

mission d'Etude du Niger

Trois arrondissements
que l'arrondissement

DOCUMENTATION 3

ANALYSE

Amélioration de la Navigation

Projet d'une digue submersible sur le DIAKA

par C. Auvray

ORSTOM
HYDROLOGIE
DOCUMENTATION

70112 bis

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire
N° 33115, ex 1
Cote : B

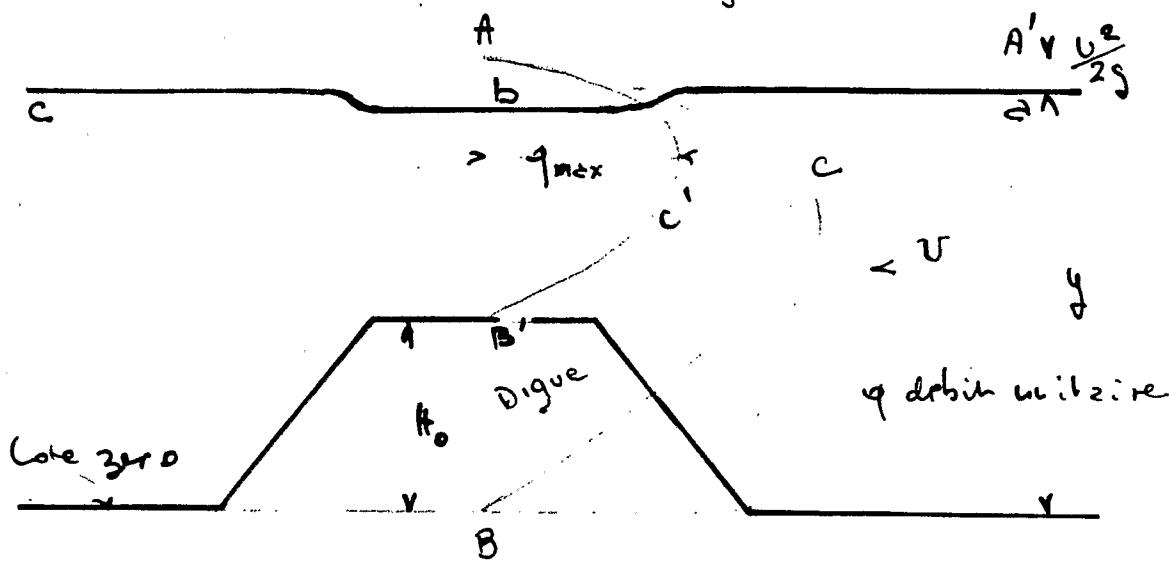
Note sur la Digue submersible du DIARRA

Il s'agit de construire une digue submersible sur le DIARRA à l'aval de l'embouchure avec le NIGER afin d'éviter les déversements du DIARRA au bénéfice du NIGER au dessous d'une certaine côte du plan d'eau.

- 1/ Détermination de la hauteur maximale possible de la digue sans craindre d'écoulement en arrière.

Il est en effet indispensable d'éviter tout éboulement du plan d'eau en amont pendant la période de la crue du NIGER. Une telle éventualité risquant d'augmenter sensiblement le débit chuté par la rive à l'aval, en particulier à HOPTI.

Figure 1



Soit zbc la ligne d'eau correspondant au Diarré en crue
et AA' la ligne de charge

H_0 la hauteur de la digue au dessus de la rive à correspondant au débit nul.

Soit H_S la charge en arrière $H_S = y + \frac{u^2}{2g}$

$$Q = y V \quad Q^2 = 2gy^2(H_S - y)$$

Sur le courbe C' on a pour le débit unitaire (perméation de longeur de digue) maximum admissible :

$$q = \frac{2}{3}(H_s - H_o) d'en \quad q_{max}^L = 2g \frac{4}{9} \frac{1}{3} (H_s - H_o)^3$$

$$q_{max}^2 = 3(H_s - H_o)^3$$

$$d'en \quad H_s - H_o = \sqrt[3]{\frac{q_{max}^2}{3}}$$

H_o étant la hauteur de la digue

Admettons un débit de crue de $18 \text{ m}^3/\text{s}$ pour une longueur de 300 m de la digue

$$q_{max} = \frac{18 \text{ m}^3}{300} = 6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$d'en \quad H_s - H_o = \sqrt[3]{\frac{36}{3}} = 2,30 \text{ m}$$

Soit la vitesse maximale courant atteinte à KARA : 5,80 m

$$V = 5,80 \text{ m/s} \quad d'en \quad \frac{V^2}{2g} = \frac{1}{20} = 0,05$$

$$H_s = 5,80 + 0,05 = 5,85 \text{ m}$$

$$\text{et} \quad H_o^{max} + \text{thermique} = 5,85 - 2,30 \approx \underline{\underline{3,55 \text{ m}}}$$

2) Vitesse moyenne de l'écoulement sur la digue

$$\text{Admettons } H_o = 3,50 \text{ m}$$

La hauteur de l'eau au dessus de la digue sera $\varphi = \frac{2}{3} H_s$

La vitesse moyenne dans la lame d'écoulement sera donc $\varphi = \frac{2}{3} 2,30 = 1,53 \text{ m/s}$

$$V_{moy} = \frac{6}{1,53} = 3,9 \text{ m/s}$$

Le calcul de sur la correction excessif de la vitesse obtenue

Il n'a pas été tenu compte dans ce qui precede de la force de charge au fond du seuil.
elle est difficile à évaluer puisqu'elle dépend de la forme et du revêtement de la digue -

pour conserver deux pour sécurité une hauteur maximale pratique de la digue de 3,00 m -

la vitesse thermique devient pour une lame d'escarpe de

$$\gamma = \frac{2}{3} 2.85 = 1.9 \text{ m}$$

$$\text{et } V_{\text{moy}} = \frac{6}{1.9} = \underline{3,15 \text{ m/s}} -$$

3/ Courbes des débits $Q_d = f(H)$ du DIARRA

Voir planche (1) la courbe actuelle des débits $Q_d = f(H)$
H étant le côté du plan d'eau du DIARRA c'est l'échelle de
KARA -

le zero de cette échelle est : le côté 266,96 m (Ninilleme
Secteur Hydrographique rattaché au Ministère IGN)

Soit H le côté à l'amont de la digue et H' le côté de l'eau
à l'aval -

les débits admissibles par le DIARRA $Q_d = f(H)$ sont donnés par
la courbe de tarage actuelle - (courbe C₁)

Il s'agit de tracer la courbe $Q'_d = f(H)$ des débits avoués par
la digue -

$$\text{Cas } H \leq 3,00 \text{ m} \quad Q'_d = 0$$

$$\text{Cas } H = 3,00 \text{ m} \quad | \quad Q'_d = 0 \quad | \quad Q'_d = 440 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cela donne un débit maximum de 440 m³/s
qui se trouvera renvoyé dans le Niger. En fait il n'en
est pas ainsi car ces 440 m³/s supplémentaires renvoyés dans le
Niger exhaussent le plan d'eau et la digue se met à déborder

Il nous faut donc établir la correspondance existante entre les
côtés H₀ normales à l'échelle de KARA et les côtés H
qui se mesurent pr. suite de l'existence de la digue -

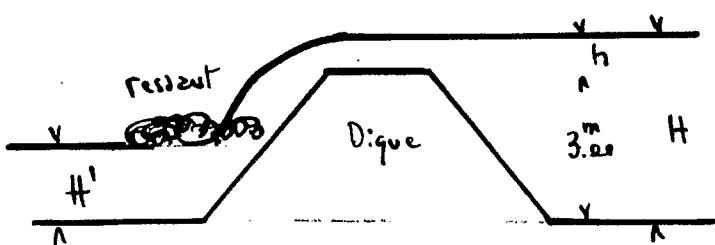
Construisons le courbe $Q'_D = f(H)$ du débit écoulement
à la digue en fonction de la hauteur d'eau au dessus

de la digue (éventuellement sur une section) -
lorsque $H > 3.00$ la digue fonctionne en déversoir et l'eau
est échappée (éventuellement sur une section)

$$\text{suivons } Q'_D = 0.35 \sqrt{2g} h^{3/2}$$

la hauteur la hauteur d'eau au dessus
de la côte déversante

Figure II



$$\text{pour } L = 3.00 \text{ m}$$

$$g = 10$$

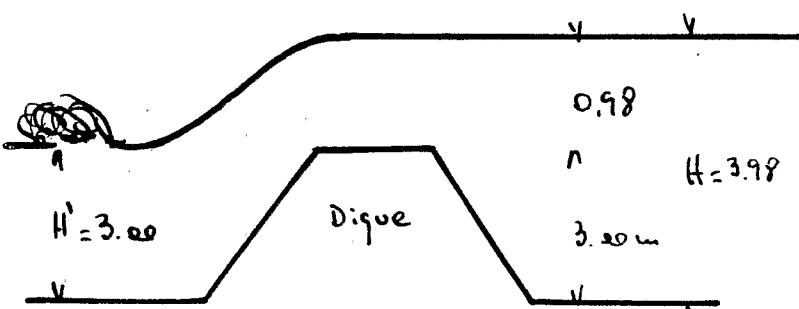
$$Q'_D = 470 h^{3/2} = 470 (H-3)^{3/2}$$

La hauteur H' ou h est la hauteur d'
eau nécessaire pour écouler le débit Q'_D
dans le D.A.V.A. Elle dépend de la fo
ntaine et de la pente du D.A.V.A., elle est donc
par la courbe d'et. Poncage virtuelle -

la digue fonctionne en déversoir jusqu'à ce que H' devienne
égal à la hauteur de la digue - Au delà, le déversoir
est noyé par l'eau -

la valeur de H correspondante est 3.98. $H' = 0.98 \text{ m}$ soit 1
m au dessus de la côte

Figure III



au delà de ce débit limite
la déviation entre les niveaux
amont et aval ($H-H'$) dim.
et tend vers le point naturel

Il faut reprendre la relation

$$q_{max}^2 = 3 h^3 \quad (\text{en négligeant le terme } \frac{v^2}{2g} \text{ devant } h)$$

$$\text{lorsque } h < 1.00 \quad q_{max} = 1.65 \text{ m}^3/\text{s/m}$$

$$\text{et } Q'_D = 300 g \approx 500 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Pour } h = 1.50$$

$$q_{max} = 3.15 \text{ m}^3/\text{s/m}$$

$$Q'_D = \dots = 945 \text{ m}^3/\text{s}$$

5)

$$\text{Or pour } Q_0 = 940 \text{ m}^3/\text{s} \quad H' \approx 4.50 \text{ m}$$

La dénivellation entre l'ouvert et l'aval ($H - H'$), sans tenir compte des pertes de charge suppose au delà de $Q \approx 1000 \text{ m}^3/\text{s}$ et l'écoulement reporté le fond de la figure (4).

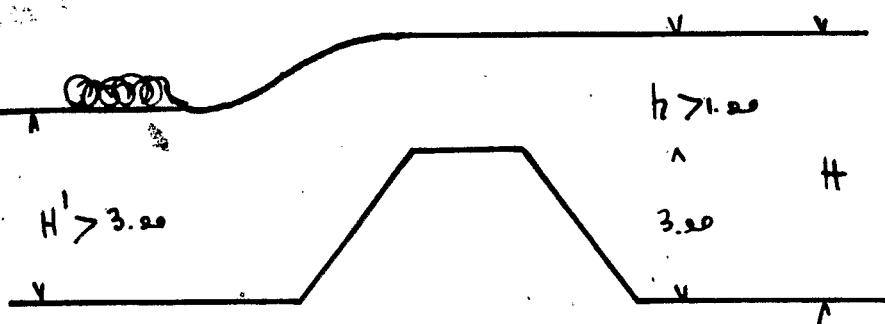
Donc pour $Q_0 \leq 440 \text{ m}^3/\text{s}$ écoulement figure II

" $Q_0 = 440 \text{ m}^3/\text{s}$ " figure III

" $440 < Q_0 < 1000$ " figure IV

" $Q_0 > 1000 \text{ m}^3/\text{s}$ " figure I

Figure IV



4) Courbes de débits du DIARRA et du NIGER

Sur le planche (2) nous avons reporté la courbe de débit du DIARRA en fonction de la hauteur d'eau à l'échelle de KARA - ainsi que la courbe de débits du NIGER également en fonction de la hauteur à l'échelle de KARA

Le rôle du zero de l'échelle de KARA est : 266.96 m
" TILEHBEYA est : 266.78 m

Soit une différence de 0.18 m mois pour tenir compte des pertes d'échelle de TILEHBEYA et plus précisément de la différence que l'échelle de KARA, nous avons traduit la courbe Q_{Niger} fonction de $H_{TILEHBEYA}$ par de 0.18 m pour rattacher aux hauteurs d'eau à KARA -

Sur la planche ② nous avons porté les deux courbes de débits :

Niger franchissement de l'île de ~~l'île~~

$$Q_T = Q_{Niger} + Q_{DIAVA} \quad " \quad "$$

les deux figures sur le même graphique. Les débits Q' absorbés par le DIAVA au franchissement des bateaux d'eau en amont de la digue.

5) Relation entre les cotes H_0 existantes actuellement et les cotes H après la construction de la digue -

Il existe des cotes des plans d'eau en amont de l'emplacement futur de la digue -

Voir planche ③. A une cote H_0 correspond une cote H de due en rappelant la valeur de Q_T sur Q_{Niger} .

Si H dépasse 3.00 m c'est que la digue commence à débiter, le débit dans le Niger devient alors

$$Q_N = Q_T - Q'_{DIAVA}$$

Q'_{DIAVA} étant donc la courbe des débits évacués par la digue -

Il faut construire abscis telle que $ab = a'b'$

On peut donc graphiquement pour chaque valeur de H_0 calculer H et $H - H_0$

Il suffit alors de construire une courbe :

$$H - H_0 = f(H_0)$$

Cette relation graphique permettra de transformer une courbe actuelle des bateaux à T. LEHSEY à une courbe future après construction de la digue

Cette nouvelle courbe des bateaux permettant d'offrir les améliorations susceptibles d'être offertes à la navigation -

A chaque ordonnée ABA' correspondant à une cote H_0 , correspond une cote A'_1 obtenue en raffinant ou la courbe des débits du Niger à TILEMBEYA, la somme des débits $\Delta_{NIGER} + \Delta_{DIAXA}$.

Dans le cas où la cote A'_1 obtenu de force la cote 3,20 m il ya lieu alors de tenir compte du débit évacué par le digue. Il faut alors nécessaire de rechercher une ordonnée telle que $\Delta b = \Delta b'$ (par étalement graphique).

A'_1 représente dans ce cas l'extorsion correspondant à H_0 choisie du point B.

C'est en procédant de cette manière que nous avons construit par points la courbe

$$H - H_0 = f(H_0) \text{ planche (2)}$$

Nous voyons que le maximum d'extorsion possible est de 0,65 correspondant à une cote voisine de 2,40 m. Cette cote correspond à un débit circulé d'environ $600 \text{ m}^3/\text{s}$ suffisant, étant donné la pente plus faible du tronçon HACIMA - KOPTI, pour assurer la navigation.

6) Transformation d'une courbe type des hautes eaux à TILEMBEYA voir planche (3)

Choisissons une courbe type des hautes eaux à TILEMBEYA rappelant de la manière des courbes connues.

Appliquons aux hautes eaux la formule donnée par la courbe $H - H_0 = f(H_0)$ (graphique (2))

En rapport à cette courbe type il est facile de constater que le décalage maximum de la courbe nouvelle est de

10 jours à la mi-montée
12 jours à la moitié de la démontée
et 15 jours au jeu de démontée

Ce décalage est inférieur à l'irrégularité naturelle interannuelle de la courbe des hautes eaux à TILEMBEYA. A la montée des eaux l'obtention de la digue est pratiquement impossible.

A la démontée, pour des débits de l'ordre de $400 \text{ m}^3/\text{s}$ elle permet un maximum de gagné 15 jours.

B.R.C. le 10 octobre
C. Auvray

COURBES DES DEBITS

a Kara el Tlembeya en fonction des
Hauteurs de KARA

Planche 1

2500
2000
1500
1000
500
0

2000

1500

1000

500

0

1.00 2.00 3.00 4.00 5.00 6.00 7.00 8.00

01

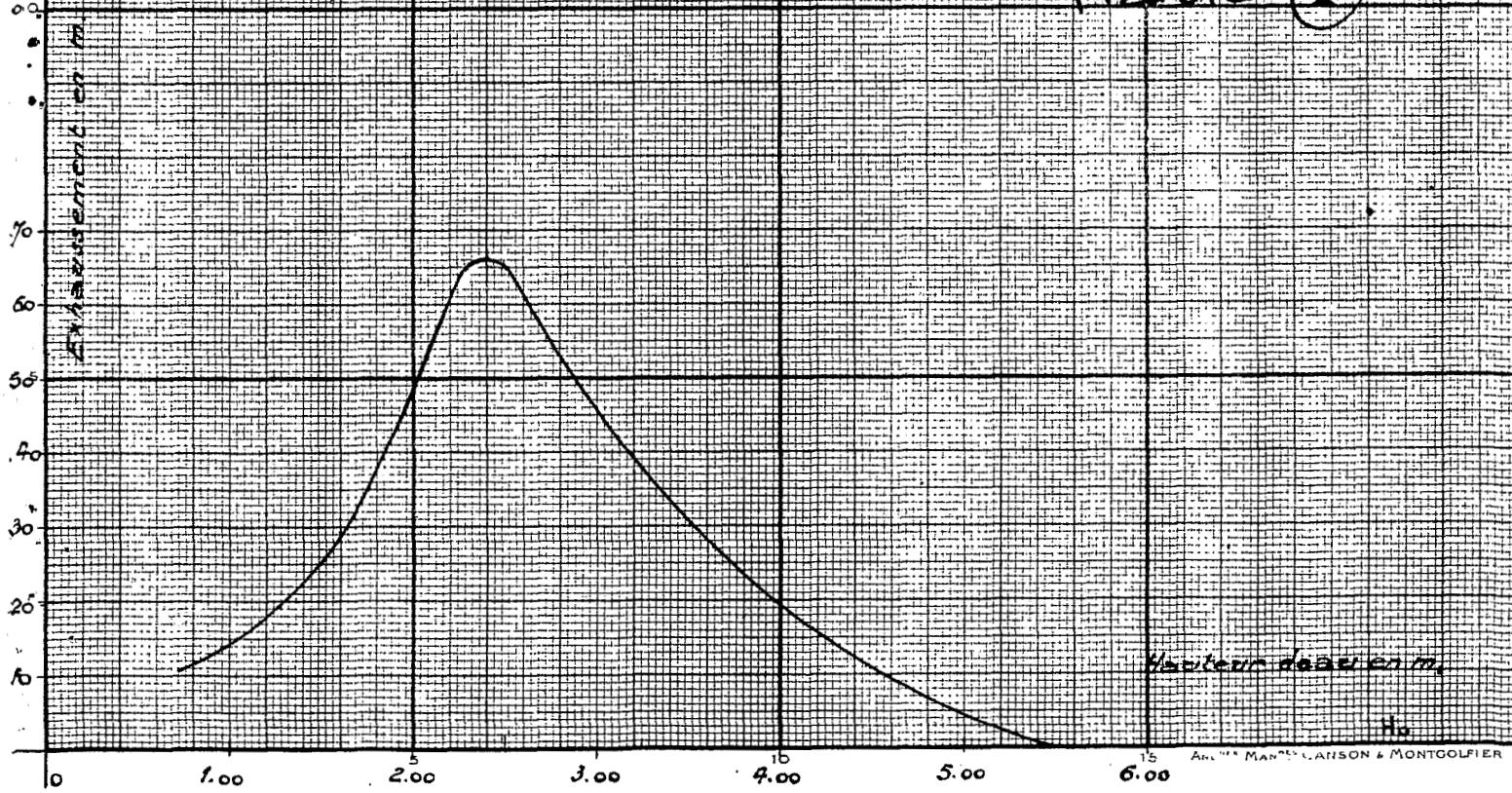
zero de l'échelle : 255.96 m

Hauteurs de Kara en m.

DIGUE DU DIAKA

Elevation du plan d'eau ($H - H_0$)
en fonction de la hauteur d'eau actuelle (H_0)

Planche 2



TILEMBEYA

Courbe type des hausses de la

Courbe transformée par la digue

