

## Augmentation de la puissance de l'aménagement Hongrin-Léman. Etude sur modèle physique du diaphragme et de la galerie de liaison de la cheminée d'équilibre (2012)

Rafael Duarte, Giovanni De Cesare, Rocco Capuano

Client : Forces Motrices Hongrin-Léman - FMHL

### Introduction

L'aménagement hydroélectrique de pompage-turbinage de Hongrin-Léman a été mis en service en 1971. Cet aménagement est constitué principalement, de l'amont vers l'aval, de (Figure 1):

Composants de l'aménagement		Détails
Lac d'accumulation	Hongrin	52 hm <sup>3</sup> ; 1'250 msm
Galerie d'aménée		8km de long
Cheminée d'équilibre		
Conduite forcée		1.2km de long
Centrale souterraine	Veytaux 1	4x 60MW (240MW)
Restitution	Lac Léman	372 msm

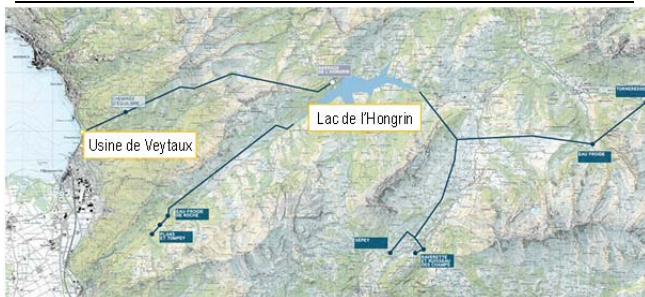


Figure 1: Situation de l'aménagement

Le propriétaire de l'aménagement a décidé d'augmenter la puissance de l'aménagement en réalisant une nouvelle centrale souterraine de 240 MW, nommée "Veytaux 2". La puissance à disposition du futur aménagement des FMHL sera ainsi portée à 480 MW, dont 420 MW en service et 60 MW de réserve.

### Objectifs de l'étude

Un nouveau puits vertical (7.2m de diamètre) de la cheminée d'équilibre sera connecté à la galerie d'aménée en amont de la cheminée existante. La galerie de liaison entre la nouvelle cheminée d'équilibre et la galerie d'aménée sera dotée d'un diaphragme dont les pertes de charge ont une grande influence sur le comportement transitoire de l'aménagement généré par le changement des modes entre pompage et turbinage, ainsi que lors de démarrage et d'arrêt des machines.

Les objectifs à atteindre sont les suivants:

- Déterminer le coefficient de perte de charge totale dans la galerie de liaison (avec et sans diaphragme) en fonction du sens et de la répartition des débits entre celle-ci et la galerie d'aménée.
- Optimiser la forme et les dimensions du diaphragme pour garantir les pertes de charge recherchées en phase de descente du niveau de l'eau dans la nouvelle cheminée d'équilibre.
- Optimiser l'emplacement du diaphragme le long de la galerie de liaison.

### Modèle physique

Le modèle physique construit au Laboratoire de Constructions Hydrauliques, à l'échelle géométrique de 1:18.2, représente une portion de la galerie d'aménée, la galerie de liaison et la nouvelle cheminée d'équilibre (Figure 2, Figure 3). Les diaphragmes à tester sont placés dans la galerie de liaison, à la position désirée.

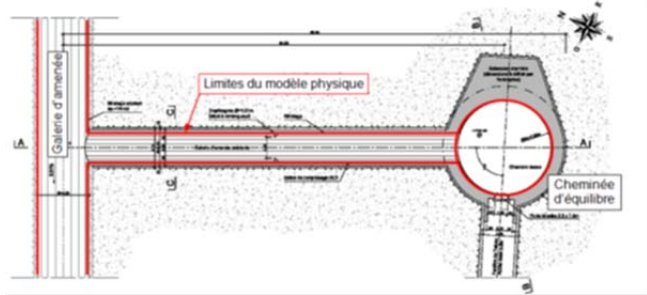


Figure 2: Portion de l'aménagement représentée sur modèle physique

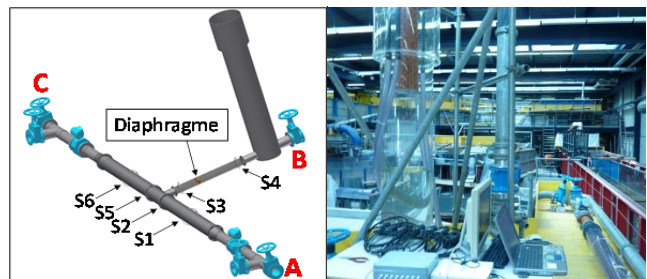


Figure 3: Représentation 3D et photo du modèle physique et position des sections et prises de pression

### Résultats expérimentaux

La première phase d'essais a été achevée avec l'utilisation de 3 configurations : sans diaphragme, avec diaphragme (D = 1.55m prototype) et avec diaphragme (D = 1.70m prototype). Les débits testés varient entre 0 et 60 m<sup>3</sup>/s environ. Les pertes de charge suivent une relation linéaire avec l'énergie cinétique et quadratique avec le débit (Figure 4):

$$\Delta H = K_d \frac{Q^2}{2gA^2}; \text{ où } K_d \text{ est le coefficient de perte.}$$

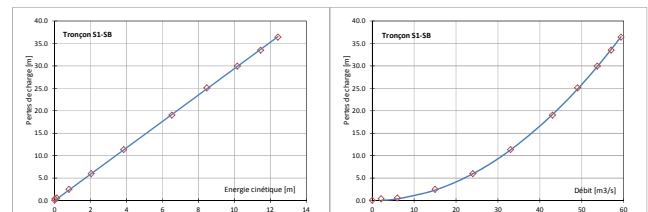


Figure 4: Résultats des pertes de charge en fonction de l'énergie cinétique et du débit. Diaphragme D=1,70m; sens de B vers A

La surface de la galerie de liaison est prise en compte comme référence (D = 2.2m; A = 3.8m<sup>2</sup>). Ces pertes totales sont dues à :

$$\Delta H_{tot} = \underbrace{\Delta H_{entrée}} + \underbrace{\Delta H_{diaphr}} + \underbrace{\Delta H_T + f \frac{L_1}{D_{2.2}} \frac{V^2}{2g}} + \underbrace{f \frac{L_2}{D_{3.9}} \frac{V^2}{2g}}$$

Pertes à l'entrée cheminée / liaison	Pertes dues au diaphragme	Pertes dues au «T» entre les galeries	Pertes linéaires au long des galeries d'aménée et liaison
--------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------	---

L'analyse des résultats pour les 3 configurations (sans diaphragme, D = 1.55m et D = 1.70m) a permis d'isoler l'influence de chaque type de perte de charge. Pour cela, la modélisation physique était nécessaire à cause de l'interaction entre les zones perturbées.

### Développements futurs

L'analyse des résultats a indiqué la nécessité d'un diaphragme de D = 1.63m pour obtenir les pertes de charge garanties. Cela permet de satisfaire la condition d'une pression minimale de 10 mce dans la galerie d'aménée. Pour la phase finale du projet, un programme complet d'essais sera réalisé avec ce diaphragme.