

Dossier réalisé par :



Eléments

5 rue Anatole France
34000 Montpellier
Tel : 07 57 41 29 23
Email : lea.cambon@elements.green
Site : www.elements.green
N° de Siren : 880 026 034 RCS de Montpellier
Rédacteur : Léa Cambon

PIECE 104 – ARRONDINE AVAL DOSSIER ENERGIE



CENTRALE HYDROELECTRIQUE DE L'ARRONDINE AVAL

COURS D'EAU : ARRONDINE

COMMUNES : LA GIETTAZ

DEPARTEMENT : SAVOIE (73)

PETITIONNAIRE : **CHE ARRONDINE**

DECEMBRE 2020

SOMMAIRE

A. CAPACITE DE PRODUCTION	1
B. DESCRIPTION DES EQUIPEMENTS	2
1. LA TURBINE	2
2. MATERIEL ELECTRIQUE	4
C. RENDEMENTS ENERGETIQUES	5
1. RENDEMENT MANOMETRIQUE	5
2. RENDEMENTS MECANIQUE ET ELECTRIQUE	6
3. RENDEMENT GLOBAL DE L'INSTALLATION	7
D. DUREE D'UTILISATION	8

A. Capacité de production

Le productible annuel de la centrale hydroélectrique de l'Arrondine aval a été estimé à 2 280 MWh.

Il a été calculé à partir des débits journaliers de l'Arrondine, reconstitués à partir de l'hydrologie du Borne (1997-1998, 2000, et 2002-2019). La méthodologie employée pour reconstituer l'hydrologie a été fournie dans la partie A.1.2. *Hydrologie* de la pièce n°29 *Données techniques*.

Ainsi, pour chaque débit journalier, la puissance électrique a été calculée à partir du débit turbinable, de la chute nette et du rendement associés :

$$P_{elec} = \eta g Q_{turbiné} H_{nette}$$

La production journalière est obtenue en multipliant la puissance électrique par le nombre d'heures.

Les résultats sont synthétisés dans le tableau suivant :

Projet hydroélectrique de l'Arrondine Aval						PMB : 1 030 kW				
Commune de la Giétaz			Débit spécifique estimé :			40,4 l/s/km ²				
Données générales du projet :										
Hauteur de chute brute :	42,0 m	Module à la PE :	1,53 m ³ /s	Longueur CF :	650 m	Turbine :	Francis			
Hauteur de chute nette minimale :	38,9 m	Débit max turbiné :	2,50 m ³ /s	Diamètre CF :	1 400 mm	Pelec :	805 kW			
		Débit réservé :	0,153 m ³ /s							
Tableau récapitulatif des productibles et recettes :								Tarif d'achat :		0,115 €/kWh
	Débit moyen reconstitué de l'Arrondine (m ³ /s)	Débit réservé (m ³ /s)	Q turbinable (m ³ /s)	Q tur / Qe (%)	Hauteur de chute nette estimée (m)	Rendement global moyen des équipements estimé (%)	Puissance moyenne mensuelle (kW)	Productible (kWh)	Recette (€ HT)	
Janvier	0,82	0,153	0,54	22%	41,1	70,0%	125,9	93 659	10 771	
Février	0,69	0,153	0,48	19%	41,2	69,0%	97,2	65 334	7 513	
Mars	1,51	0,153	1,18	47%	40,8	74,6%	343,6	255 653	29 400	
Avril	4,15	0,153	2,21	88%	39,4	83,0%	709,5	510 845	58 747	
Mai	3,45	0,153	2,02	81%	39,7	81,5%	646,1	480 684	55 279	
Juin	1,69	0,153	1,20	48%	40,8	73,3%	346,2	249 294	28 669	
Juillet	1,13	0,153	0,68	27%	40,8	72,4%	171,0	127 238	14 632	
Août	0,83	0,153	0,57	23%	40,9	72,3%	142,5	106 010	12 191	
Septembre	0,85	0,153	0,54	21%	40,9	71,1%	127,9	92 089	10 590	
Octobre	1,32	0,153	0,79	32%	40,6	74,6%	216,6	161 134	18 530	
Novembre	1,04	0,153	0,73	29%	40,9	72,6%	191,4	137 800	15 847	
Décembre	0,92	0,153	0,66	26%	41,0	71,1%	155,7	115 830	13 320	
Totaux annuels :								2 395 570 kWh	275 491 €	
Totaux annuels (maintenance incluse) :								2 275 791 kWh	261 716 €	
DAFT :								2 828 h		

Figure 1: Estimation du productible annuel de la centrale

Chaque année, des opérations de maintenance seront effectuées sur la centrale, qui sera alors arrêtée. Ces pertes de production, estimées à 5%, ont été prises en compte dans le calcul de productible. Avec une production annuelle de 2 280 MWh, la centrale hydroélectrique de l'Arrondine aval pourra alimenter 460 foyers (chauffage compris)¹.

¹ Bilan Electrique 2017, Réseau de Transport d'Electricité.

B. Description des équipements

1. LA TURBINE

Compte tenu de la hauteur de chute et de l'hydrologie de l'Arrondine, notre choix s'est porté sur l'installation d'une turbine Francis.

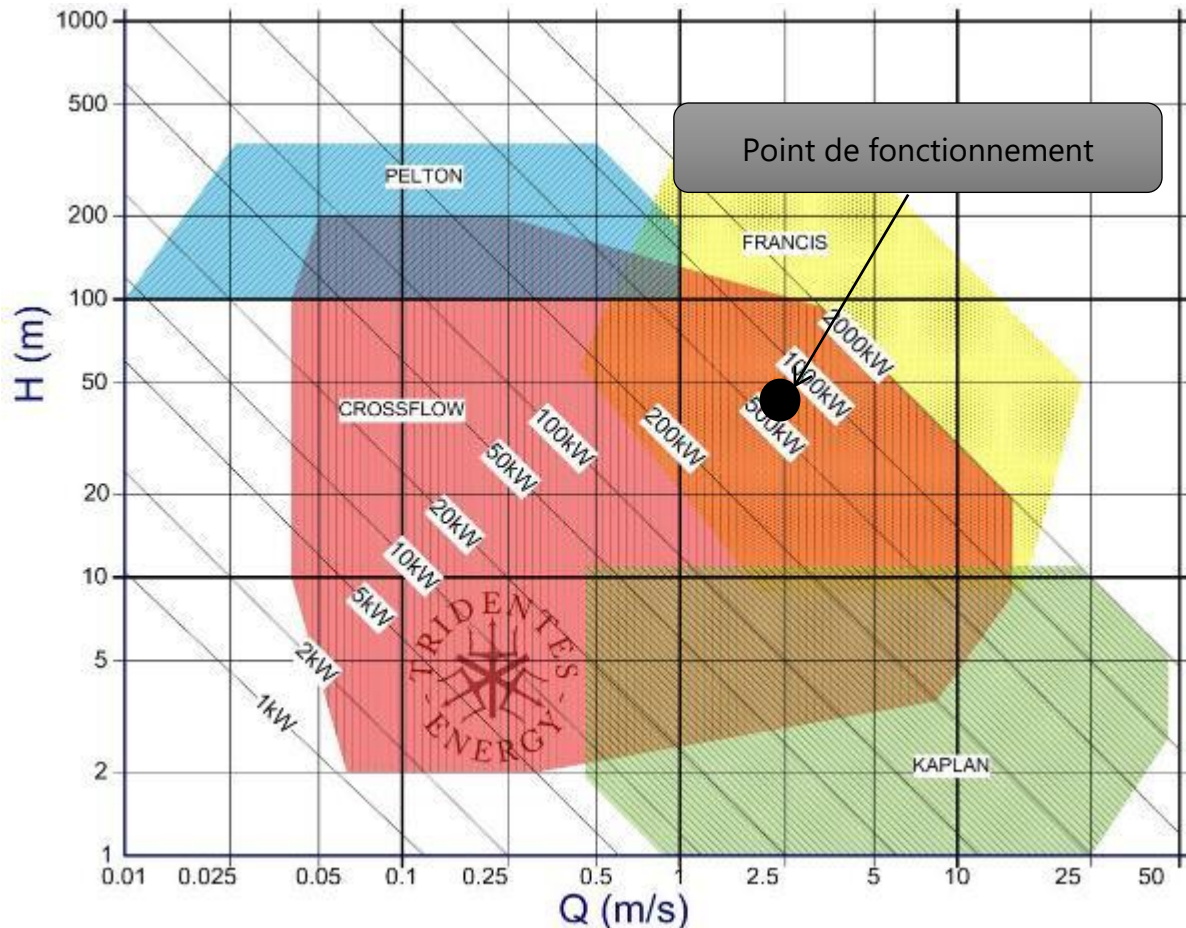


Figure 2: Domaines d'utilisation des différentes turbines

Les turbines Francis appartiennent à la catégorie des turbines à réaction qui ont pour particularité d'utiliser à la fois l'énergie potentielle et l'énergie cinétique de l'eau.

Une turbine Francis comporte les éléments suivants :

- Bâche spirale : de forme cylindrique, elle permet de répartir la pression uniformément dans le distributeur ;
- Distributeur : constitué d'aubes directrices qui régulent le débit et orientent le fluide ;
- Roue : transforme l'énergie hydraulique en énergie mécanique ;
- Aspirateur : ce conduit conique divergent a pour fonction de récupérer une partie de l'énergie cinétique résiduelle en sortie de la roue.

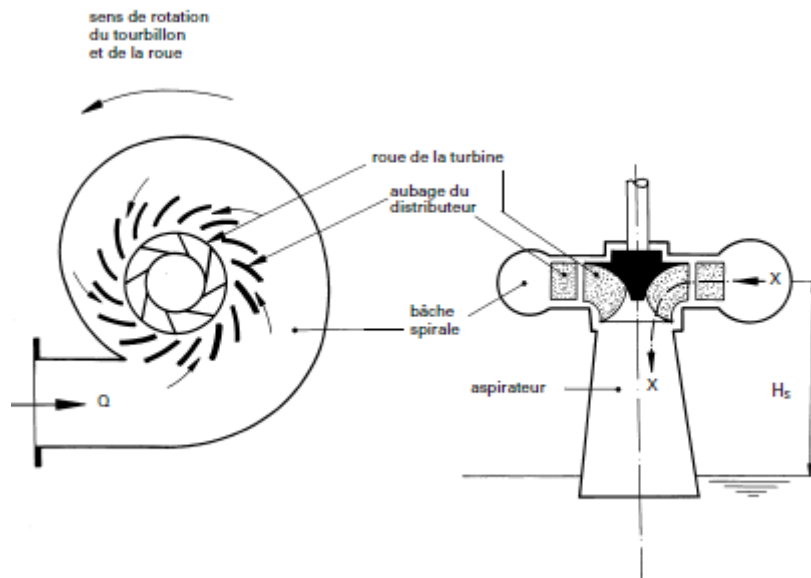


Figure 3: Schéma d'une turbine Francis. Source : PACER



Figure 4: Photographie d'une turbine Francis

La turbine sera équipée d'une vanne de pied de type « papillon ». Cette vanne permettra d'isoler la turbine, notamment pour les opérations de maintenance. L'ouverture de la vanne sera commandée par un système hydraulique, et sa fermeture par un contrepoids.

2. MATERIEL ELECTRIQUE

La turbine sera couplée à un alternateur synchrone triphasé de 1 500 kVA, de tension de sortie 690 V.

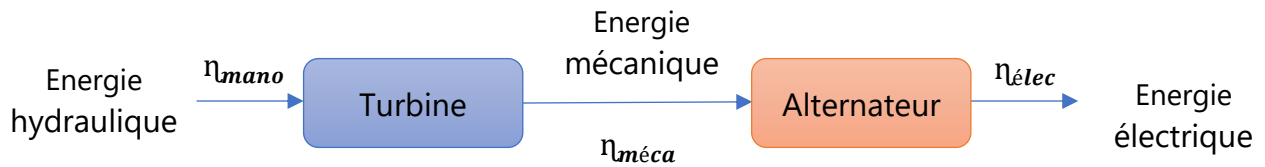


Figure 5: Photographie d'un alternateur synchrone

Cet alternateur sera relié à un transformateur de 1 500 kVA permettant de passer la tension de 690 V à 20 000 V. Ensuite, le courant passera à travers les cellules de protection avant d'être injecté sur le réseau public de distribution. La centrale hydroélectrique comptera également une armoire de puissance, une armoire d'automatisme ainsi qu'un poste de comptage de l'énergie (produite et consommée). L'armoire d'automatisme permettra notamment de piloter la centrale hydroélectrique.

C. Rendements énergétiques

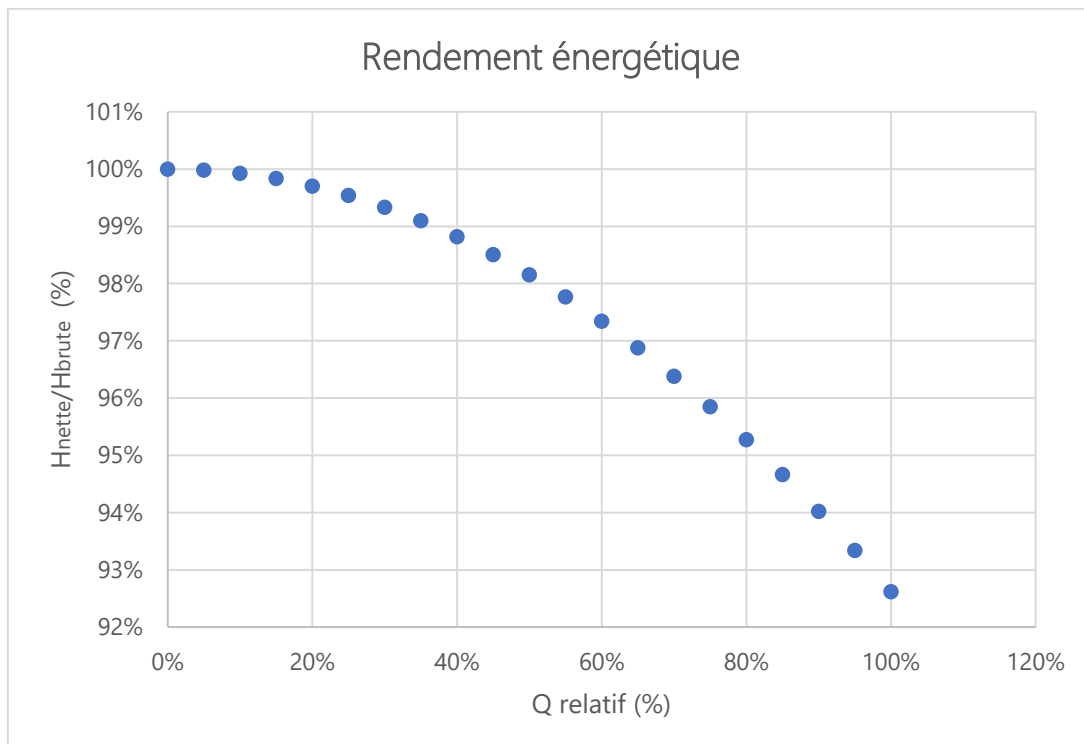
Les différentes transformations énergétiques ayant lieu dans une installation hydroélectrique sont synthétisées dans le schéma ci-dessous :



1. RENDEMENT MANOMETRIQUE

Comme cela a été expliqué dans le paragraphe A.2 *Hauteur de chute* de la pièce n°29 *Données techniques*, il existe des pertes de charge liées à la viscosité de l'eau et à la présence de coudes, de vannes, etc.

Ces pertes de charge sont associées à un rendement manométrique η_{mano} égal à $\frac{H_{nette}}{H_{brute}}$.

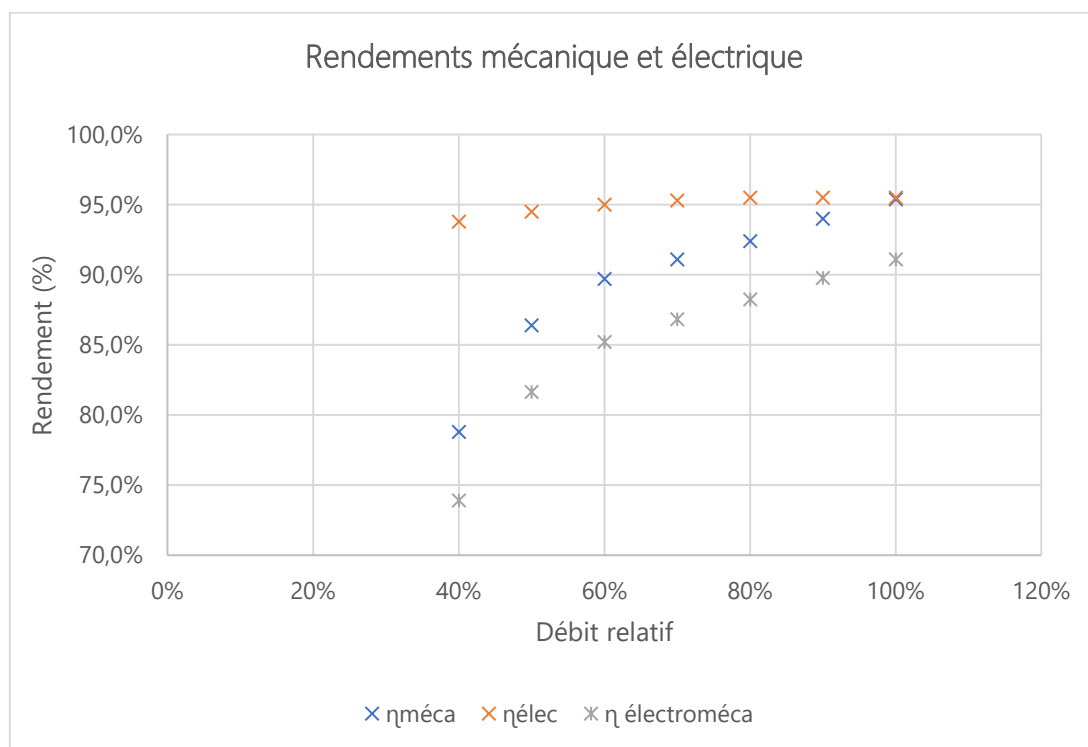


2. RENDEMENTS MECANIQUE ET ELECTRIQUE

En plus des pertes manométriques, il existe des pertes dans la roue. Elles sont dues au frottement visqueux du fluide mais aussi aux frottements « secs » des paliers et roulements.

Enfin, des pertes ont aussi lieu dans l'alternateur synchrone lors de la transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique.

Les rendements mécanique et électrique d'une installation similaire à celle de l'Arrondine aval sont donnés dans le graphe ci-dessous :

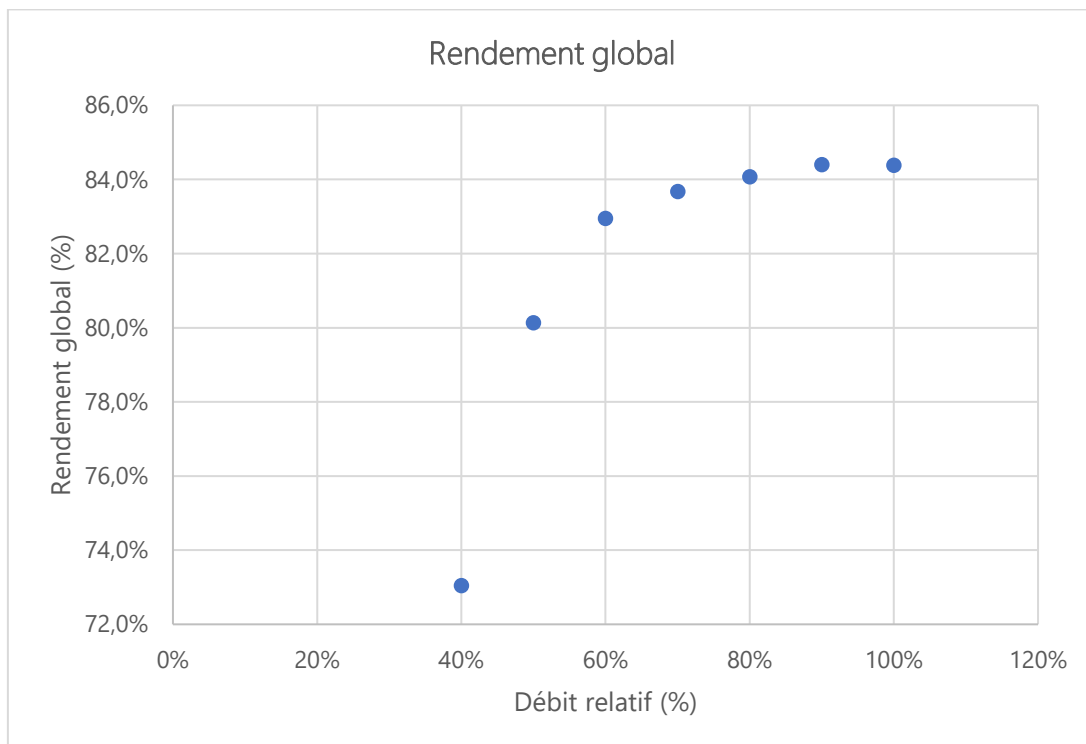


Le rendement électro mécanique correspond au rendement global du groupe turbine-alternateur. Il ne prend pas en compte les pertes manométriques.

Ces rendements sont donnés à titre indicatif et peuvent évoluer en fonction des constructeurs.

3. RENDEMENT GLOBAL DE L'INSTALLATION

Le rendement global de l'installation est donné dans le graphique ci-dessous :



D. Durée d'utilisation

La demande d'autorisation est faite pour une durée de 40 ans. Toutefois, les équipements hydroélectriques sont conçus pour fonctionner de nombreuses années.

Les terrains sur lesquels seront installés les ouvrages sont à disposition pour une durée maximale de 99 ans.

Ainsi, à la fin de la période d'autorisation, l'exploitation de la centrale devrait être continuée. En cas d'arrêt de l'exploitation, les ouvrages seront démantelés et les terrains remis en état.