

COMPANHIA HIDRO-ELETRICA  
do SAO FRANCISCO

C.H.E.S.F.

---

M  
SOFRELEC

EXPERTISE sur DOCUMENTS du DEBIT MINIMAL du RIO SAO FRANCISCO  
pour l'AMENAGEMENT de MOXOTO

---

par

Pierre DUBREUIL

Chef du Département de la Recherche Appliquée  
au Service Hydrologique de l'ORSTOM

---

ORSTOM Fonds Documentaire  
N° : 33 395  
Cote : B

Septembre 1969

71059

## 1. Les DOCUMENTS CONSULTES

Pour une détermination aussi précise que possible du débit minimal à MOXOTO, il aurait fallu disposer des chroniques originales d'observations limnimétriques journalières aux principales stations du SAO FRANCISCO : JOAZEIRO et TRÊS MARIAS (ou PONTAL BORRACHUDA), en faire l'analyse critique, puis procéder à des études statistiques des débits d'étiage et enfin effectuer, sur une base journalière, une simulation du fonctionnement du réservoir de TRÊS MARIAS. Les données n'étant pas disponibles dans le temps qui nous était imparti, nous avons seulement procédé à une expertise sur documents :

- a) divers rapports de bureaux d'études (HIDROSERVICE, LASA et TECNOSOLO, CAEEB-MECO Group ... etc ...) ;
- b) les débits journaliers du SAO FRANCISCO calculés à l'usine de PAULO AFONSO pour la période 1960-68.

On ne trouve dans les divers rapports que les débits moyens mensuels observés aux principales stations.

La portée de cette expertise est donc limitée au contenu de ces documents.

## 2. Les DEBITS MINIMAUX OBSERVES

### 2.1. - Avant 1960

Les chroniques de débits mensuels commencent en 1929 et ne sont publiées dans les rapports que jusqu'en 1960 ; elles sont entièrement observées à JOAZEIRO, station considérée bonne par HIDROSERVICE. Aux autres stations, elles sont étendues à la période 1929-60 par corrélations avec des stations voisines pour TRÊS MARIAS, avec JOAZEIRO pour MORPARA et PETROLÂNDIA, stations dont les relevés sont considérés comme moins précis par HIDROSERVICE.

Le tableau suivant donne les 4 débits mensuels les plus faibles pour la période de 32 ans 1929-60, tirés des documents consultés :

Stations	TRÊS MARIAS	MORPARA	JOAZEIRO	PETROLÂNDIA	
Surface bassin (km <sup>2</sup> )	50 000	env. 300 000	520 000	600 000	
Dates :					
Septembre 1955	100	474	621	660	m <sup>3</sup> /s
Octobre 1954	101	519	671	668	m <sup>3</sup> /s
Septembre 1959	123	632	796	801	m <sup>3</sup> /s
Octobre 1934	121 (Août)	642	808	818	m <sup>3</sup> /s

On constate que le débit à MORPARA est égal à 4,7 fois celui de TRÊS MARIAS en 1955 et au moins 5,2 fois les autres années ; pour JOAZEIRO, le coefficient passe de 6,2 à 6,7. Donc 1955 a représenté une sècheresse très prononcée surtout dans la partie du bassin en aval de TRÊS MARIAS. Sans étude statistique, on peut simplement dire que l'été 1955 a, en aval de TRÊS MARIAS, sur le SAO FRANCISCO, approximativement une période de retour de 50 ans au moins.

On constate également que l'été de MORPARA, déduit de celui de JOAZEIRO par corrélation, lui est estimé inférieur à 150 m<sup>3</sup>/s environ.

## 2.2. - Après 1960

La retenue de TRÊS MARIAS mise en service en 1961 semble jouer son rôle régularisateur à partir de 1962.

A PAULO AFONSO, on relève deux débits journaliers très faibles :

- a) 693 m<sup>3</sup>/s le 14-9-61, valeur entourée les jours voisins de débits supérieurs à 1 180 m<sup>3</sup>/s ;
- b) 976 m<sup>3</sup>/s le 31-8-68, avec des débits supérieurs à 1 260 m<sup>3</sup>/s les jours voisins.

Hormis ces 2 exceptions, l'été calculé dépasse toujours 1 400 m<sup>3</sup>/s (1960 exclus).

De tels écarts journaliers sont impossibles en étiage sur un fleuve de 600 000 km<sup>2</sup>. Ils ne peuvent être imputés qu'à des erreurs de mesure de calcul ou à une fermeture inopinée de TRÉS MARIAS. Nous n'en tiendrons pas compte.

### 3. ESTIMATION du DEBIT MINIMAL à MOXOTO

HIDROSERVICE a effectué une simulation - dite Alternative III.A - du fonctionnement de l'usine de TRÉS MARIAS sur une base mensuelle pour montrer qu'il était possible de garantir un débit minimal de 1 100 m<sup>3</sup>/s à MORPARA de 1929 à 60, donc lors de l'étiage critique de 1955 également.

Compte tenu de la méthode de calcul du débit de MORPARA, cela revient à garantir 1 100 + 150 soit 1 250 m<sup>3</sup>/s à JOAZEIRO. Les écarts entre JOAZEIRO et PETROLÂNDIA ne sont pas significatifs et l'on peut admettre une conservation du débit dans ce bief.

Par mesure de sécurité, nous admettrons donc ce chiffre de 1 250 m<sup>3</sup>/s pour MOXOTO, sans tenir compte des valeurs supérieures enregistrées ces dernières années à PAULO AFONSO (1 400 m<sup>3</sup>/s environ), car aucune d'entre elles ne coïncide avec une sécheresse marquée.

Si l'on examine le plus récent des rapports consultés, celui de CAEEB-MECO Group, on y trouve une simulation selon l'Alternative III.A du fonctionnement de TRÉS MARIAS, faite celle-ci sur les débits journaliers - donc plus précise - par ELECTROBRAS et concernant l'étiage critique de 1955. Les résultats sont apparemment en discordance avec ceux de la précédente simulation, mais comme ils sont plus sévères, nous leur porterons attention toujours par souci de sécurité. Le débit minimal journalier de 1955 aurait été de 1 155 m<sup>3</sup>/s, selon cette simulation, tandis que les moyennes des mois de Septembre et Octobre auraient respectivement eu pour valeurs 1 201 et 1 196 m<sup>3</sup>/s. Sans éléments disponibles ni pour vérifier ces évaluations ni pour choisir entre elles, nous sommes contraints de conseiller de s'en tenir à la plus sévère.

Dans cette optique, le débit minimal à prendre en considération pour l'aménagement de MOXOTO sur le rio SAO FRANCISCO, serait de 1 150 m<sup>3</sup>/s à l'échelle journalière et 1 200 m<sup>3</sup>/s à celle du mois.

La période de retour d'un tel évènement devrait être supérieure à 50 ans.

#### 4. CONDITIONS d'OBTENTION du DEBIT MINIMAL

En se reportant au tableau des plus bas étiages naturels observés (paragraphe 2.1.), on peut calculer aisément que l'apport du bassin du SAO FRANCISCO, non compris celui de TRÊS MARIAS, a été au plus faible - 1955 - de  $375 \text{ m}^3/\text{s}$  en amont de MORPARA et de  $520 \text{ m}^3/\text{s}$  en amont de JOAZEIRO.

Donc pour élever les débits en ces stations à 1 100 et  $1\ 200 \text{ m}^3/\text{s}$ , on voit qu'il faut que le barrage de TRÊS MARIAS puisse laisser passer un débit minimal régularisé de l'ordre de  $700 \text{ m}^3/\text{s}$ , lors d'un étiage exceptionnel, les lâchures étant plus faibles pour des étiages normaux. C'est une condition nécessaire. Elle exige pour être remplie que les règles de gestion de TRÊS MARIAS tiennent compte du débit passant à MORPARA ou JOAZEIRO.

Pour obtenir un débit turbinable minimal de  $1\ 250 \text{ m}^3/\text{s}$  à MOXOTO (hypothèse du projet), on peut voir dans les graphiques du rapport CAEEB-MECO Group que cela est possible (partant d'un minimum absolu de  $1\ 155 \text{ m}^3/\text{s}$ ) en utilisant 320 millions de  $\text{m}^3$  de la réserve de MOXOTO. Cette consommation abaisserait la retenue supposée à la cote normale de 251 m -  $1,035 \text{ km}^3$  - à celle de 247,20 -  $0,715 \text{ km}^3$  -.

Avec peut-être moins de 2 % de risque d'occurrence, un étiage plus sévère peut survenir ; pour éviter la défaillance, il faudrait obtenir une lâchure supérieure à  $700 \text{ m}^3/\text{s}$  à TRÊS MARIAS, si cela est possible.

LISTE des DOCUMENTS CONSULTES

- HIDROSERVICE - HS 17 - R6 - 63. - "Estudos hidrologicos das influencias da barragem de SOBRADINHO - Plano de aproveitamento para fins multiplos do Sub medio SAO FRANCISCO" - C.V.S.F.
- LASA, TECNOSOLO 1962 - "Barragem de SOBRADINHO - Aproveitamento multiplo do Rio SAO FRANCISCO" - C.V.S.F.
- CAEEB-MECO Group - Décembre 1968 - "The MOXOTO hydroelectric project" - ELECTROBRAS
- C.H.E.S.F. - "Débits journaliers calculés à PAULO AFONSO de 1960 à 1968"