

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
OUTRE-MER

Service Hydrologique

(Togo)

ESTIMATION
DU NIVEAU DE LA CRUE CENTENAIRE
DU HAHO A TSAME (TOGO)

Avril 1971
O. R. S. T. O. M.
Collection de Référence
n° B5085

19 NOV. 1971

71209

1.- INTRODUCTION

Dans une note précédente intitulée "Essai de détermination de la crue centenaire du HAHO à TSAME", on a abouti à une évaluation de 170 m³/s environ. Il reste à déterminer l'altitude du plan d'eau correspondant à une telle crue, cette altitude étant une donnée essentielle pour le projet de la route qui doit franchir les marais du HAHO.

La détermination de cette altitude est assez délicate à cause du très petit nombre de mesures de débit qui ont pu être effectuées à la station de TSAME et à cause de la non-univocité de la relation hauteurs-débits due au remous du lac TOGO. Nous avons donc été obligés de recourir à des calculs hydrauliques assez grossièrement approximatifs.

2.- OBSERVATIONS ET MESURES

2.1.- L'échelle limnimétrique du HAHO à TSAME a son zéro calé à l'altitude 0,68 m dans le nivellement IGN.

- L'échelle du lac à SEVA-TONOU a son zéro calé approximativement à l'altitude zéro du nivellement IGN. Plus exactement, cette échelle est constituée de plusieurs éléments qui sont légèrement décalés entre eux :

| | | | | | |
|---------------|---------|---|--------|----------|-----|
| . Élément 0 | - 0,5 m | : | zéro à | - 0,02 m | IGN |
| . Élément 0,5 | - 1 m | : | zéro à | + 0,02 m | IGN |
| . Élément 1 | - 2 m | : | zéro à | + 0,01 m | IGN |
| . Élément 2 | - 3 m | : | zéro à | + 0,01 m | IGN |

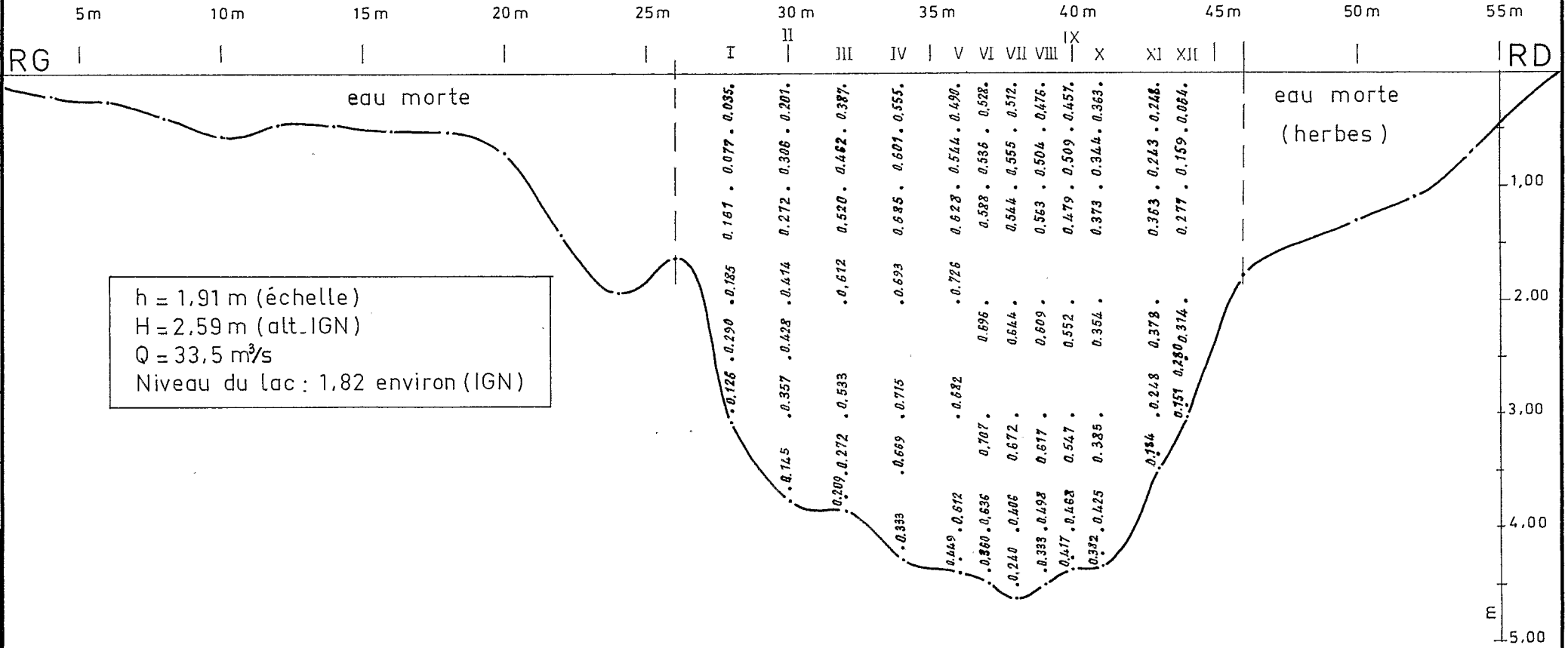
2.2.- Les jaugeages effectués en 1970 conduisent aux résultats suivants :

| : | : | : | Niveau du HAHO | : | Niveau du lac | : | Différence: |
|---|----------|-------------------|----------------|---|---------------|---|----------------|
| : | Date | Débit | à TSAME | : | à SEVA-TONOU | : | de niveau : |
| : | : | à | Hauteur | : | Hauteur | : | entre TSAME: |
| : | : | TSAME | échelle | : | échelle | : | et SEVA-TONOU: |
| : | - | m ³ /s | m | : | m | : | m |
| : | 29/5/70: | 21,9 | 1,445 | : | 2,125 | : | 0,935 |
| : | : | : | : | : | : | : | 0,955 |
| : | 2/11/70: | 33,5 | 1,91 | : | (1,81) | : | (1,82) |
| : | : | : | : | : | : | : | (0,77) |
| : | 3/11/70: | 29,6 | 1,89 | : | (1,84) | : | (1,85) |
| : | : | : | : | : | : | : | (0,72) |
| : | : | : | : | : | : | : | : |

Le relevé précis du profil-en-travers de la section de jaugeage de TSAME effectué au cours de la mesure du 2 novembre 1970 (voir graphique 1) montre que la section mouillée pour une crue de faible importance peut se décomposer en deux parties, l'une utile où se produit la quasi-totalité de l'écoulement, et l'autre encombrée d'herbes aquatiques où l'eau est pratiquement stagnante.

Le HAHO à TSAMÉ

Jaugeage du 2 novembre 1970



h = 1.91 m (échelle)
 H = 2.59 m (alt. IGN)
 Q = 33.5 m³/s
 Niveau du lac : 1.82 environ (IGN)

Le 2 novembre 1970, les caractéristiques de l'écoulement dans la section utile étaient les suivantes :

- Débit : $q_0 = 33,5 \text{ m}^3/\text{s}$
- Section mouillée : $S_0 = 73,5 \text{ m}^2$
- Vitesse moyenne : $V_0 = 0,455 \text{ m/s}$
- Rayon hydraulique
(assimilé à la
profondeur moyenne) : $R_0 = 3,67 \text{ m}$
- Différence de niveau
entre TSAME et lac : $D_0 = 0,77 \text{ m}$
- Pente moyenne entre
TSAME et lac : $I_0 = \frac{D_0}{l} \approx \frac{0,77}{3000} = 0,26 \times 10^{-3}$

On peut déduire de ces données le coefficient de Strickler K qui intervient dans la formule classique :

$$V = K \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

On obtient : $K = 11,9.$

En ce qui concerne la section morte, elle avait le 2 novembre 1970 une largeur totale de 37 mètres, dont 26 mètres en rive gauche et 11 mètres en rive droite.

2.3.- L'échelle de SEVA-TONOU sur le lac a été observée de 1962 à 1970 avec une interruption des lectures pendant toute l'année 1965 et en juillet-août 1969. Les niveaux maximaux observés chaque année ont été les suivants :

| Année | Date | Hauteur maximale à SEVA-TONOU |
|-------|------------------|-------------------------------|
| 1962 | 16 juin | 2,28 m |
| 1963 | 29 juillet | 2,70 m |
| 1964 | 6 juillet | 2,39 m |
| 1966 | 17 septembre | 2,01 m |
| 1967 | 23 juin | 1,97 m |
| 1968 | 19 septembre | 2,44 m |
| 1969 | 22 septembre (?) | 1,60 m (?) |
| 1970 | 11 octobre | 2,13 m |

3.- NIVEAU DE LA CRUE CENTENAIRE A TSAME

3.1.- Nous admettons que pour les très fortes crues on peut retenir les hypothèses de calcul suivantes :

- Le coefficient de STRICKLER dans la section utile conserve la même valeur que celle obtenue pour le jaugeage du 2 novembre 1970, soit en arrondissant : $K = 12$.
- La section qui apparaissait comme morte le 2 novembre 1970 commence à écouler un débit appréciable lorsque le niveau à l'échelle de TSAME dépasse 2,00 m. Sa largeur reste égale à 37 m. L'extension des inondations sur les deux rives ne donne lieu qu'à un écoulement négligeable. Le coefficient de STRICKLER applicable à la section "morte" de 37 m (nous continuons à l'appeler ainsi par commodité) est le même que celui de la section utile.
- Le niveau du lac est à la cote 2,70 m, hauteur la plus forte observée à l'échelle de SEVA-TONOU entre 1962 et 1970.
- La pente d'écoulement à TSAME est assimilée à la pente moyenne entre TSAME et le lac; la pente moyenne est calculée en admettant une distance constante (3 km environ) entre TSAME et le lac. (La valeur exacte de cette distance supposée constante n'a pas grande importance car elle n'influe pas sur le résultat des calculs hydrauliques. L'erreur sur la pente I est compensée par l'erreur sur le coefficient K).

3.2.- Ces hypothèses étant admises, on peut calculer pour différentes hauteurs h à l'échelle de TSAME les débits q et q' qui s'écoulent respectivement dans la section "utile" et dans la section "morte".

Les calculs sont résumés dans le tableau 1 avec les notations suivantes :

- Hauteur à l'échelle de TSAME : h (m)
- Altitude du plan d'eau à TSAME : H (m)
 $H = h + 0,68$
- Hauteur à l'échelle de TSAME lors du jaugeage du 2 novembre 1970 : h_0 (m)
 $h_0 = 1,91$
- Rayon hydraulique de la section "utile" : R (m)
 $R = R_0 + (h - h_0)$
 $= 3,67 + (h - 1,91)$
 $= 1,76 + h$
- Rayon hydraulique de la section "morte" : R' (m)
 $R' = h - 2,00$
- Surface mouillée de la section "utile" : S (m²)
 $S = S_0 + L (h - h_0)$
 $= 73,5 + 20 (h - 1,91)$
 $= 35,3 + 20 h$

../...

Tableau 1

ELEMENTS DU CALCUL HYDRAULIQUE

| h | H | I | R | S | V | q | R' | S' | V' | q' | Q |
|------------------|------|----------------------|-----------------|------|-----------|---------|-----------------|-----|------|----|-------|
| 2,0 | 2,68 | $- 7 \times 10^{-6}$ | 3,76 | 75,3 | $- 0,075$ | $- 5,6$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2,02 | 2,70 | 0 | 3,78 | 75,6 | 0 | 0 | - | - | - | - | - |
| 3,0 | 3,68 | 327×10^{-6} | 4,76 | 95,3 | 0,61 | 58 | 1,00 | 37 | 0,22 | 8 | 66 |
| 4,0 | 4,68 | 660×10^{-6} | 5,76 | 115 | 0,99 | 114 | 2,00 | 74 | 0,49 | 36 | 150 |
| 5,0 | 5,68 | 993×10^{-6} | 6,76 | 135 | 1,35 | 183 | 3,00 | 111 | 0,79 | 88 | 271 |
| données communes | | | section "utile" | | | | section "morte" | | | | Total |

- Surface mouillée de la section "morte" : S' (m²)
 $S' = L' (h - 2,00)$
 $= 37 (h - 2,00)$
- Pente d'écoulement : I
 $I = \frac{H - 2,70}{3\ 000}$
- Vitesse moyenne d'écoulement dans la section "utile" : V (m/s)
 $V = K.R^{2/3}.I^{1/2}$
avec $K = 12$
- Vitesse moyenne d'écoulement dans la section "morte" : V' (m/s)
 $V' = K.R'^{2/3}.I^{1/2}$
avec $K = 12$
- Débit dans la section utile : q (m³/s)
 $q = V.S$
- Débit dans la section mouillée : q' (m³/s)
 $q' = V'.S'$
- Débit total : Q (m³/s)
 $Q = q + q'$

3.3.- Les résultats du tableau 1 permettent de tracer une courbe d'étalonnage de l'échelle de TSAME en supposant le niveau du lac à l'altitude de 2,70 m (voir graphique 2).

On en déduit immédiatement la hauteur d'eau correspondant au débit de la crue centenaire. On obtient : $h = 4,2$ m.

Compte tenu du calage du zéro de l'échelle, l'altitude correspondante du plan d'eau à TSAME est :

$$H = 4,70 \text{ m (IGN)}$$

4.- CONCLUSION

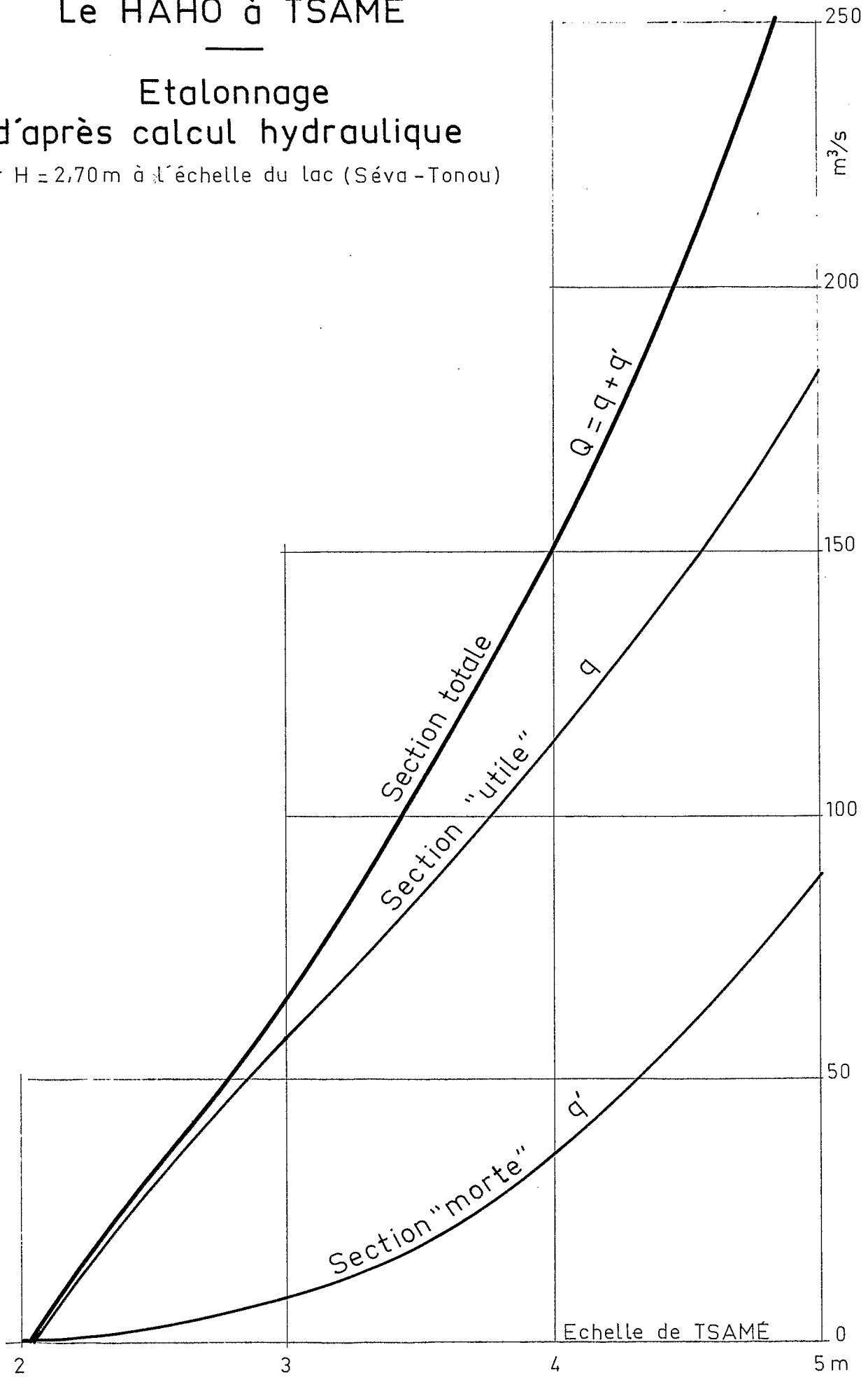
Pour le projet routier, nous proposons de retenir comme niveau atteint par la crue centenaire l'altitude de 4,70 m en la majorant éventuellement des pertes de charge occasionnées par l'ouvrage de franchissement si celles-ci ne sont pas négligeables.

Cette estimation ne peut pas prétendre à une grande précision, mais les hypothèses admises jouent dans le sens de la sécurité. En particulier la conjonction d'une crue centenaire et d'un niveau du lac de fréquence à peu près décennale a sans aucun doute une période de retour nettement supérieure à 100 ans. Mais il est prudent de conserver cette hypothèse étant donné l'imprécision des calculs hydrauliques.

Le HAHO à TSAMÉ

Etalonnage d'après calcul hydraulique

pour H = 2,70 m à l'échelle du lac (Séva-Tonou)



Echelle de TSAMÉ