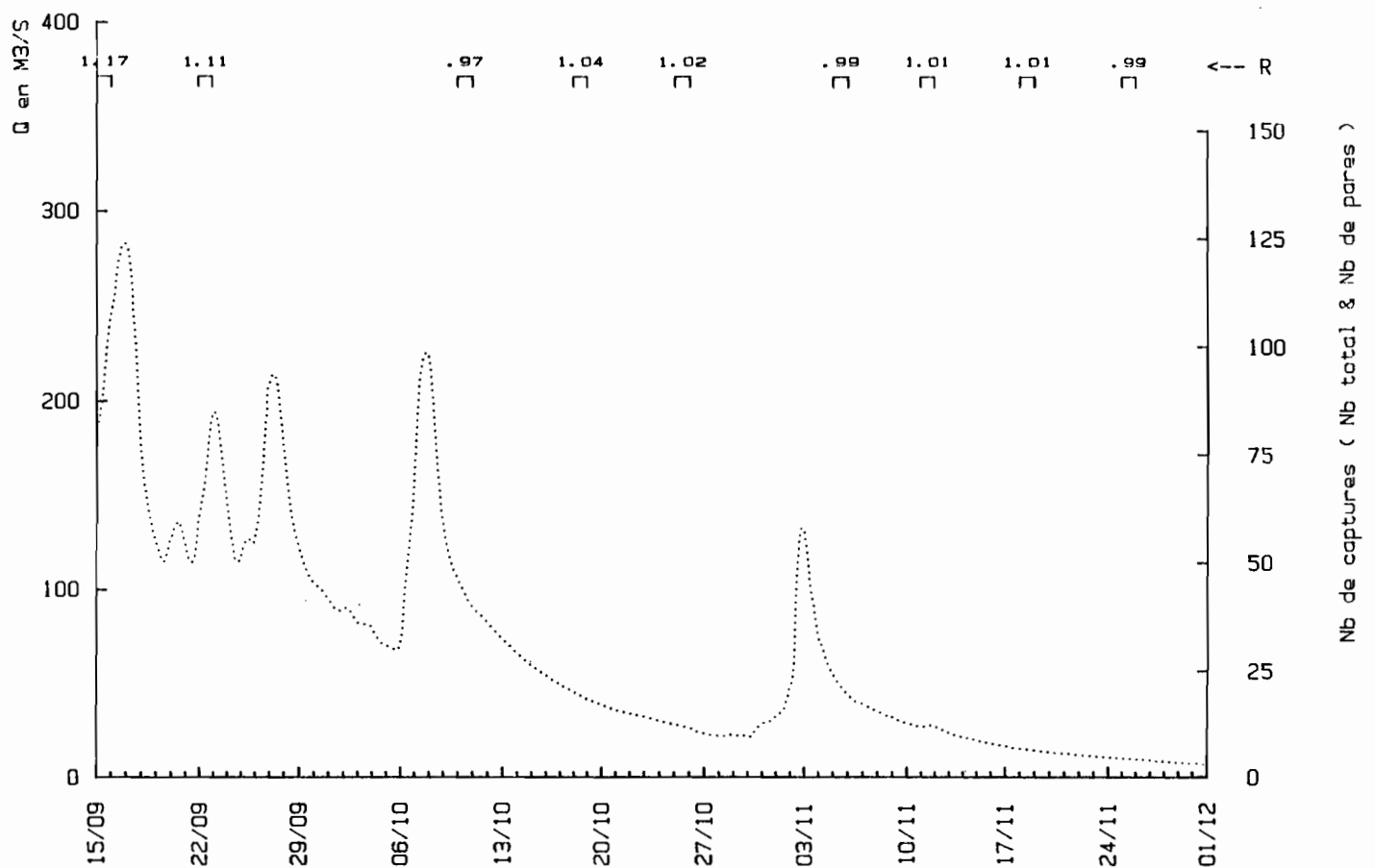
KERAN A NABOULGOU 1986 ( semaines 38 a 48 )



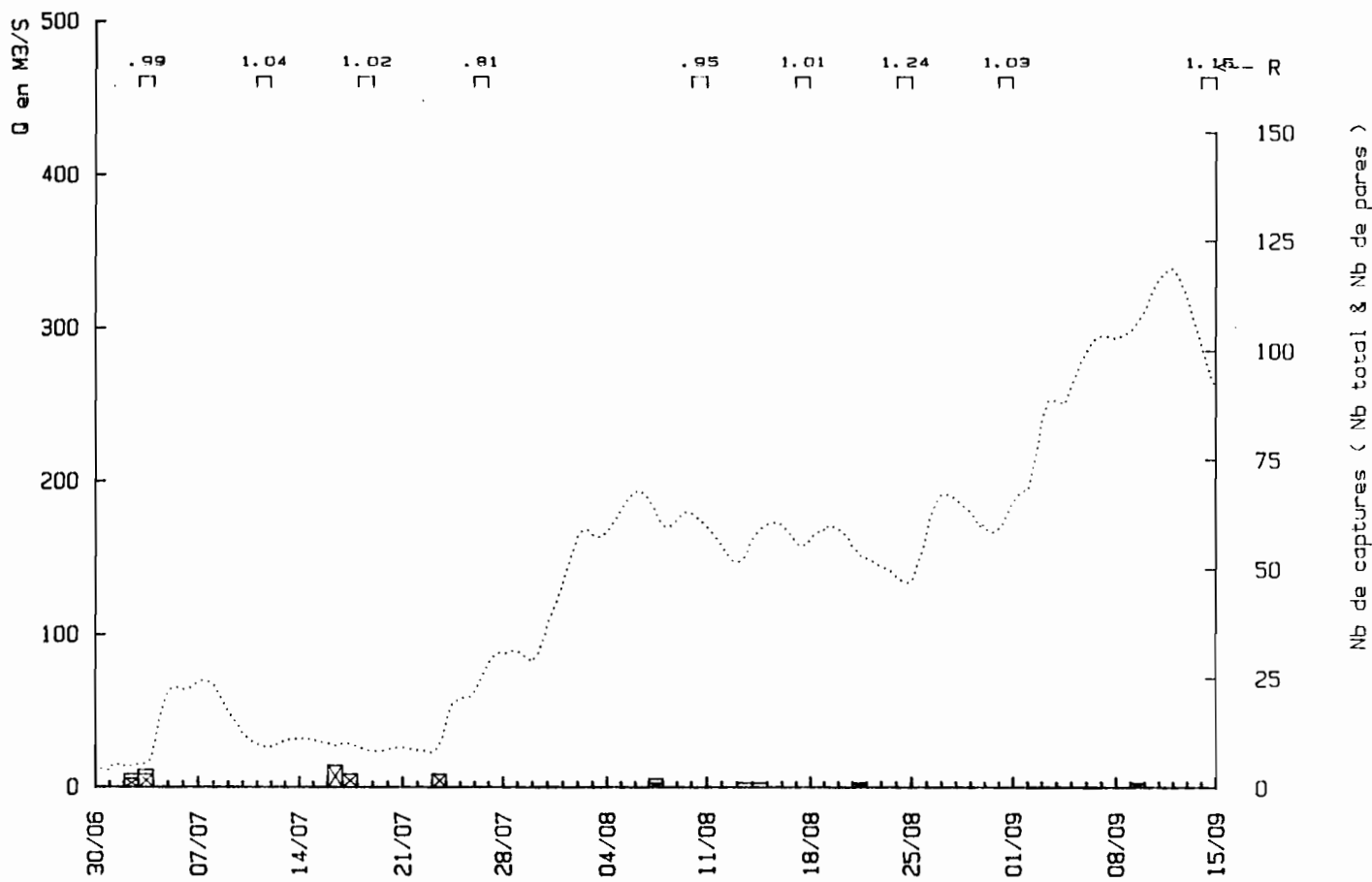
KOUMANGOU A KOUMANGOU 1986 ( semaines 27 a 37 )



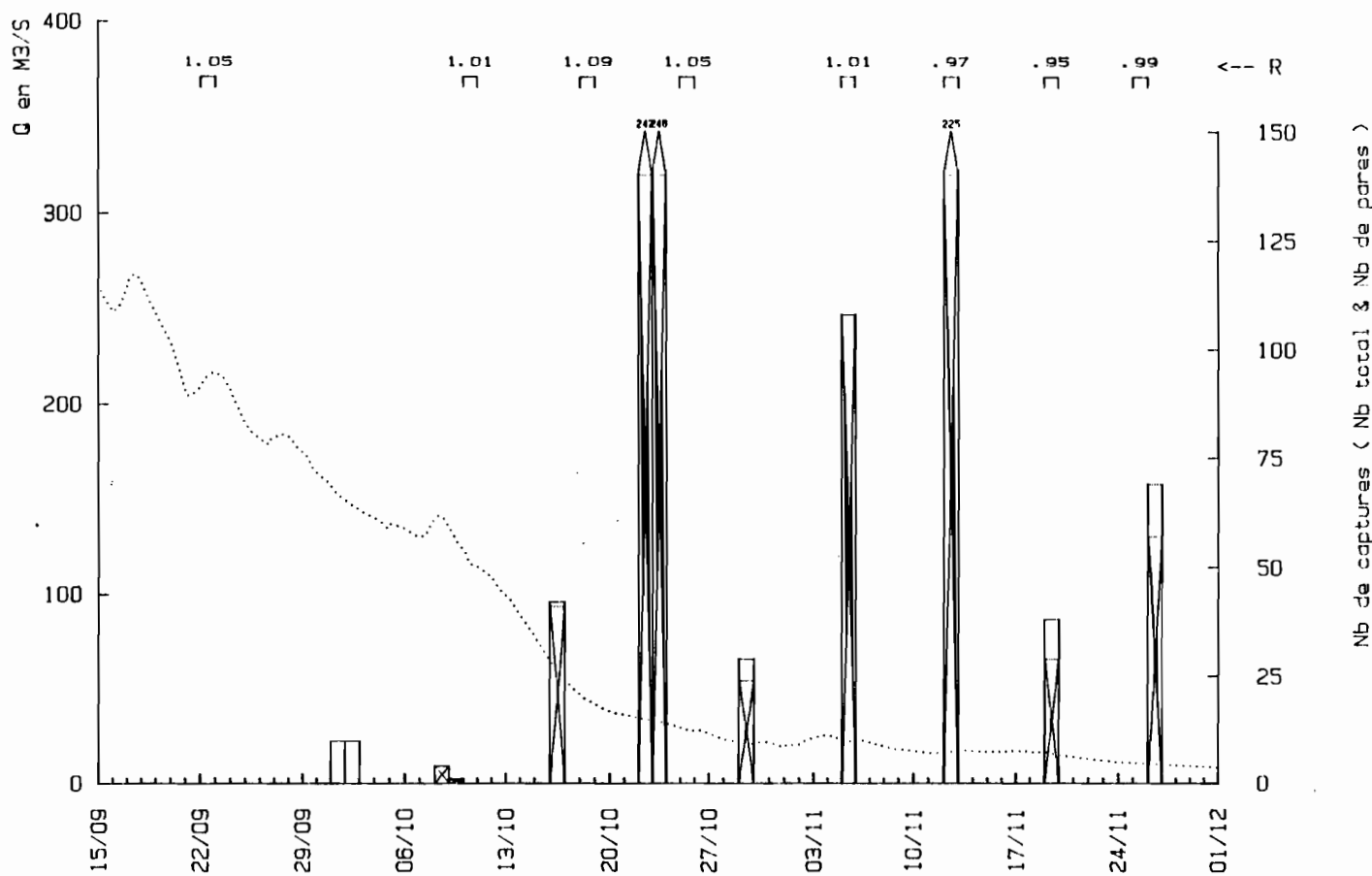
KOUMANGOU A KOUMANGOU 1986 ( semaines 38 a 48 )



OTI A MANGO 1986 ( semaines 27 a 37 )



OTI A MANGO 1986 ( semaines 38 a 48 )



A l'origine des quelques mauvais traitements, on peut trouver 2 types de raisons :

- la mise en défaut, dans certains cas, du modèle de prévision de débit utilisé.
- l'existence d'erreurs de transmission de données dans la chaîne : codage de hauteur → télétransmission → saisie au clavier pour calcul des prévisions → transmission des doses prévues aux pilotes chargés des traitements. Relevant de cette seconde catégorie, on peut noter les incidents suivants :

Kara à Kara : les 3 premiers traitements de l'échantillon, dont un correspond à un fort surdosage, ont été faits alors que la télétransmission ne fonctionnait pas encore à cette station.

Kara à Kpessidé : 23.07.86 : épandage de 3,2 l au lieu des 6,2 l prévus  
 15.09.86 : " 8 l " 23 l "  
 18.10.86 : " 4,5 l " 2,9 l

Binah à Pouda : 3.07.86 : " 0,2 l " 0,02 l

Kéran à Titira : 4.07.86 : " 0,2 l " 0,1 l

Kpelou à Kpessidé : la panne survenue sur cette balise du 30 août au 3 septembre a entraîné l'émission de hauteurs erronées, d'où le fort surdosage du 3 septembre.

Bilan entomologique : Pour cet aspect, les stations se répartissent en 4 groupes :

Koumangou à Koumangou : pas de séance de capture organisée en 1986

Kara à Kara, Kara à Kpessidé, Kéran à Titira : le nombre des captures, assez faible jusqu'à mi-septembre, augmente considérablement à partir de cette date, malgré de bons traitements.

Kéran à Naboulgou, Oti à Mango : le nombre des captures, assez faible jusqu'à mi-octobre, augmente considérablement à partir de cette date, malgré des traitements bien dosés.

Binah à Pouda, Kpelou à Kpessidé : le nombre des captures reste faible pendant toute la saison.

### 3-4. Conclusion

L'étude menée en 1985 dans le cadre du projet pilote "télétransmission des données hydrologiques", avait démontré l'intérêt, tant économique que sur le plan de l'amélioration des traitements des rivières, d'un système de télétransmission des niveaux aux stations hydrométriques. La télétransmission avait par ailleurs permis l'utilisation de deux modèles de prévision de débit en temps réel : l'un, de type autorégressif, s'était avéré peu efficace ; l'autre, de type modèle de propagation avait permis d'améliorer encore la qualité des traitements en les adaptant précisément aux débits des rivières au moment des injections.

L'exploitation du réseau pilote de télétransmission en 1986, a permis, outre la confirmation de résultats de 1985, d'affirmer que l'utilisation d'un modèle autorégressif de prévision de débit pouvait être efficace à condition d'en calculer les coefficients rivière par rivière. Le gain de précision obtenu à +5 heures se traduit par une augmentation de 10%

de la probabilité de faire moins de 20% d'erreur. Cette amélioration qui peut sembler modeste ne doit pourtant pas être négligée si l'on pense que de nombreuses rivières qui seront équipées en télétransmission, ne le seront qu'à une seule station, ne pouvant donc ainsi bénéficier d'un modèle de propagation. Par ailleurs on peut encore espérer améliorer l'efficacité du modèle autorégressif présenté, comme il est expliqué en annexe 4.

En 1986 le fonctionnement de la station de réception a été nominal pendant les 6 mois de la campagne. Les moyennes de 4,9 messages par jour et par station et de 5,9 passages captés par jour, peuvent servir de référence à la nouvelle station de réception installée à Kara en 1987.

Comme en 1985, la bonne qualité des traitements n'a pas empêché une explosion du nombre des captures de simulies à de nombreuses stations, à partir de mi-septembre ou mi-octobre.

### 4 - Redéploiement du réseau de balises

Sur les 8 balises constituant le réseau pilote, il a été finalement décidé de n'en transférer que 3 au Bénin, au lieu des 5 initialement prévues.

Le tableau 4 indique les numéros argos des balises, les dates d'installation et dates de mises en service en 1987.

Tableau 4 - Répartition des balises OMS équipant des limnigraphes OTTX au 20-06-87

N° Argos	Station	Date d'installation	Date de mise en service	Alimentation
95 80	Binah à Pouda	18-5-87	18-5-87	piles AD 238
95 81	Kéran à Titira	16-6-84	16-5-87	"
95 82	Kéran à Naboulgou	16-5-87	16-5-87	"
95 83	Oti à Mango	17-6-84	18-5-87	"
95 84	Kara à Kpessidé	16-4-84	15-5-87	"
95 85	Sota à Gbassé	mars-avril 87	mai 87	"
95 86	Okpara à Kaboua	mars-avril 87	mai 87	"
95 87	Ouémé à Savé	mars-avril 87	mai 87	batterie auto. de 40 A.h.

Les 140 piles AD 238 reçues ne permettant l'alimentation que de 7 balises, celle installée sur l'ouémé à Savé reste alimentée par une batterie auto, avec les inconvénients que cela entraîne. Les batteries auto non utilisées (une de 70 A.h., quatre de 60 A.h. et trois de 40 A.h.) sont stockées (sauf deux de 40 A.h. restées au Bénin) dans le local des télétransmissions à Kara. Elles devront être conservées en prévision de dépannages éventuels.

### 5 - Installation d'une sonde CHLOE sur le Mô à Bongoulou

La sonde CHLOE est le matériel choisi par l'OMS pour étendre son réseau de télétransmission de données hydrologiques.

Une sonde de ce type a été installée et mise en service le 5 février 1987 sur le Mô à Bongoulou. Son adresse Argos est : 10.170. Le bas du coffret contenant le système émetteur est à 12,92 m au-dessus du zéro de l'échelle.



Du fait de la non réception du programmeur amovible nous n'avons pu initialiser la sonde, si bien que les données télétransmises ainsi que celles qui sont stockées sur la cassette EPROM incorporée subissent un décalage arbitraire par rapport à la côte à l'échelle.

Les mesures effectuées au banc de test indiquent un décalage de 36 cm. Par conséquent, tant que la sonde n'aura pas été correctement initialisée, il faudra appliquer la transformation suivante :

$$H \text{ échelle} = H \text{ télétransmis} + 36 \text{ cm.}$$

Remarque : comme on peut le voir sur l'annexe photographique du tome 1 de ce rapport, il sera nécessaire de couper encore quelques arbres autour de la guérite de la sonde, pour faciliter à la fois l'éclairement des cellules photovoltaïques qui alimentent la station, et la bonne émission des messages vers les satellites.

## II - INSTALLATION DE BORNES REPERES LIMNIMETRIQUES

La télétransmission des niveaux limnimétriques permet d'adapter précisément le dosage des insecticides aux débits des rivières. Malheureusement, cette solution n'est pas envisageable pour les plus petites rivières traitées, principalement à cause du nombre limité d'appareils dans lequel l'OCP peut investir.

Par ailleurs, le régime hydrologique des rivières à petit bassin versant est généralement caractérisé par un écoulement de base sur lequel viennent s'ajouter des crues qui peuvent faire centupler le débit en quelques heures, le retour au débit de base s'effectuant ensuite en quelques heures ou quelques jours. Dans ces conditions il est très hasardeux de faire de la prévision autorégressive, et il est donc nécessaire de connaître le débit s'écoulant dans la rivière peu de temps avant les traitements.

A cette fin, il a été décidé d'expérimenter l'utilisation de bornes repères limnimétriques visibles d'hélicoptère. Ces bornes doivent servir aux pilotes chargés des traitements, à repérer les niveaux et en déduire, à l'aide de fiches d'étalonnages, les doses d'insecticide à injecter.

Les 5 rivières équipées sont les suivantes :

Kpaya à Atchangbadé	:	installation le	16-7-86
Katcha à Dimouri	:	"	24-7-86
Kaoua à Ouakadé	:	"	23-7-86
Massabo (Diansée) à Kétao	:	"	21-7-86
Koumangou à Korontière	:	"	13-2-87

Suite à l'installation tardive des bornes, certaines, relatives aux basses eaux, n'ont pu être correctement ancrées et ont été emportées par des crues : il s'agit des bornes de basses eaux de Kpaya et Kaoua. A Kétao, une borne, bien que correctement ancrée, a été couchée lors d'une crue par le passage d'un énorme tronc d'arbre.

Après les réparations nécessaires et le déplacement des repères d'Atchangbadé (finalement peints sur une pile du pont routier), les stations étaient opérationnelles début 87, et les fiches synthétiques d'étalonnage destinées aux pilotes ont été remises à l'antenne OCP de Kara

à la même époque. Les étalonnages des repères, ainsi que des photos, se trouvent en annexe du tome 1.

### **Le problème des étalonnages**

L'installation de repères visibles d'hélicoptère n'entraîne pas de grosses dépenses, surtout si ceux-ci peuvent être apposés sur des supports déjà existants (piles de ponts).

Pour l'étalonnage de ces repères, dans les cas où ceux-ci ne peuvent être "raccordés" à une batterie d'échelles limnimétriques déjà étalonnée, il est cependant nécessaire de faire des jaugeages.

Quand on sait que pour obtenir un étalonnage, même rudimentaire, il faut pouvoir disposer d'au moins une dizaine de mesures à des côtes assez réparties, on conçoit que cela puisse revenir cher si on se déplace sur ces stations spécialement pour les jaugeages.

Cependant, les mesures peuvent être très bon marché si elles sont confiées aux équipes de captureurs de simules, comme il est prévu. Il est certain que ceux-ci ont peu de chances d'arriver sur les lieux lors du passage d'une crue, et que de toutes façons ils n'ont pas été formés pour le jaugeage des hautes eaux. Il faudra donc, dans un premier temps, estimer l'étalonnage des hautes eaux en extrapolant celui des basses eaux. Les mesures de hautes eaux pourront être confiées à l'équipe hydrologique spécialisée que l'OCP envisage de recruter.

Ce schéma d'exploitation montre que l'installation et l'étalonnage de repères limnimétriques visibles d'hélicoptère peut être considéré comme faisable pour l'OCP.

Il reste maintenant à connaître l'avis des pilotes sur l'utilisation opérationnelle des repères déjà installés, avant de décider d'autres installations.

### III - FORMATION DES PERSONNELS DE L'OMS A LA TECHNIQUE DES Jaugeages de basses eaux

Le stage de formation devait initialement durer 5 semaines et concerner 20 personnes. Il a en fait duré 7 semaines, au cours desquelles 39 stagiaires ont reçu un apprentissage à la technique du jaugeage des basses eaux.

Le cycle de formation durait une semaine et comportait :

- Présentation du matériel utilisé
- Exposé du principe de la mesure
- Choix des sections de mesures
- Matérialisation de la section
- Répartition des points de mesures dans la section
- Chaque stagiaire effectuait une mesure de débit sur le terrain par jour
- Présentation du principe de dépouillement, avec la méthode graphique et la méthode des rectangles moyens.
- Présentation et apprentissage du dépouillement sur calculatrice HP 11C.

Bilan du stage : Hormis quelques éléments dont le niveau était insuffisant pour qu'ils puissent maîtriser la partie dépouillement, l'ensemble des stagiaires a bien suivi la formation.

Une notice aide-mémoire a été remise en nombre suffisant pour qu'elle soit distribuée à chacun des participants.

En annexe 3 figure la liste des participants et en annexe 4 la notice aide-mémoire.

**A N N E X E S**

Annexe 1
----------

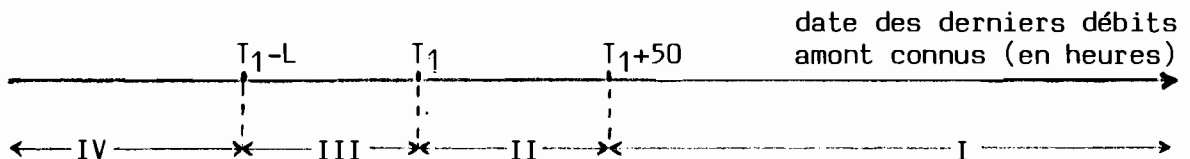
## I - PREVISION UTILISANT DES DONNEES DE L'AMONT : MODELE DE PROPAGATION

### 1 - Choix des modes et horizons de prévision selon les données disponibles

On note  $Q_1$  le débit à la station aval, dont les données sont connues jusqu'au temps  $T_1$ , et  $Q_2$  le débit à la station amont, dont les données sont connues jusqu'au temps  $T_2$ . On veut prédire les débits de la station aval.

Selon les positions relatives de  $T_1$  et  $T_2$  dans l'échelle des temps, le mode de calcul de prévision de débit, ainsi que les horizons de prévision sont calculés de différentes façons.

Considérons le schéma suivant :



Si  $T_2$  se situe dans les domaines I, II, III ou IV, on a respectivement :

- Domaine I : les prévisions, notées  $P$ , sont faites aux horizons de temps  $T_2 + 2$ ,  $T_2 + 5$  et  $T_2 + 10$ , par calcul de propagation de débit à partir de l'amont (noté  $Q'$ ), sans calage avec les données de l'aval, soit :

$$P(T_2 + 2) = Q'(T_2 + 2)$$

$$P(T_2 + 5) = Q'(T_2 + 5)$$

$$P(T_2 + 10) = Q'(T_2 + 10)$$

- Domaine II : Les prévisions  $P$  sont faites aux horizons  $T_2 + 2$ ,  $T_2 + 5$  et  $T_2 + 10$ , par calcul de propagation de débit de l'amont, donnant  $Q'$ , avec recalage du résultat sur les données de l'aval, soit :

$$\begin{aligned}
 P(T_2 + 2) &= Q'(T_2 + 2) + \left[ -Q'(T_1 + 1) + 2Q(T_1) - Q(T_1 - 1) \right] \\
 P(T_2 + 5) &= Q'(T_2 + 5) + \left[ -Q'(T_1 + 1) + 2Q(T_1) - Q(T_1 - 1) \right] \\
 P(T_2 + 10) &= \underbrace{Q'(T_2 + 10)}_{\text{calcul de débit propagé de l'amont}} + \underbrace{\left[ -Q'(T_1 + 1) + 2Q(T_1) - Q(T_1 - 1) \right]}_{\text{Calage du résultat sur le débit aval au temps } T_1 + 1, \text{ calculé par extrapolation linéaire}}
 \end{aligned}$$

- **Domaine III** : Les prévisions P sont faites en principe aux horizons  $T_1 + 2$ ,  $T_1 + 3$  et  $T_1 + 10$ . Cependant, pour chaque horizon de prévision, il est examiné si les données amont ne sont pas trop anciennes, compte tenu de la vitesse de propagation de crue estimée à partir de ces mêmes données, pour estimer le débit propagé à l'aval. C'est-à-dire qu'on calcule en fait une limite L pour chaque horizon de prévision.

Quand le calcul peut être fait (ce qui était presque toujours le cas pour Naboulgou et Koumangou quand les données amont n'étaient pas plus anciennes qu'une dizaine d'heures que les données aval), les prévisions P sont calculées par propagation des débits amont, qui donne Q', avec recalage du résultat sur les données aval, soit :

$$P (T_1 + 2) = Q' (T_1 + 2) + [- Q' (T_1 + 1) + 2 Q (T_1) - Q (T_1 - 1)]$$

$$P (T_1 + 5) = Q' (T_1 + 5) + [- Q' (T_1 + 1) + 2 Q (T_1) - Q (T_1 - 1)]$$

$$P (T_1 + 10) = Q' (T_1 + 10) + [- Q' (T_1 + 1) + 2 Q (T_1) - Q (T_1 - 1)]$$

- **Domaine IV** : Les données amont sont trop anciennes pour qu'on puisse faire un calcul de propagation aux horizons  $T_1 + 2$ ,  $T_1 + 5$  et  $T_1 + 10$ . On fait alors seulement une estimation de débit aux horizons  $T_1 + 2$  et  $T_1 + 5$  par schéma autorégressif du type :

$$P (T_1 + 2) = Q (T_1) + \frac{2}{3} [3 Q (T_1) - 4 Q (T_1 - 1) + Q (T_1 - 2)]$$

$$P (T_1 + 5) = Q (T_1) + \frac{5}{3} [3 Q (T_1) - 4 Q (T_1 - 1) + Q (T_1 - 2)]$$

## 2 - Le modèle de propagation de débit

Etant donné le temps T pour lequel on veut calculer le débit propagé à l'aval, et étant donné les valeurs de débit amont  $Q(T)$ ,  $Q(T-1)$ ,  $Q(T-2)$  etc..., on commence par chercher l'intervalle de temps  $(t_1, t_2)$  tel que le débit écoulé à l'aval au temps T peut être calculé à partir des débits de l'amont entre les temps  $T - t_1$  et  $T - t_2$ . C'est-à-dire que les débits amont plus anciens que  $T - t_2$  ainsi que ceux plus récents que  $T - t_1$  n'ont pas d'influence sur le débit aval au temps T.

Pour cela, on utilise la réponse impulsionnelle suivante :

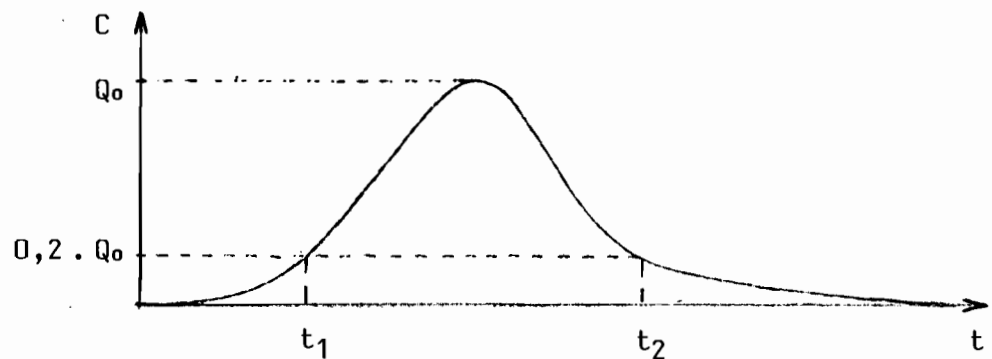
$$C = \frac{X}{T \sqrt{4 \pi D T}} e^{-\left(\frac{X^2 + t^2 U}{4 T D}\right)} \cdot e^{-\frac{U X}{2 D}}$$

avec :

- $X$  : distance entre les stations
- $U$  : vitesse moyenne de l'écoulement
- $D$  : coefficient de diffusion
- $t$  : temps

$U$  et  $D$  sont calculés à partir du débit et de paramètres topographiques du cours de la rivière.

$C$  représente la réponse au temps  $t$  à la station aval d'abscisse  $X$ , à une impulsion unité à la station amont au temps 0. En fonction de  $t$ ,  $C$  est une courbe en forme de cloche avec un maximum  $Q_0$ .



Par un calcul itératif, on cherche alors  $t_1$  et  $t_2$  tels que :

$$\begin{cases} C(t_1) \approx Q_0 \cdot 0,2 \\ C(t_2) \approx Q_0 \cdot 0,2 \end{cases}$$

avec  $U$  et  $D$ , intervenant dans le calcul de  $C$ , calculés à partir du débit moyen amont entre  $T - t_2$  et  $T - t_1$ .

Une fois déterminés  $t_1$  et  $t_2$ , le débit aval au temps  $T$ , causé par la propagation des débits passés à l'amont entre  $T - t_2$  et  $T - t_1$ , est calculé par convolution entre  $T - t_2$  et  $T - t_1$  du débit amont et de la réponse impulsionnelle suivante :

$$C = \frac{U}{2 \sqrt{\pi D t}} e^{-\left(\frac{X - Ut}{2 \sqrt{D t}}\right)^2}$$

$$\text{Soit : } Q'(T) = \int_{t_1}^{t_2} Q(T-t) \cdot \frac{U}{2 \sqrt{\pi D t}} e^{-\left(\frac{X - Ut}{2 \sqrt{D t}}\right)^2} dt.$$



## II - PREVISIONS AVEC DONNEES AVAL SEULES : MODELE AUTOREGRESSIF

Si on note  $D$  le délai de prévision,  $P$  le débit prévu et  $Q$  le débit, alors le modèle autorégressif adopté se présente sous la forme suivante :

$$P(t + D) = C_0 \cdot Q(t) + C_1 Q(t - A_1) + C_2 Q(t - A_2)$$

La mise au point du modèle consiste pour chaque station, après avoir choisi  $A_1$  et  $A_2$  (respectivement 1 et 2 heures pour tous les délais de prévision à toutes les stations sauf Mango, où pour les délais + 5 et + 10 heures on a pris  $A_1 = 2$  et  $A_2 = 4$  heures), à déterminer les coefficients  $C_0$ ,  $C_1$  et  $C_2$  les plus efficaces.

En 1985, ces coefficients avaient été déterminés de façon à ce que  $P(t + D)$  tienne compte du débit au temps  $t$ , de la pente du débit au temps  $t$ , et de la concavité de la courbe de débit au temps  $t$ . Les coefficients étaient donc les mêmes pour toutes les stations, et les résultats obtenus avaient été peu encourageants.

En 1986, les coefficients ont été déterminés à l'aide d'un programme de corrélation multiple utilisé sur les échantillons de débits de 1985. Ce programme déterminait les coefficients  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  et  $C_3$  pour chaque station, tels que :

$$P(t + D) \equiv C_0 \cdot Q(t) + C_1 Q(t - A_1) + C_2 Q(t - A_2) + C_3$$

Le symbole  $\equiv$  signifiant : minimisation de la somme (calculée sur l'ensemble de l'échantillon) des carrés des écarts entre  $Q(t + D)$  réel et  $P(t + D)$  calculé par la formule.

La somme des coefficients  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  étant toujours proche de 1, on la ramenait alors par tâtonnements égale à 1 et on prenait  $C_3 = 0$ , de telle sorte qu'en cas de débit constant, la prévision autorégressive donne la même valeur de débit constant, ce qui est logique.

Les résultats obtenus en 1986 en utilisant des coefficients d'autorégression déterminés par cette méthode montre une amélioration par rapport à l'ancienne méthode.

On peut espérer apporter encore une amélioration, en se passant de la phase de tâtonnement pour ramener la somme de  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  à 1 et annuler  $C_3$ . Il s'agit de calculer directement  $C_0$ ,  $C_1$  et  $C_2$  tels que :

$$\begin{cases} P(t+D) \cong C_0 \cdot Q(t) + C_1 Q(t-A_1) + C_2 Q(t-A_2) \\ C_0 + C_1 + C_2 = 1 \end{cases}$$

Ceci équivaut à :

$$\begin{cases} C_2 = 1 - C_0 - C_1 \\ [P(t+D) - Q(t-A_2)] \cong C_0 [Q(t) - Q(t-A_2)] + C_1 [Q(t-A_1) - Q(t-A_2)] \end{cases}$$

La détermination de  $C_0$  et  $C_1$  se fait par calcul classique de corrélation double avec constante nulle.

Toujours pour apporter une amélioration au modèle autorégressif, on pourrait tester un schéma du type :

$$\begin{cases} P(t+D) \cong [Q(t)]^{E_0} \cdot [Q(t-A_1)]^{E_1} \cdot [Q(t-A_2)]^{E_2} \\ E_0 \cdot E_1 \cdot E_2 = 1 \end{cases}$$

Ce schéma se ramène au schéma précédent par un changement de variable en logarithme, et a l'avantage de déterminer des coefficients qui minimisent non plus la somme des carrés des écarts, mais la somme des carrés des écarts relatifs. Or pour les traitements des rivières, c'est plus l'erreur relative en débit que l'erreur en débit qui est importante.

PERIODE DU 1<sup>er</sup> JUILLET AU 30 NOVEMBRE

PERIODE DU 1<sup>er</sup> AOUT AU 15 OCTOBRE

OTI A MANGO

OTI A MANGO

EFFICACITE DES PREVISIONS

EFFICACITE DES PREVISIONS

A 2 HEURES

A 2 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	7	10	4	5	2	4	6	7	12	8	20	10	4	13.7	45.1
2	0	0	1	0	1	4	40	52	1	0	0	0	0	0	-4	3.7
3	0	0	0	0	0	0	54	46	0	0	0	0	0	0	-2	1.2

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	3	14	8	8	4	3	7	8	14	9	20	3	0	4.0	28.2
2	0	0	0	0	0	5	49	46	0	0	0	0	0	0	-6	2.1
3	0	0	0	0	0	0	65	35	0	0	0	0	0	0	-3	.9

A 5 HEURES

A 5 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	7	10	4	6	1	4	7	6	11	7	20	11	4	14.1	45.8
2	0	0	1	1	1	7	37	48	5	0	0	0	0	0	-3	4.9
3	0	0	0	0	0	1	46	52	0	0	0	0	0	0	-1	1.7

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	3	14	8	9	3	3	8	7	15	8	19	4	0	4.3	28.6
2	0	0	0	0	1	7	47	45	0	0	0	0	0	0	-5	2.9
3	0	0	0	0	0	0	50	50	0	0	0	0	0	0	-2	1.2

A 10 HEURES

A 10 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	7	10	3	6	3	5	5	5	11	8	21	11	4	15.1	47.1
2	0	0	1	1	5	6	25	45	14	2	0	0	0	0	.0	6.8
3	0	0	0	0	1	3	44	48	3	1	0	0	0	0	.1	3.1

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	3	12	7	11	3	4	5	5	15	10	21	4	0	5.2	29.0
2	0	0	0	0	4	7	33	48	8	0	0	0	0	0	-3	4.3
3	0	0	0	0	0	1	48	47	4	0	0	0	0	0	.1	2.1

- 1 : Le debit a prevoir est pris egal a celui du vendredi precedent
- 2 : Le debit a prevoir est pris egal a la derniere hauteur teletransmise
- 3 : Le debit a prevoir est obtenu par le calcul

- 1 : Le debit a prevoir est pris egal a celui du vendredi precedent
- 2 : Le debit a prevoir est pris egal a la derniere hauteur talatransmise
- 3 : Le debit a prevoir est obtenu par le calcul

PERIODE DU 1<sup>er</sup> AOUT AU 15 OCTOBRE

KPELOU A KPESSIDE

EFFICACITE DES PREVISIONS

A 2 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %															Moy	Ectyp
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%	%	%
1	0	28	12	7	7	3	1	4	1	1	5	4	12	14	14.5	110.0
2	0	7	1	3	4	4	9	12	12	23	5	11	8	0	7.6	30.7
3	0	5	0	3	7	7	16	12	20	15	8	4	1	1	3.5	25.5

A 3 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %															Moy	Ectyp
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%	%	%
1	0	24	14	3	8	1	4	5	1	1	3	8	9	18	24.4	117.2
2	0	5	4	1	1	3	8	3	9	22	16	9	15	3	19.6	41.6
3	0	5	1	1	1	5	11	12	11	18	19	8	5	1	12.3	36.5

PERIODE DU 1<sup>er</sup> JUILLET AU 30 NOVEMBRE

KPELOU A KPESSIDE

EFFICACITE DES PREVISIONS

A 2 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %															Moy	Ectyp
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%	%	%
1	0	18	9	5	5	4	3	4	4	3	5	11	15	14	30.0	102.6
2	0	4	1	3	5	13	13	21	12	14	5	5	4	1	4.1	25.5
3	0	3	1	3	5	7	22	21	20	12	4	2	1	1	2.2	19.9

A 3 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %															Moy	Ectyp
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%	%	%
1	0	16	9	3	6	3	5	5	3	3	5	12	13	17	36.2	106.1
2	0	3	2	2	3	7	17	12	15	15	10	6	7	2	11.7	35.2
3	0	3	1	3	2	9	19	17	15	13	11	5	3	1	6.9	27.2

PERIODE DU 1<sup>e</sup> JUILLET AU 30 NOVEMBRE

KARA A KPESSIDE

EFFICACITE DES PREVISIONS

A 2 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	23	10	3	5	2	1	1	0	5	3	6	14	28	45.7	127.1
2	0	4	6	2	9	12	12	30	10	11	3	1	1	0	-3.2	21.5
3	0	2	3	6	10	14	22	23	12	6	1	1	1	0	-3.4	16.0

A 5 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	24	10	3	4	3	0	3	1	3	3	4	15	28	48.8	130.8
2	0	6	6	2	3	7	11	25	7	13	11	4	5	0	1.7	27.9
3	0	3	4	2	5	11	11	28	14	15	3	1	3	0	1.3	21.1

PERIODE DU 1<sup>e</sup> AOUT AU 15 OCTOBRE

KARA A KPESSIDE

EFFICACITE DES PREVISIONS

A 2 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	32	14	6	8	3	0	1	0	4	3	6	10	12	-7.1	74.0
2	0	3	10	3	6	12	9	32	12	8	1	3	1	0	-4.1	21.1
3	0	1	4	6	10	18	19	22	12	3	1	3	0	0	-3.6	15.1

A 5 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	32	16	5	5	4	0	4	0	3	4	4	12	12	-4.7	74.6
2	0	5	10	1	4	8	10	16	8	16	10	5	6	0	2.2	29.5
3	0	3	5	1	5	12	9	23	21	12	4	0	5	0	2.4	22.5

PERIODE DU 1<sup>e</sup> JUILLET AU 30 NOVEMBRE

KARA A KARA

EFFICACITE DES PREVISIONS

A 2 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	12	12	4	5	1	1	2	1	1	1	10	22	26	65.8	130.0
2	0	4	2	3	1	5	23	29	13	12	3	2	1	0	.3	19.0
3	0	2	2	1	4	7	30	35	8	9	2	0	0	0	-1.7	13.3

A 5 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	12	11	4	5	0	2	1	2	1	1	7	24	29	72.2	136.0
2	0	4	2	3	1	3	19	27	14	12	3	5	3	1	4.6	26.2
3	0	2	2	1	2	2	11	41	14	12	2	7	3	0	5.0	21.1

PERIODE DU 1<sup>e</sup> AOUT AU 15 OCTOBRE

KARA A KARA

EFFICACITE DES PREVISIONS

A 2 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	20	16	9	11	2	2	2	2	2	0	7	9	18	46.8	161.3
2	0	7	2	4	0	2	24	27	7	16	4	4	2	0	1.5	22.1
3	0	2	2	0	2	4	38	27	7	13	4	0	0	0	.2	12.5

A 5 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	18	16	9	11	0	4	2	2	2	0	7	7	22	55.9	169.5
2	0	7	0	4	2	0	22	18	13	13	2	9	7	2	8.4	32.4
3	0	2	2	0	2	0	13	33	11	13	2	13	7	0	9.7	24.8

PERIODE DU 1<sup>o</sup> JUILLET AU 30 NOVEMBRE

PERIODE DU 1<sup>o</sup> AOUT AU 15 OCTOBRE

BINAH A POUDA

BINAH A POUDA

EFFICACITE DES PREVISIONS

EFFICACITE DES PREVISIONS

A 2 HEURES

A 2 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	23	10	3	4	1	1	0	1	1	5	9	15	28	173.1	436.0
2	0	6	3	1	6	7	18	32	13	5	3	3	1	1	.0	32.3
3	0	3	0	3	9	9	26	30	11	4	3	1	0	0	-2.6	16.1

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	32	13	5	7	0	1	0	1	1	3	5	7	24	199.1	496.9
2	0	9	3	0	5	7	16	31	11	8	3	5	1	1	1.1	41.6
3	0	5	0	1	11	11	23	32	9	3	3	3	0	0	-3.2	17.8

A 5 HEURES

A 5 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	22	8	4	4	2	1	0	1	2	3	9	15	28	178.3	446.2
2	0	5	2	5	2	3	17	31	12	6	6	4	5	1	5.4	40.5
3	0	3	2	1	5	5	26	30	11	9	5	1	1	1	1.1	22.6

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	31	11	7	5	3	3	0	1	3	3	5	7	23	204.5	508.0
2	0	7	3	4	1	0	16	33	7	4	9	5	8	3	9.4	52.5
3	0	4	1	1	5	1	25	31	9	12	5	1	1	1	2.0	26.3

PERIODE DU 1<sup>o</sup> JUILLET AU 30 NOVEMBRE

PERIODE DU 1<sup>o</sup> AOUT AU 15 OCTOBRE

KERAN A TITIRA

KERAN A TITIRA

EFFICACITE DES PREVISIONS

EFFICACITE DES PREVISIONS

A 2 HEURES

A 2 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														Moy	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	18	9	5	3	3	1	1	5	3	11	17	19	84.2	264.3	
2	0	1	5	1	3	5	21	33	14	10	4	3	1	0	1.0	17.6
3	0	1	1	2	7	9	30	31	9	7	1	3	0	0	-6	13.7

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														Moy	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	25	13	8	5	5	7	3	3	5	1	9	8	7	-8.4	63.0
2	0	0	11	3	4	3	12	25	20	15	7	1	0	0	.3	18.4
3	0	1	3	3	11	7	21	24	15	12	1	3	0	0	-1	14.4

A 5 HEURES

A 5 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														Moy	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	19	7	5	1	4	4	3	1	3	5	10	19	19	89.4	274.5
2	0	2	5	3	5	3	13	27	11	14	9	4	3	1	5.5	28.6
3	0	2	3	3	6	3	22	29	12	10	3	3	3	1	3.4	26.5

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														Moy	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	27	11	8	3	8	5	5	3	4	3	5	13	5	-6.0	65.4
2	0	3	8	3	7	4	5	17	12	17	16	3	4	1	6.9	31.6
3	0	3	4	3	8	3	11	31	13	12	3	3	7	1	6.8	33.8



PERIODE DU 1<sup>e</sup> JUILLET AU 30 NOVEMBRE

KERAN A NABOULGOU

EFFICACITE DES PREVISIONS

A 2 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	19	7	5	5	1	3	3	2	6	6	11	18	14	40.4	135.4
2	0	1	3	3	3	5	25	36	6	12	3	2	1	0	1.1	15.1
3	0	0	1	1	7	8	41	32	7	3	0	1	0	0	-1.0	7.6

A 5 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	20	3	7	7	3	1	3	1	7	5	13	18	14	41.6	135.0
2	0	1	5	5	5	6	12	28	12	17	5	2	3	0	2.9	20.8
3	0	0	1	3	4	9	31	31	13	5	2	0	0	0	-4	9.9

A 10 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	18	5	5	7	3	1	1	2	8	5	12	18	14	41.3	130.2
2	0	3	5	5	5	3	10	21	10	15	10	8	3	1	5.8	29.8
3	0	1	1	1	8	7	32	22	12	8	2	5	1	1	3.3	26.8

- 1 : Le debit a prevoir est pris egal a celui du vendredi precedent
- 2 : Le debit a prevoir est pris egal a la derniere hauteur teletransmise
- 3 : Le debit a prevoir est obtenu par le calcul

PERIODE DU 1<sup>e</sup> AOUT AU 15 OCTOBRE

KERAN A NABOULGOU

EFFICACITE DES PREVISIONS

A 2 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	31	12	4	8	1	4	4	0	7	4	8	15	1	-13.5	55.0
2	0	1	5	7	4	5	20	34	7	14	1	1	0	0	-1.9	16.1
3	0	0	3	0	7	12	39	32	4	1	0	1	0	0	-1.6	8.9

A 5 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	32	5	9	8	3	3	5	0	5	1	12	14	1	-13.3	55.5
2	0	1	8	8	5	9	9	16	14	20	7	0	1	0	-1.1	21.0
3	0	0	1	4	5	12	28	30	15	3	1	0	0	0	-1.3	9.9

A 10 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	32	8	4	13	1	1	1	3	8	3	11	13	1	-13.2	57.1
2	0	4	10	6	7	4	10	8	10	19	8	10	4	0	2.5	29.8
3	0	1	1	1	10	8	22	17	19	10	3	7	0	0	1.9	15.3

- 1 : Le debit a prevoir est pris egal a celui du vendredi precedent
- 2 : Le debit a prevoir est pris egal a la derniere hauteur teletransmise
- 3 : Le debit a prevoir est obtenu par le calcul

PERIODE DU 1<sup>e</sup> JUILLET AU 30 NOVEMBRE

PERIODE DU 1<sup>e</sup> AOUT AU 15 OCTOBRE

KOUMANGOU A KOUMANGOU

KOUMANGOU A KOUMANGOU

EFFICACITE DES PREVISIONS

EFFICACITE DES PREVISIONS

A 2 HEURES

A 2 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	17	7	7	9	1	5	3	1	5	3	17	17	8	13.6	59.3
2	0	1	0	2	2	7	19	51	15	2	1	1	0	0	.5	9.1
3	0	0	0	0	1	3	43	48	3	1	0	0	0	0	.1	3.1

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	22	8	8	12	1	7	5	0	8	4	8	12	4	-4.4	52.2
2	0	0	0	1	1	12	27	41	12	3	1	1	0	0	.8	7.3
3	0	0	0	0	0	4	50	43	3	0	0	0	0	0	-.2	2.5

A 5 HEURES

A 5 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	17	7	7	5	1	5	1	5	3	16	18	8	14.2	60.1	
2	0	1	3	1	6	4	13	44	15	11	1	1	0	0	1.1	12.3
3	0	0	1	1	5	5	33	46	8	2	0	0	0	0	-.1	5.9

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	22	8	11	8	8	1	4	0	9	4	8	12	4	-4.4	53.0
2	0	0	3	0	11	5	20	36	11	11	1	1	0	0	.9	11.1
3	0	0	1	0	7	5	39	39	7	1	0	0	0	0	-.8	6.3

A 10 HEURES

A 10 HEURES

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	17	7	9	6	3	4	1	1	5	6	12	17	11	14.2	61.4
2	0	1	6	2	9	4	7	29	18	12	6	5	0	0	1.7	18.1
3	0	0	3	3	5	3	28	38	13	5	1	0	0	1	1.3	22.9

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS EN %														May	Ectyp	
-100	-50	-30	-20	-10	-05	0	05	10	20	30	50	100	%	%		
1	0	23	7	14	7	5	5	1	3	5	5	8	11	5	-4.5	54.1
2	0	1	3	4	14	7	9	24	14	14	7	4	0	0	1.3	17.4
3	0	0	1	3	9	4	30	31	15	4	1	0	0	1	2.8	30.6

- 1 : Le debit a prevoir est pris egal a celui du vendredi precedent
- 2 : Le debit a prevoir est pris egal a la derniere hauteur teletransmise
- 3 : Le debit a prevoir est obtenu par le calcul

- 1 : Le debit a prevoir est pris egal a celui du vendredi precedent
- 2 : Le debit a prevoir est pris egal a la derniere hauteur teletransmise
- 3 : Le debit a prevoir est obtenu par le calcul

## Annexe 3

## Liste des participants au stage de formation

Date du stage	Sous secteur d'origine	Nom
13 au 18-10-86	Dapaong	Naniogue Séidou
"	"	Issa Mana
"	"	Akakpo Kouami
"	Kara	Daba Koutara
"	"	Koudji Yawo
20 au 25-10-86	Atakpamé	Takpara Gouni
"	"	Sewa Kodjo Kouma
"	"	Etsri Efoe
"	Kara	Kotoko Naguié
"	"	Tchiaou Tchaou
27-10 au 1-11-86	Dapaong	Laré Lamboni
"	"	Apedo Kodjo
"	Kara	Bocco Bosso Abili
"	"	Mankalawoe Djato
"	"	Awadji Adji
3 au 8-11-86	Atakpamé	Kombaté Biongor
"	"	Souka Kanivi
"	Kara	Labi Moussa
"	"	Helegba Yawo
"	"	Gouni Bidjetana
10 au 15-11-86	Atakpamé	Ayiti Kodji
"	"	Agbevohia Koffi
"	"	Gamety Koffi
"	Dapaong	Krouma Adjegnon
"	Kara	Adoko Boureïma
17 au 22-11-86	Tamalé	Ziplim Mohamed
"	"	Agouga Edward
"	"	Ampan Victor
"	Hohoé	Adzah Alex
"	Bolgatanga	Osséï James
"	Kimtampo	Adam Mohamed
"	Ouagadougou	Konaté Kati
24 au 29-11-86	Niamey	Lamine Amadou
"	Bohicon	Otchoumaré Jonas
"	Natitingou	Agbossou Michel
"	Kandi	Amadou Adam
"	Parakou	Gbaguidi Pierre
"	"	Guéguédegbo Félix
"	Kara	Avissey

## PRINCIPE DE LA METHODE

## MESURE DU DEBIT DES RIVIERES EN BASSES EAUX.

Aide mémoire à l'intention du personnel de l'OMS ayant suivi  
le stage de formation organisé par l'ORSTOM

-----

Le débit est le volume d'eau traversant une section de la rivière pendant une unité de temps. Voir figure 1.

La technique présentée ici permet de faire la mesure du débit à partir de l'investigation du champ des vitesses dans la section. Si la vitesse de l'eau était constante sur toute la section, le débit serait égal au produit de la vitesse par la surface de la section.

Malheureusement ce cas ne se présente pas dans la pratique, où la vitesse varie sur la section, à la fois selon l'horizontale et suivant la verticale.

Alors si on désigne par  $S$  l'aire de la section, et si on considère la vitesse  $v$  constante à travers un élément  $dS = dp \times dl$  de la section, le débit est donné par :

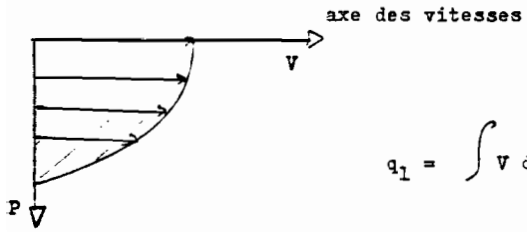
$$Q = \iint_S v ds = \iint_S v dp \times dl = \int_L dl \left( \int_P v dp \right)$$

avec  $L$  : longueur et  $P$  : profondeur.

Ceci est la double intégration de la vitesse sur la section. C'est une approximation de ce calcul qui est faite lors du dépouillement sur la calculatrice.

Il est également possible d'approximer ce calcul par une méthode graphique, qui à l'avantage de mettre en évidence les processus de calcul.

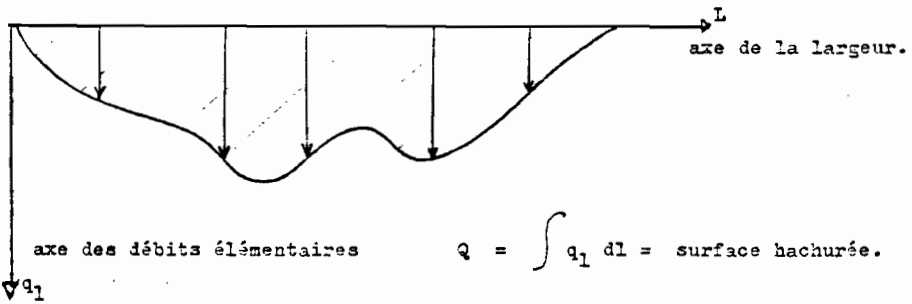
Etant donnée une exploration du champ des vitesses par verticales réparties sur la section, on calcule pour chaque verticale un débit élémentaire  $q_1$  égal à la sommation de la vitesse sur la verticale :



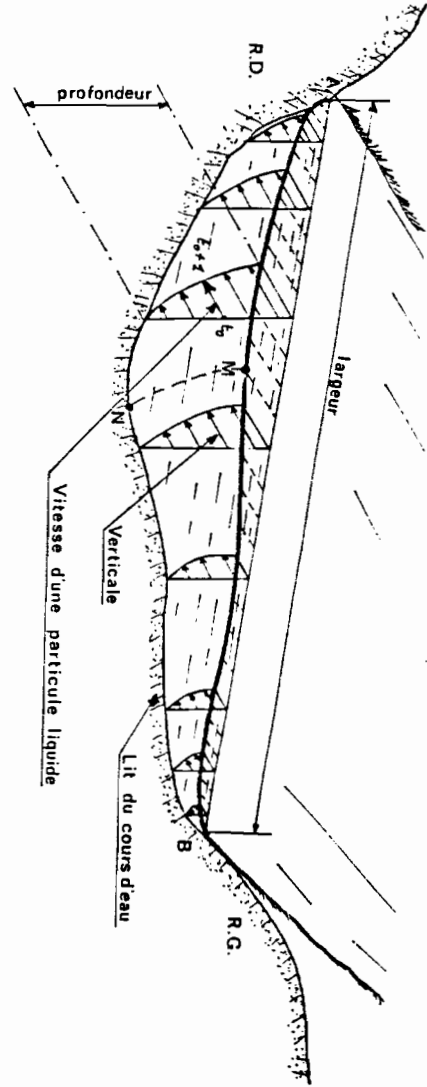
$$q_1 = \int V dp = \text{surface hachurée.}$$

axe des profondeurs.

Le débit total Q est alors égal à la sommation des débits élémentaires sur la largeur :



$$Q = \int q_1 dl = \text{surface hachurée.}$$



Représentation du débit

Fig. 1

D'après Aldegheri : Manuel d'hydrométrie

## LE JAUGDAGE A GUE - MODE OPERATOIRE

D'une façon générale, on procédera dans l'ordre présenté ci-dessous.

### 1/ - Choix de la section de jaugeage.

- assez proche des échelles limnimétriques
- faible profondeur
- écoulement assez uniforme : peu de turbulence
- vitesse pas trop faible.

Dans certains cas, on pourra s'il le faut aménager la section, en retirant des pierres gênantes ou en canalisant l'écoulement.

### 2/ - Matérialisation de la section.

On tend en travers de l'écoulement, un double décimètre ou un câble gradué qui relie les deux rives.

Par rive, on entend ici : endroit près du bord à partir duquel l'eau ne coule pas.

Si possible, on essaie de placer le zéro du double décimètre ou du câble au-dessus d'une rive.

### 3/ - Montage du matériel.

- choix de l'hélice.

En général on fera les mesures avec l'hélice n° 1 (pas de 0,25). Cependant si les vitesses sont très grandes, on pourra utiliser de préférence l'hélice n° 2 (pas de 0,5).

- montage de l'hélice sur le moulinet

L'hélice étant déjà fixée sur son axe, monter le tout sur le moulinet et vérifier la libre rotation. Pour cela, tenir le moulinet horizontalement et souffler dans l'axe de l'hélice. L'hélice doit tourner librement. Si l'hélice ne tourne pas bien, procéder au changement de l'huile dans l'hélice et recommencer le montage.

- fixation du moulinet sur la perche

Le placer de façon que l'axe de l'hélice soit à 10 cm du bas de la perche.

- Branchement du compteur d'impulsions.

- Mise en route du compteur en tournant le bouton inférieur droit sur P

- Réglage du temps de mesure avec les 3 boutons inférieurs gauches. On prend en général : 30 secondes.

- Vérification du bon fonctionnement : faire tourner l'hélice et déclencher le comptage en appuyant sur le bouton supérieur gauche du compteur.

A chaque tour d'hélice le compteur émet un bip sonore, et à la fin du temps de comptage les bips s'arrêtent et le nombre de tours est affiché.

Si cela ne marche pas, vérifier les branchements.

### 4/ - Lecture de la côte à l'échelle et remplissage de l'en-tête.

On remplit l'en-tête de la feuille de jaugeage en indiquant : rivière, station, date, emplacement de la section de jaugeage, nom de l'opérateur, heure de début du jaugeage, côte à l'échelle, temps de comptage, N° de moulinet et n° de l'hélice utilisée. Voir figures 2 et 3.

### 5/ - La mesure.

On essaie de répartir au mieux les points de mesure sur la section à jauger. La procédure indiquée ci-dessous permet de faire 3 points de mesure sur 9 verticales (voir figure 4), cette répartition n'est cependant pas impérative.

- Calcul des intervalles entre les verticales.

Pour avoir 9 verticales de mesures, il suffit de diviser la largeur de la rivière L par 10. On obtient ainsi l'intervalle I entre les verticales.

Par exemple : si  $L = 8,65$  m, alors on prendra  $I = 0,86$  m, qu'on arrondira à 0,90 m.

- 1ère rive :

Noter la distance lue sur le décamètre, et RD si c'est la rive droite ou RG si c'est la rive gauche.

Ajouter I pour arriver à la première verticale de mesure.

- Sur chaque verticale de mesure :

. Veiller à ce que la perche puisse être sur le fond de façon stable. Si ce n'est pas le cas, déplacer un peu la verticale de mesure.

. Noter la distance lue sur le décamètre.

. Noter la profondeur

. Faire si possible 3 mesures sur la verticale, en positionnant l'axe de l'hélice respectivement à : 10 cm du fond, mi profondeur, 10 cm de la surface :

- 1ère mesure à 10 cm sur la perche
- 2ème mesure    profondeur totale divisée par 2.
- 3ème mesure    profondeur totale moins 10 cm.

Pour chaque mesure : maintenir la perche bien verticalement et veiller à ce que l'axe du moulinet soit bien perpendiculaire à la section. Déclencher le comptage en appuyant sur le bouton supérieur gauche. Quand le temps de comptage est écoulé (arrêt des bips sonores) noter le nombre de tours affichés et la distance du moulinet par rapport au fond.

- 2ème rive :

Une fois passées toutes les verticales de mesures, noter la distance lue sur le décamètre au niveau de la 2ème rive : RG ou RD selon la rive.

6/ - Lecture de la côte à l'échelle.

A la fin du jaugeage on note l'heure et la côte à l'échelle.

7/ - Entretien du matériel.

Après chaque jaugeage, le matériel doit être démonté et rangé dans le coffret à instruments.

On prendra particulièrement soin du compteur, du moulinet, des hélices et l'axe d'hélice qui sont des pièces fragiles.

. Eviter les chocs

. Penser à éteindre le compteur, et en cas de non utilisation prolongée, retirer les piles d'alimentation.

. Ne pas laisser le compteur exposé en plein soleil

. Nettoyer le moulinet et l'hélice s'ils ont des traces de boue.

. Ne jamais oublier de mettre le capuchon de protection sur l'axe d'hélice pour le stockage. Cette pièce est très fragile.

. Changer régulièrement l'huile de l'hélice en nettoyant les pièces (axe, roulement) avec un peu d'essence.

Fig. 3

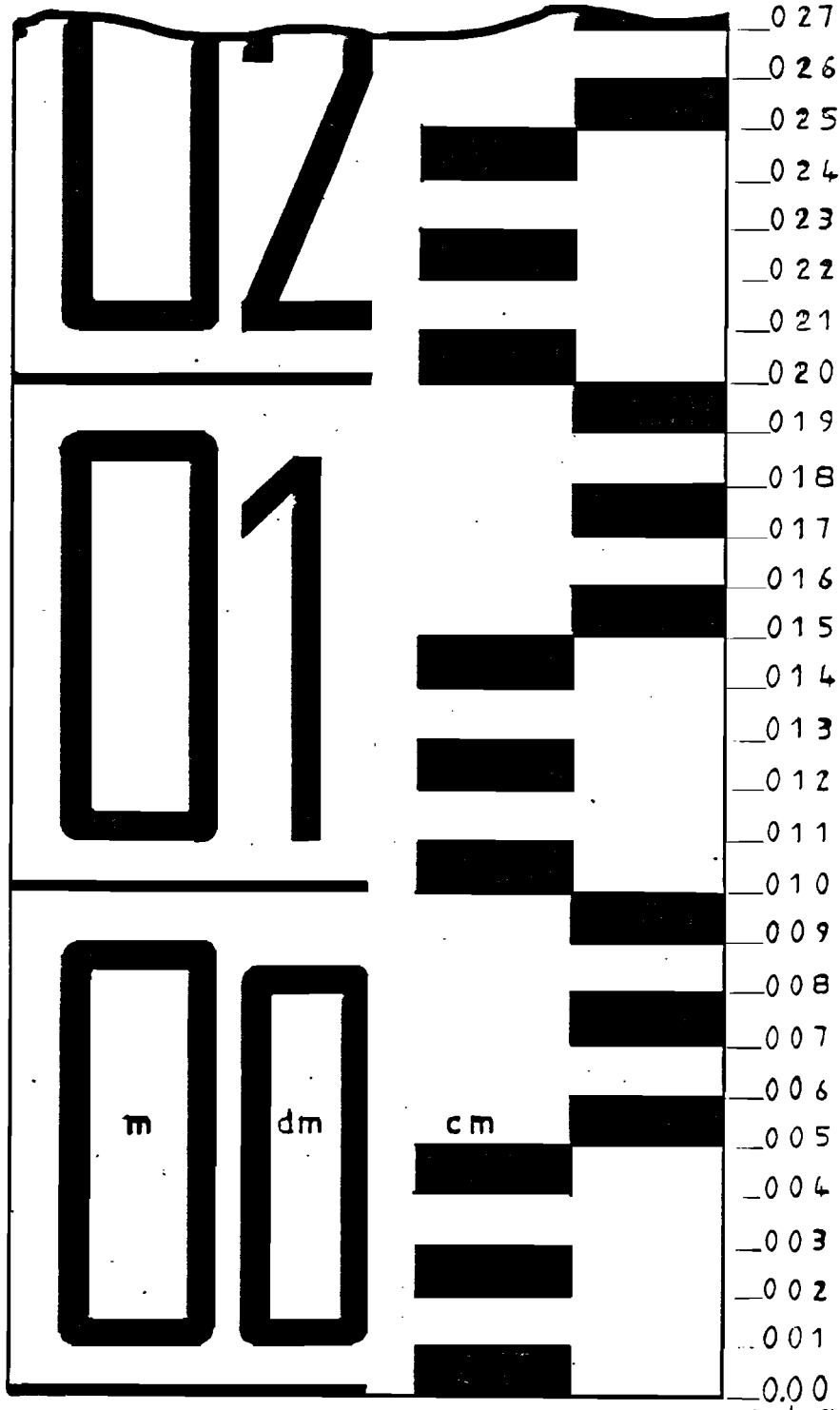


Fig. 2 Feuille de jaugeage dérivée avec HP 11 C.

Rivière : <u>KARA</u>		JAUGEAGE DU : <u>26-11-86</u>		N° <u>1357</u>	
Station : <u>KPESSIOE</u>		Emplacement de la section : <u>Amont station Tetebe</u>		Hauteurs <u>D 0.35</u>	
Observations : _____		Moulinet : <u>2280</u> Hélice n° : <u>9716-4</u> Pas : _____		D <u>0.1128</u>	
_____		Formule de tarage : <u><math>W = 0.137A + 0.023</math></u>		Nature de la section : <u>labbe</u> Heure _____	
_____		Opérateur : <u>AMADOU A.</u>		F12 <sup>h</sup> 04 F 035	

	Distances	Prof <sup>ns</sup>	Prof <sup>ns</sup> Moulinet	Angle cable	Prof <sup>ns</sup> corrigées	N/tours	T/sec.	N/T	V m sec	Observations
R0	0,00									q <sub>i</sub>
V <sub>1</sub>	3,00	026	010			0	30"			q <sub>1</sub> = 0,0074
			020		8	30"		q <sub>1</sub>		
V <sub>2</sub>	6,00	042	010			16	30"			q <sub>2</sub> = 0,0432
			029		19	"				
			032		23	"				
V <sub>3</sub>	9,00	046	010			20	30"			q <sub>3</sub> = 0,0607
			023		34	"		13		
			036		26	"				
V <sub>4</sub>	12,00	047	010			31	"			q <sub>4</sub> = 0,0821
			024		38	"				
			037		42	"				
V <sub>5</sub>	15,00	053	010							
			027		36	"			q <sub>5</sub> = 0,0955	
			043		39	"				
V <sub>6</sub>	18,00	070	010			31	"			q <sub>6</sub> = 0,1238
			035		37	"				
			060		40	"				
V <sub>7</sub>	21,00	072	010			26	"			q <sub>7</sub> = 0,1152
			036		35	"				
			062		34	"				
V <sub>8</sub>	24,00	043	010							
			021		7	"				
			032		19	"			q <sub>8</sub> = 0,0394	
R6	23,30	0				27	"			
										Q = 1,687 m <sup>3</sup> /s



Notice d'utilisation

Nous supposons ici que le programme est présent dans la mémoire de la machine. Si ce n'est pas le cas, voir la partie: chargement du programme.

(1) Saisie de la formule du moulinet et du temps de comptage

Ces données sont saisies une fois pour toutes et conservées en permanence dans la mémoire de la machine, même si on l'éteint.

On ne procédera à leur saisie que dans les cas suivants:

- lère utilisation du programme de la machine
- dépouillement d'un jaugeage fait avec une hélice différente de celle dont la formule est dans la machine, ou changement du temps de comptage.

Pour la saisie, procéder comme suit:

La formule du moulinet étant: 
$$\begin{cases} V = a \times \frac{N}{T} + b & \text{si } \frac{N}{T} \text{ inférieur à } \ell \\ V = a' \times \frac{N}{T} + b' & \text{si } \frac{N}{T} \text{ supérieur à } \ell \end{cases}$$

on saisit les constantes a, b, a', b',  $\ell$  en tapant:

```
||| valeur de a STØ.0
||| valeur de b STØ.1
||| valeur de a' STØ.2
||| valeur de b' STØ.3
||| valeur de ℓ STØ i
```

Si la formule du moulinet ne comporte qu'une équation:

$$V = a' \times \frac{N}{T} + b'$$

On saisit les constantes a' et b', ainsi que le  $\ell$  = zéro en tapant:

```
||| valeur de a' STØ.2
||| valeur de b' STØ.3
||| 0 STØ i
```

La saisie du temps de comptage se fait en tapant:

```
||| temps de comptage (en secondes) STØ 5
```

(2) Calcul des débits élémentaires par verticales

pour chaque verticale, procéder comme suit en tapant:

```
||| f A
||| profondeur totale (en mètres) R/S
```

- à chaque profondeur mesurée à partir du fond, et en commençant par la plus grande, qui correspond donc à la plus proche de la surface, taper:

```
||| profondeur (en mètres) ENTER nombre de tours R/S
```

- pour finir, taper:

```
||| 0 ENTER 0 R/S
```

- le débit élémentaire de la verticale apparait alors à l'affichage en mètres carrés par seconde. Le noter!

(3) Calcul du débit total à partir des débits élémentaires.

Une fois calculés tous les débits élémentaires, on peut calculer le débit total en procédant comme suit et en tapant:

```
||| f B
||| abscisse (distance en mètres) de la première rive R/S
```

- pour chaque verticale, en allant dans le sens de la première rive vers la deuxième, taper:

```
||| débit élémentaire ENTER abscisse (lue au décimètre) R/S
```

- finir en tapant:

|| 0 ENTER abscisse (distance lue sur le décamètre) de la 2 ème rive R/S

- le débit total apparaît alors à l'affichage en mètres cubes par seconde.  
Le noter.

Chargement du programme en mémoire

Le chargement du programme se fait une fois pour toutes. Il est conservé en mémoire même quand la machine est éteinte.

On ne doit donc procéder au chargement que lorsque le programme ne figure pas en mémoire, soit parcequ'il n'a pas encore été saisi, soit parcequ'il a été perdu de la mémoire si la machine est restée sans alimentation pendant trop longtemps.

A ce titre, on veillera lors des changements de piles de la machine, à ce que la manipulation dure le moins longtemps possible, la mémoire de la machine ne se conservant que quelques seconde en l'absence de piles.

Pour la saisie du programme, procéder comme suit:

- allumer la machine en appuyant sur ON
- taper f CLEAR REG
- taper g P/R
- taper f CLEAR PRGM
- taper les instructions suivantes:

Exemple de dépouillement pour vérification de la saisie du programme

```

f LBL A      : GSB 2      : -      : -
      0      : GTØ 0      : =      : STØ 2
STØ 6      : f LBL 4      :      2 : X ≥ Y
STØ 7      : RCL 9      : ÷      : STØ 1
STØ 3      :      2      : STØ 9  : RCL 6
R/S       : x          : RCL 6  : +
STØ 8      : STØ 9      : g X=0  : RCL 2
f LBL 0      : g RTN      : GSB 4  : RCL 7
R/S       : f LBL 1      : RCL 9  : -
STØ 4      : X ≥ Y      : STØ +3 : x
X ≥ Y      : RCL .0      : RCL 1  : 2
RCL 8      : x          : STØ 6  : ÷
-          : RCL .1      : RCL 2  : STØ +3
GHS       : +          : STØ 7  : RCL 1
STØ 2      : GSB 2      : RCL 3  : STØ 6
RCL 4      : GTØ 0      : g RTN  : RCL 2
RCL 5      : f LBL 2      : f LBL B : STØ 7
÷         : g LSTx      : 0      : RCL 3
RCL i      : X ≥ Y      : STØ 6  : GTØ 3
f X > Y     : f X = Y     : STØ 7  : g P/R
GTØ 1      :      0      : STØ 3  :
X ≥ Y      : STØ 1      : R/S    :
RCL .2     : RCL 6      : STØ 8  :
X         : +          : f LBL 3 :
RCL .3     : RCL 2      : R/S    :
+         : RCL 7      : RCL 8  :
      :           :       :
      :           :       :
      :           :       :
  
```

```

faire
  0,133 STØ .2
  0,029 STØ .3
  0 STØ I (lire i)
  30 STØ 5
  
```

	distance	profondeur totale	profondeur moulinet	N
RG	0,00	0		
V <sub>1</sub>	1,00	0,50	0,10 0,25 0,40	112 126 q <sub>1</sub> = 0,266 138
V <sub>2</sub>	2,00	0,65	0,10 0,32 0,55	140 179 q <sub>2</sub> = 0,457 170
RD	2,60	0		

Vous trouverez :  $q_1 = 0,266$   $q_2 = 0,457$  et  $Q = 0,63$  m<sup>3</sup>/s  
 si ce n'est pas le cas, votre programme est mal saisi. Recommencez la saisie du programme comme indiqué au début jusqu'à ce que vous obteniez les résultats ci-dessus.

Calcul de  $q_1$

```
f A  0,50 R/S
      0,40 ENTER 138 R/S
      0,25 ENTER 126 R/S
      0,10 ENTER 112 R/S
      0   ENTER  0  R/S
```

on obtient à l'affichage  $q_1 = 0,266$

Calcul de  $q_2$

```
f A  0,65 R/S
      0,55 ENTER 170 R/S
      0,32 ENTER 179 R/S
      0,10 ENTER 140 R/S
      0   ENTER  0  R/S
```

on obtient à l'affichage  $q_2 = 0,457$

calcul de  $Q$  (débit total) en  $m^3/s$

```
f B  0   R/S
      0,266 ENTER 1,00 R/S
      0,457 ENTER 2,00 R/S
      0   ENTER 2,60 R/S
```

on obtient à l'affichage  $Q = 0,63 m^3/s$ .

Avant de dépouiller votre jaugeage n'oubliez pas de saisir les constantes de votre hélice, faire f CLEAR REG puis voir paragraphe. (Saisie de la formule du moulinet et du temps de comptage).

**ORSTOM**

Direction Générale:

213, Rue LA FAYETTE - 75010 PARIS

Centre ORSTOM de LOME

B. P. 375 LOME

République du Togo