

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

REPUBLICQUE TOGOLAISE

-----  
CENTRE DU TOGO

-----  
I.R.TO

DOCUMENTATION

REMARQUES SUR LES POSSIBILITES DE PRODUCTION D'ENERGIE  
ELECTRIQUE DU SITE DE L'AKA A KPIME-SEVA

-----  
Lomé, le 5 Avril 1961

J. COLOMBANI  
Ingénieur EIH

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 33208, ex 4

Cote : B

ORSTOM  
HYDROLOGIE  
DOCUMENTATION

~~7008~~

1

REMARQUES SUR LES POSSIBILITES DE PRODUCTION  
D'ENERGIE ELECTRIQUE DU SITE DE L' AKA à KPIME-SEVA

A - Données connues à ce jour

- Relevés des hauteurs d'eau à la station de jaugeage de l' ORSTOM (depuis 1953).
- Une courbe de tarage de la station
- Relevés pluviométriques de 41 ans à Klouto, de 20 ans à Koudjravi
- Hauteur de chute brute utilisable (200 mètres).

B - Les relevés des hauteurs d'eau à la station de jaugeage s'étendent sur une trop courte période pour que l'on puisse prétendre définir correctement les éléments du régime.

Cependant ces mesures nous ont permis de constater que:

1°- l'écoulement est permanent

2°- le minimum absolu d'étiage constaté est de 75 litres/seconde.

En 1958, pendant 10 jours, le débit a été inférieur à 80 litres/secondes (Année très défavorable).

3°- le coefficient d'écoulement  $K_e$  peut raisonnablement être estimé voisin de 20% ( $K_e = \frac{P_e}{P}$ ,  $P_e$  partie de la pluie écoulée,  $P$  pluie totale sur le bassin).

Nous allons tirer parti des relevés pluviométriques de Klouto et de Koudjravi pour évaluer les possibilités d'écoulement du bassin et par conséquent la productibilité.

C - Productibilité théorique

Soit  $P$  la puissance en kilowatts

$H$  la chute en mètres (200m )

$Q$  le débit équipé en m<sup>3</sup>/s

$$\text{on a } P = \frac{1000 QH}{75} \times 0,736$$

W étant l'énergie produite en kilowatt heure pendant un temps T en secondes,

$$W = \frac{P T}{3600} \qquad W = \frac{1000 QTH \times 0,736}{75 \times 3600}$$

or  $QT = V$  volume écoulé en mètres cubes

$$W = 0,544 V$$

mais P étant la pluie tombée en une année sur le bassin

on a :  $V = KePS \times 10^3$

S étant la superficie du bassin versant

$$Ke = 0,2 \qquad S = 40 \text{ km}^2$$

$$\text{d'où } W = 4352 P \qquad (1)$$

P en millimètres

W en KWH

Ceci suppose que le bassin versant est de 40 km<sup>2</sup>. Le bassin naturel de l'AKA à Kpimé-Séva est de 30 km<sup>2</sup>. Mais comme il a été envisagé de dériver l'eau du bassin versant adjacent de 10 km<sup>2</sup> dans l'AKA, nous raisonnons sur 40 km<sup>2</sup>.

Par ailleurs, il convient d'affecter la formule (1) d'un coefficient pour tenir compte des pertes de charge et des pertes diverses dans l'installation, d'où la puissance nette W' :

$$W' = 0,85 W \qquad W' = 3700 P \quad (2)$$

Notons bien que ceci suppose l'utilisation intégrale de l'eau écoulée.

#### D - Evaluation de la pluviométrie sur le bassin versant

1°- Les deux postes les plus proches sont, nous l'avons vu, Klouto et Koudjravi. La méthode de Thiessen nous permet d'évaluer la pluviométrie sur le bassin :

P = Pluviométrie annuelle sur le bassin

P1 = Pluviométrie de Klouto

P2 = Pluviométrie de Koudjravi

$$\text{On a (3) } P = aP1 + bP2 \quad \text{avec } a = 0,46 \quad b = 0,54$$

.../...

2°- Etude statistique

On a calculé à l'aide (3) les pluviométries annuelles du bassin versant de 1938 à 1959 (1940 excepté).

On suppose l'échantillon de 20 ans extrait d'un ensemble répondant à une distribution de Gauss. Une estimation absolument correcte de la moyenne est  $\bar{P} = \frac{\sum P_i}{20}$ . Une estimation absolument correcte de l'écart-type est:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (P_i - \bar{P})^2}{19}} \text{ d'où } \bar{P} = 1615 \text{ mm.}$$

$$= 292 \text{ mm.}$$

la variable réduite est  $p = \frac{P - \bar{P}}{\sigma}$

Cherchons les pluviométries correspondant à des fréquences au non dépassement de 1/2, 1/5, 1/10 :

Fréquence	F	P	P	
	1/2	0	< 1615	Une année sur deux la pluviométrie sera inférieure à 1615mm.
	1/5	-0,84	< 1370	Une année sur cinq P < 1370mm.
	1/10	-1,28	< 1241	Une année sur dix P < 1241mm.

Si nous passons à la productibilité:

F	W'		
1/2	< 6 Millions de KWH	1 Année sur 2	W' < 6M KWH
1/5	< 5 " "	1 année sur 5	W' < 5M
1/10	< 4,6 " "	1. année sur 10	W' < 4,6 M.

Il a été avancé le chiffre de 7,5 Millions de KWH comme production assurée de l'usine. Cela correspondrait à une pluviométrie:

$$P = \frac{7,5 \cdot 10^6}{3700} = 2020 \text{ mm.} \quad p = \frac{202 - 1615}{292} = 1,38$$

$$F = 0,083793 \approx 1/12$$

Cette pluviométrie, et par conséquent la production de 7,5 Millions de KWH, ne serait ainsi atteinte qu'une année sur douze.

.../...

La Société I.N.T.E.G. dans son avant-projet avançait une production annuelle possible de 2,11 Millions de Kwh, en se limitant à 30 Km<sup>2</sup> de bassin versant. En passant à 40 km<sup>2</sup> cela donnerait  $2,11 \times \frac{4}{3} = 2,81$  Millions de Kwh.

D'après (2) la pluviométrie correspondante serait

$$P = \frac{2,81 \cdot 10^6}{3700} \qquad P = 760 \text{ mm}$$

la variable reduite donne  $p = \frac{760 - 1615}{292} \qquad p = - 2,92$

d'où  $F = 0,99825$

On aurait deux chances sur mille de ne pas atteindre cette pluviométrie, cet-à-dire qu'on serait pratiquement certain de toujours atteindre la production avancée.

En fait cela correspondrait à un apport total de 6,3 Millions de m<sup>3</sup> dont 5,6 seulement turbinés:

donc  $P = \frac{760 \times 6,3}{5,6} = 855$

$$p = 2,6 \qquad F = 0,995 \neq \frac{1}{200}$$

une chance sur deux cent dans ce cas

La Société I.N.T.E.G. semble donc être pessimiste.

Remarque I

Ces fréquences sont calculée sur une période de 20 ans de 1938 à 1959. Or, si on calcule la moyenne à Klouto sur 20 ans et sur 40 ans, on trouve respectivement  $P_1 = 1862$  mm et  $P_1 = 1711$ mm . Il est raisonnable de penser que la moyenne du bassin versant sur 40 ans est également plus faible et les fréquences encore plus défavorables. Cherchons s'il existe une corrélation entre les pluviométries annuelles de Klouto et de Koudjravi. Le coefficient de corrélation

$$r = \frac{\sum (P_1 - \bar{P}_1) (P_2 - \bar{P}_2)}{n \sigma_1 \sigma_2}$$

calculé sur 20 ans (1938 - 1959), donne  $r = 0,324$

.../...

Voyons sur la table de répartition des  $r$  si cette valeur est significative. Pour  $n = 20$ , on voit que la valeur 0,324 à 87 chances sur 100 d'être significative d'une corrélation véritable entre les deux postes, corrélation qui était d'ailleurs plausible a priori.

La méthode des moindres carrés nous permet de déterminer la droite de régression de  $P_2$  en  $P_1$ :

$$P_2 - A = a (P_1 - B) \text{ avec } A = \frac{\sum P_2}{20} \quad B = \frac{\sum P_1}{20}$$

$$a = \frac{\sum P_1 P_2 - \frac{1}{n} \sum P_1 \sum P_2}{\sum P_1^2 - \frac{1}{n} (\sum P_1)^2}$$

$$\text{d'où } P_2 = 0,2 P_1 + 1033, \quad \text{or } P = 0,46 P_1 + 0,54 P_2$$

$$\text{donc } P = 0,572 P_1 + 553 \quad (4)$$

L'étude statistique de la pluviométrie de Klouto sur 40 ans nous donne:

$$\bar{P}_1 = 1711 \text{ mm } \sigma = 465 \text{ mm.}$$

$$p_1 = \frac{P_1 - \bar{P}_1}{\sigma}$$

F	$p_1$	$P_1$	P		
1/2	0	< 1711	< 1532	1 année sur 2	P < 1532
1/5	-0,84	< 1320	< 1308	1 année sur 5	P < 1308
1/10	-1,28	< 1116	< 1191	1 année sur 10	P < 1191

En passant à la productivité on a :

F	W'
1/2	< 5,6 Millions de KWH
1/5	< 4,8 M
1/10	< 4,4 M

Les 7,5 Millions de KWH nécessitant 2020mm. sur le bassin, correspondraient à Klouto à 2560 mm.

$$p_1 = 1,825 \quad F = 0,034 \quad \neq 3/100, \text{ fréquence très faible}$$

.../...

## Remarque II

6

Tous les calculs précédents supposent une utilisation complète de l'eau écoulée. Or, il n'est pas certain que cela puisse être réalisé en période de crue, à moins de disposer d'un barrage-réservoir suffisamment important, ou d'un débit équipé peu économique parce que trop supérieur aux besoins normaux de puissance.

## Remarque III

Le module de l'AKA en année moyenne serait d'après ce qui précède (en ajoutant les eaux du bassin adjacent de 10 km<sup>2</sup>):

$Q = 410$  l/s dans l'hypothèse la plus favorable ( $P_m = 1615$  mm)

$Q = 390$  l/s en utilisant le calcul fait en remarque I  
( $P_m = 1532$  mm).

## CONCLUSION

Il semble que l'on doit être très prudent dans l'élaboration du projet d'usine Hydro-électrique de Kpimé-Séva.

Les quelques éléments qui précèdent, joints aux données économiques du problème, permettraient peut-être le choix d'une solution rentable.

Kpimé-Séva