

PETITES CENTRALES HYDRAULIQUES

Réponses aux questions :

- ✧ Relation entre le rendement énergétique de la turbine et le coût initial de celle-ci.
- ✧ Durées d'amortissement.

1. Prix de revient " r_r " du kWh produit par une petite centrale hydraulique en CHF par kilowattheure

$$r_r = \frac{a \cdot C + e}{E} \quad [\text{CHF/kWh}]$$

Cette expression est évidemment valable pour toute autre monnaie !

avec :

- a = taux annuel d'annuité fixe [an⁻¹]
- C = capital investi [CHF]
- e = charges d'exploitation [CHF]
- E = production électrique annuelle nette. [kWh]

2. Prix de vente " r_v " et marge " m "

$$r_v = r_r + m \quad [\text{CHF/kWh}]$$

avec m = marge (bénéfice+réserve éventuelle) [CHF/kWh]

Remarques :

- a) En général, " r_v " est fixé par des conditions cadre. En Suisse, $r_v = \text{CHF } 0,15/\text{kWh}$ (actuellement).
- b) L'objectif commercial (augmentation de " m ") est donc de diminuer " r_r ". On y parvient en augmentant " E " ou (et) en diminuant le produit " $a \cdot C$ ", ainsi que les charges " e ". Le mieux est évidemment d'optimiser ces termes entre eux.

3. Taux d'annuité fixe " a " (intérêt+amortissements)

$$a = \frac{R \cdot (1+R)^N}{(1+R)^N - 1} \quad [\text{an}^{-1}]$$

avec R = intérêt bancaire pour 1 CHF [-]
 N = durée de l'amortissement [an]

On admet $R = 0,05$ (5,0 %); N est variable suivant la catégorie d'investissement :

	(1)	(2)	(3)
A) Génie civil (y c. conduite forcée)	48	30	$0,0312 = a_A \cdot 0,48$
B) Electromécanique	42	25	$0,0298 = a_B \cdot 0,42$
C) Appareillage	10	12	$0,0113 = a_C \cdot 0,10$
TOTAL		100	0,0723

(1) : proportion de l'investissement global, y compris la part correspondante des études générales, de la planification, etc. ... [%]

(2) : durée N de l'amortissement [an]

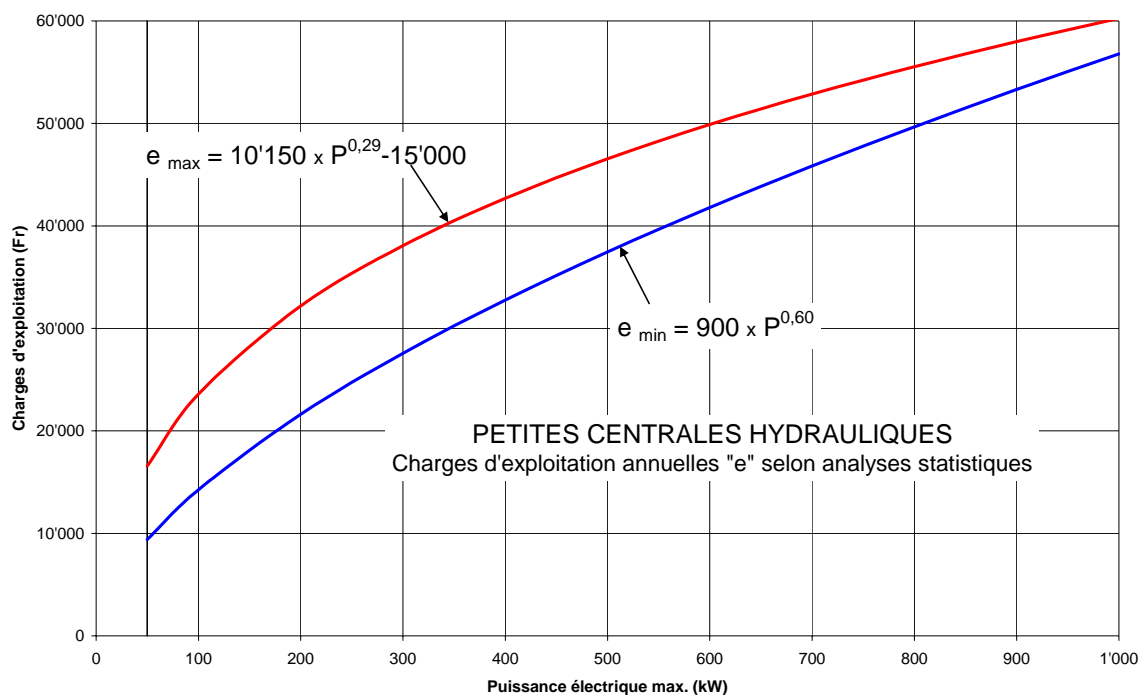
(3): coefficient d'annuité " a " par partie d'investissement [an⁻¹]

Moyenne pondérée de " a " = 0,0723 [an⁻¹]

Les durées d'investissement admises ici sont très prudentes. Pour de grandes installations, ces durées sont pratiquement doublées (90 ans pour le GC, 50 ans pour l'électromécanique et 20 ans pour l'appareillage). De plus, le taux d'intérêt de 5 % est élevé. Aujourd'hui, on peut négocier des taux sensiblement plus bas auprès des banques.

4. Charges d'exploitation "e"

On a établi ce montant en CHF, pour des installations sises en Suisse, en fonction de la puissance électrique maximale, à partir de données statistiques. Ce montant varie très sensiblement selon le type de l'installation, mais aussi en fonction de la qualité de celle-ci.



5. Capital supplémentaire pouvant être investi si le rendement énergétique de l'installation est augmenté de seulement 1 %.

Si on appelle "E" la production annuelle de l'installation, avant l'augmentation de rendement de 1 %, l'augmentation de production sera :

$$\Delta E = 0,01 \cdot E \quad [\text{kWh/an}]$$

Montant annuel de la vente supplémentaire de l'énergie :

$$\Delta F = 0,01 \cdot E \cdot r_v \quad [\text{CHF/an}]$$

Investissement supplémentaire rendu possible par cette augmentation du revenu :

$$\Delta C = \frac{\Delta F}{a} = \frac{0,01 \cdot E \cdot r_v}{0,0723} = 0,138 \cdot E \cdot r_v \quad [\text{CHF}]$$

Pour la Suisse où $r_v = \text{CHF } 0,15$

$$\Delta C = 0,138 \cdot 0,15 \cdot E = 0,0207 \cdot E \quad [\text{CHF}]$$

6. Exemples

PCH de La Rasse (décompte financier de la construction connu avec exactitude)

Production annuelle : 2'650'000 [kWh/an]

$$\Delta C = 0,0207 \cdot 2'650'000 = 54'850.-- \quad [\text{CHF}]$$

pour un investissement global initial de 1'007'280,--

[CHF]

soit :

$$\Delta C = \frac{54'850}{1'007'280} = 0,054 \quad [-]$$

On observe donc que, pour La Rasse, un rendement supérieur de seulement 1% de la turbine permettrait d'investir un montant supplémentaire de 5,4 % de l'ensemble du coût de l'aménagement !

Autre exemple : PCH de St.Imier

Cette installation de moyenne chute et de 800 kW de puissance produit 4 millions de kWh/an. La turbine Francis ancienne, mais construite et adaptée pour cette installation par Escher-Wyss a un rendement mesuré sur site à pleine charge de 87 %. Il s'agit, sans aucun doute, d'un très bon rendement pour la mini-hydraulique. Son exploitant en est d'ailleurs très fier !

Effectuons le même calcul sur l'investissement.

Ecart de rendement par rapport à une turbine MHyLab, dont le rendement garanti à pleine charge, pour cette puissance, est de 90 %.

Augmentation de production, en admettant que cet écart est constant en fonction de la charge :

$$\Delta E = \frac{90}{87} \cdot E - E = 0,034 \cdot E \quad [\text{kWh/an}]$$

$$\Delta C = \frac{\Delta F}{a} = \frac{0,034 \cdot E \cdot 0,15}{0,0723} = 0,0705 \cdot E \quad [\text{CHF}]$$

$$\Delta C = 0,0705 \cdot 4'000'000 = 282'160,-- \quad [\text{CHF}]$$

C'est à peine moins que le coût de la turbine !

Remarques :

a) Il n'est pas prouvé que la turbine MHyLab soit plus chère que celle d'origine. De plus, il est probable que les charges d'exploitation soient plus réduites en raison de l'application de techniques réputées plus fiables et par ailleurs expérimentées avec succès sur les 31 turbines qui ont été construites selon la technique MHyLab de 1997 à 2004.

b) Les écarts de rendement sur les turbines actuellement disponibles sur le marché, par rapport à ceux que MHyLab garantit, sont généralement très importants. Exemples :

PCH de La Dare, commune de Conthey, construite par GASA en 1993 (H = 160 m, P = 235 kW), alors que la technique MHyLab n'était pas encore disponible.

En 2003, cette installation a pris feu à la suite d'un coup de foudre. La turbine a été reconstruite selon la technique MHyLab. Avec les mêmes données du site, la puissance est montée de 15 % à pleine charge et de 20 % à mi-charge.

PCH de Oust (Pyrénées). Turbine de type Kaplan construite en 1989 par THEE, un des grands constructeurs de PCH en France.

Rendement de la turbine mesuré à pleine charge par des instances officielles : 65 %.