

DEPARTEMENT DE L'ISERE

CENTRALE DE SAINT-CHRISTOPHE EN OISANS

DOSSIER DE DEMANDE DE RENOUVELLEMENT D'AUTORISATION
ET D'AUGMENTATION DE PUISSANCE

Description des installations



SERHY INGENIERIE
Bureau d'Etudes - Exploitation
Parc d'activité Val de Durance
30 Allée des Tilleuls - 04200 SISTERON
Tél. : + (33) 4 92 30 10 54 - Fax. : + (33) 4 92 61 51 17

SERHY INGENIERIE Siège social
1 bis avenue de la Méditerranée - 81240 ST AMANS SOULT
Tél. : + (33) 5 63 98 06 15 - Fax. : + (33) 5 63 97 15 39

EUURL au capital de 825 000 €
RCS Castres : 810 610 972 - Siret 810 610 972 00012 - Code APE : 3312Z
N°Intracommunautaire : FR 54 810 610 972

Juin 2026 pour enquête publique

Affaire suivie par Jérémie Mathieu
jeremie.mathieu@serhy.com
06 38 41 30 00

Table des matières

I. Prise d'eau.....	1
I-1. Implantation et accès.....	1
I-2. Détails de l'ouvrage	1
II. Conduite forcée	3
II-1. Généralités	3
II-2. Tracé de la conduite	3
III. Usine.....	4
III-1. Implantation	4
III-2. Description de l'usine	5
IV. Equipements électromécaniques.....	6
IV-1. Définition des ouvrages.....	6
IV-2. Turbines.....	6
IV-3. Alternateur.....	7
IV-4. Transformateurs	8
IV-5. Armoires de haute tension.....	8
.....	9
IV-6. Armoires de contrôle commande	9
IV-7. Equipements divers	9
V. Caracteristiques de l'installation	10
V-1. Hauteur de chute	10
V-2. Débits caractéristiques	11
V-3. Puissances caractéristiques	14
VI. Evaluation de la Production.....	15
VI-1. Production arrêté préfectorale	15
VI-2. Production après augmentation	16
VII. Répartition communale.....	17

I. PRISE D'EAU

I-1. Implantation et accès

La prise d'eau est située à la cote 1 694.66 mNGF (altitude du mur barrage donnée après réévaluation du niveau, le 26/04/23), en rive gauche. L'accès à la prise d'eau se fait par la route du Plat de la Selle puis grâce à une piste carrossable d'environ 750 mètres.



Image 1 : Vue satellite de la prise d'eau (source : Géoportail)

I-2. Détails de l'ouvrage

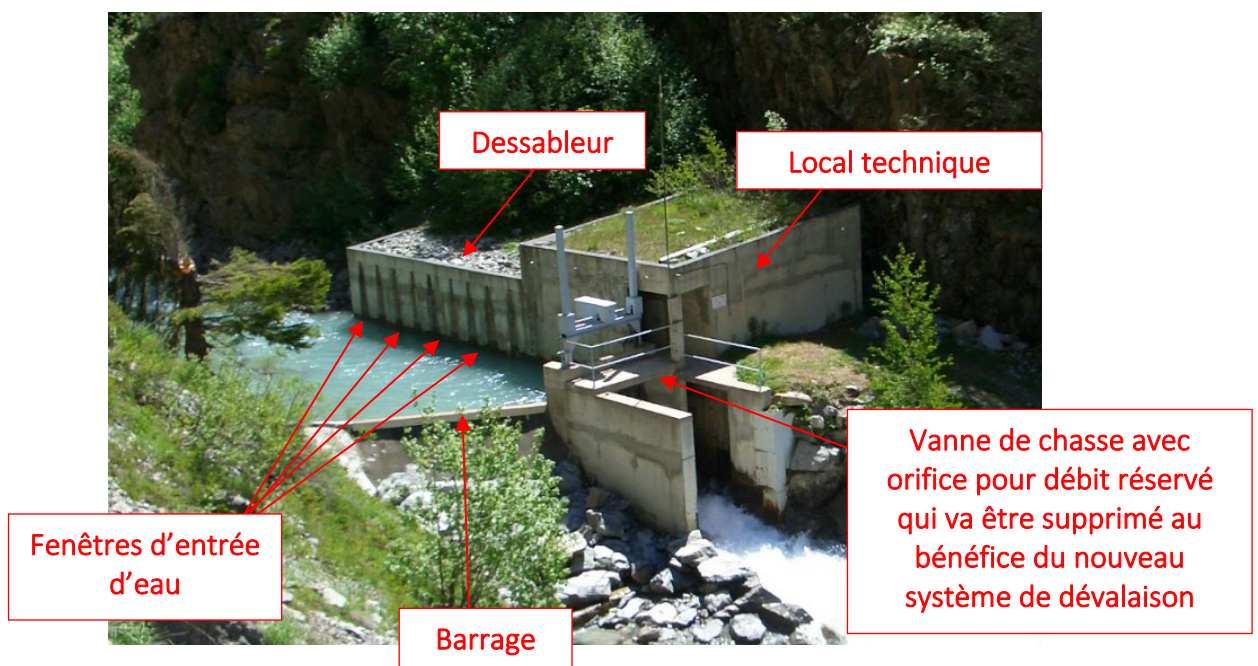


Image 2 : Vue de l'ouvrage de prise d'eau depuis la rive droite

Le barrage de prise a les caractéristiques suivantes :

- mur déversoir épais avec vanne levante et prise latérale,
- hauteur au dessus du terrain naturel : 2 m,
- longueur en crete : 6m dont longueur de vanne : 3 m,
- côte NGF de la crete de barrage : 1 694.66 m.

Les caractéristiques principales de la retenue sont les suivantes :

- surface de la retenue au niveau normal d'exploitation : 200 m²,
- capacité de la retenue au niveau normal d'exploitation : 120 m³.

Le barrage est équipé d'une vanne de chasse levante motorisée, de 3 m de largeur par 2 m de hauteur qui permet de maintenir le niveau de la retenue constant et de la vidanger le cas échéant.

En cas de crue ne passant pas en totalité dans la vanne barrage, c'est le mur barrage qui se mettra à surverser.

Actuellement le débit réservé transite dans un orifice circulaire de 212 mm de diamètre, positionné dans la vanne de chasse assurant le passage des 122 l/s. Il est proposé de supprimer cet orifice au bénéfice du nouveau système de dévalaison.

Ce dernier sera composé en premier lieu de 2 vannes de régulation positionnées en rive droite et gauche de la grille de prise. **L'inclinaison de cette dernière sera quant à elle modifiée pour passer de 4.5 à 12% et l'espacement inter barreaux va passer de 12 à 10 mm.**

La vanne rive gauche assurera le passage de 42 L/s via la goulotte en pied de grille et la vanne rive droite transitera les 80 L/s restant. Plus en aval, une conduite collectera les débits pour les faire transiter jusqu'à un bassin de tranquillisation à l'exutoire duquel on retrouvera un seuil calibré équipé d'une échelle limnimétrique de contrôle de 40 cm de large.

Condition choisie :					
	$Q = m l h (\sqrt{2gh})$				
	$m = (0.405 + (0.003 / h) \times (1 + 0.55 \times (h / (h+p)^2)))$				
	h=	0,3	m		
	p=	0,5	m		
	m=	0,418			
		à fixer		calcul	
Calcul de Q ou L	Q =	0,122	Donc L =	0,40	m
	L =	0,40	Donc Q =	0,1216	m ³ /s
					122 l/s

Les eaux de la retenue transitent ensuite dans l'ouvrage de prise équipé de grille filtrante suivi d'un dessableur qui peut être vidangé par 2 vannes de section carrées, de 400 mm de côté.

II. CONDUITE FORCEE

II-1. Généralités

La conduite forcée est enterrée sur la totalité de son tracé. Elle reste sur la rive gauche du torrent. Au départ de la prise d'eau elle est enterrée sous le chemin d'accès. Ensuite elle contourne le village par le Nord avant de plonger vers l'usine en recoupant les lacets de la piste d'accès par endroit.

Diamètre nominal	700 mm
Longueur Totale	2 300 m
Pression statique à l'usine	44,2 bars

Les conduites sont en acier soudé revêtu.

II-2. Tracé de la conduite

Voir pièce localisation des installations

III. USINE

III-1. Implantation

L'usine est implantée en bordure du Vénéon à la cote 1252,10 mNGF sur la commune de Saint-Christophe en Oisans (altitude obtenue après réévaluation du niveau, le 26/04/23).

L'accès se fait par la route de la Berarde (D530) puis par le chemin de la centrale.



Image 3 : Vue satellite de la centrale (source : Géoportail)



Image 4 : Photo de la centrale

III-2. Description de l'usine

Le bâtiment comprend :

- Un local technique abritant les deux turbines et les trois génératrices,
- Un local isolé phoniquement à l'intérieur duquel se trouve les armoires de contrôle commande ainsi qu'un bureau.
- Un local électrique dans lequel se trouve les transformateurs, les armoires 20kV et 5,5 kV, etc...

L'eau turbinée est évacuée jusqu'au torrent du Vénéon par un canal de fuite.

Des travaux de rénovation partiels ont été réalisés en 2016/2017 sur l'ensemble de l'usine, les caractéristiques des différents composants seront détaillées dans la partie suivante.

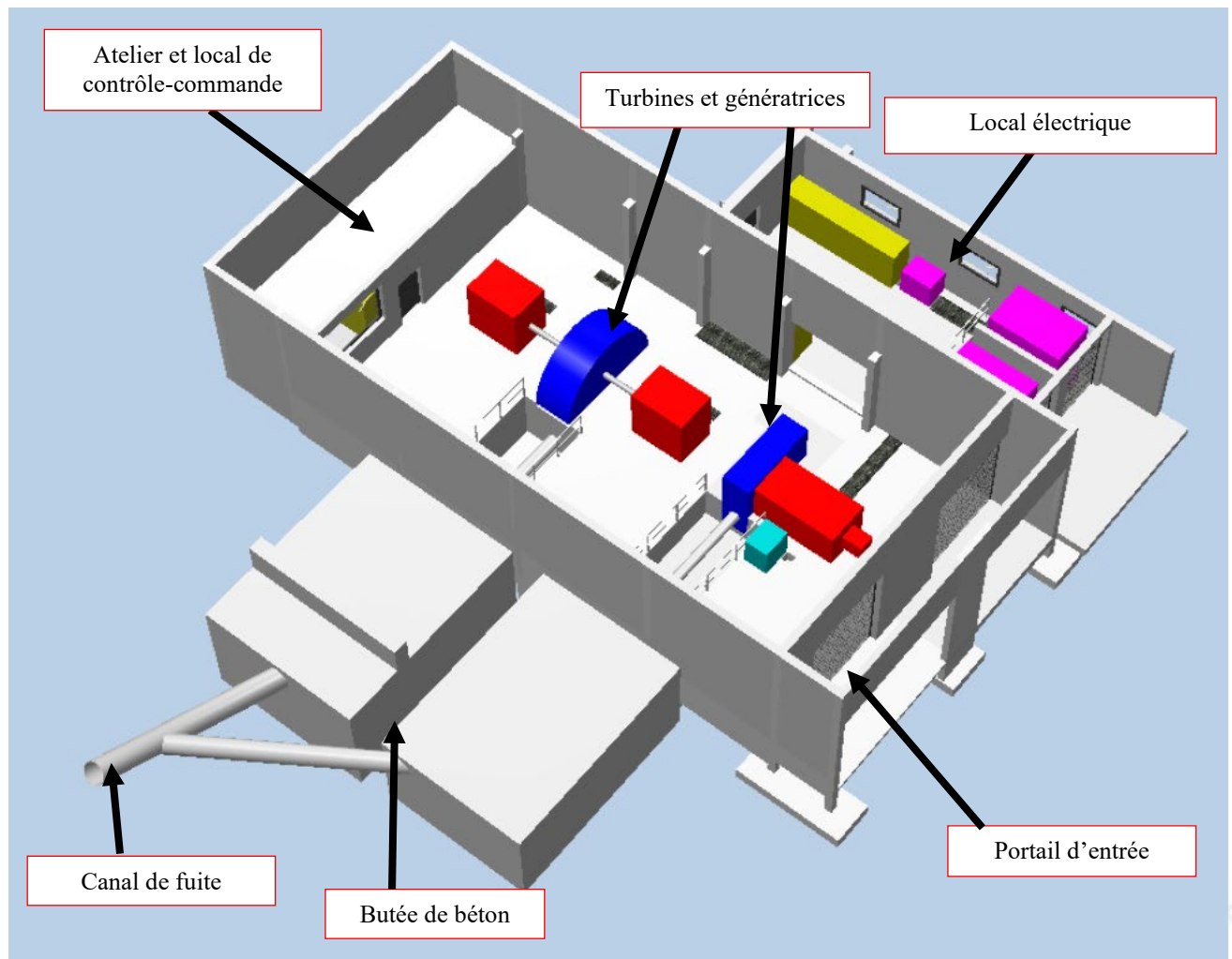


Image 5 : Plan de l'usine

IV. EQUIPEMENTS ELECTROMECHANIQUES

IV-1. Définition des ouvrages

Les équipements sont les suivants :

- deux turbines,
- trois alternateurs,
- deux transformateurs,
- un ensemble de cellules Haute Tension 20 kV et une armoire 5,5kV
- une armoire d'automatisme,
- un système de télésurveillance,
- les compteurs d'énergie (propriété d'EDF).

Lors des travaux de rénovation en 2016/2017, il a été rajouté une turbine et un alternateur, le local électrique a donc été modifié.

IV-2. Turbines

Il y a donc deux turbines différentes dans cette centrale.

Présentation de la nouvelle turbine :

Caractéristiques

La turbine est dimensionnée pour un débit nominal de 685 l/s, avec une hauteur de chute nette de 420 m environ.

C'est une turbine Pelton Horizontale H5-G1, avec les caractéristiques suivantes :

- Type Pelton horizontal, contenant 2 jets à commande automatique
- Diamètre de roue de 800 mm
- Vitesse nominale de rotation de 1000 trs/mn
- Puissance nominale de 2408 kW.

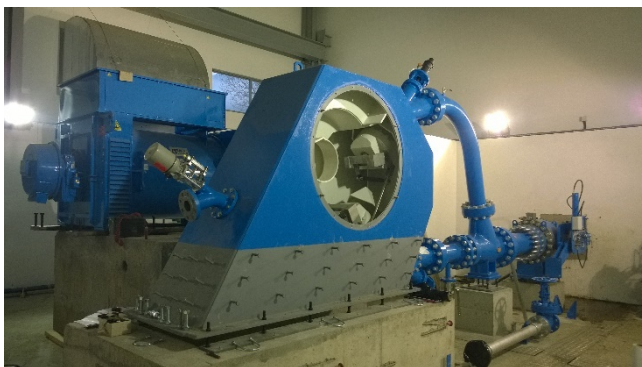


Image 6 et 7° : Photos de la turbine et de la roue lors de la mise en place.

Composition de l'ensemble :

- Roue et injecteurs en acier inox
- Bati en tôle d'acier S355 J0
- Vanne de pied de type sphérique diamètre 350 mm automatique en acier Mécanosoudé S235 JR pour le corps et la lentille et en acier inox pour l'arbre
- Une centrale oléohydraulique pilotant la turbine et la vanne de garde.

La deuxième turbine est équipée de deux génératrices en prise directe avec une roue Pelton. La turbine est équipée de 2 injecteurs. Son débit maximal est bridé à 315 L/s mais peut aller jusqu'à 552 L/s de sorte que le débit maximal de la centrale soit au total de 1237 L/s.



Image 8 : Photo des deux turbines

IV-3. Alternateur

Il y a donc deux groupes de productions différents dans cette centrale.

Le groupe G3 est le plus récent et il est équipé d'un alternateur asynchrone aux caractéristiques suivantes :

- Puissance électrique maximale : 2340 kW, 2600 kVA
- Vitesse de rotation : 1000 trs/mn
- Survitesse : 1890 trs/mn
- Degré de protection : IP 23
- Classe d'échauffement : F (100°)
- Classe d'isolation : H (180°)
- Poids : 9 400 kg

Le groupe le plus ancien est donc équipé de deux alternateurs asynchrones G1/G2 qui ne fonctionnant pas en même temps et aux caractéristiques suivantes :

- Puissance électrique maximale : 2340 kW, 2600 kVA
- Vitesse de rotation : 1000 trs/mn

- Degré de protection : IP 23
- Classe d'échauffement : F (105°)
- Classe d'isolation : H
- Poids : 9 400 kg

IV-4. Transformateurs

Transformateur de puissance 1 :

- Puissance : 5 000 kVA
- Tension primaire : 21 065 V
- Tension secondaire : 5 500 V
- Diélectrique : Huile
- Poids total : 9 150 kg
- Marque : France Transfo

Ce transformateur a été entièrement révisé lors des travaux.

Transformateur de puissance 2 :

- Puissance : 3 150 kVA
- Tension primaire : 21 kV
- Tension secondaire : 400 V
- Diélectrique : Huile
- Poids total : 5 800kg
- Marque : Snt Duriez

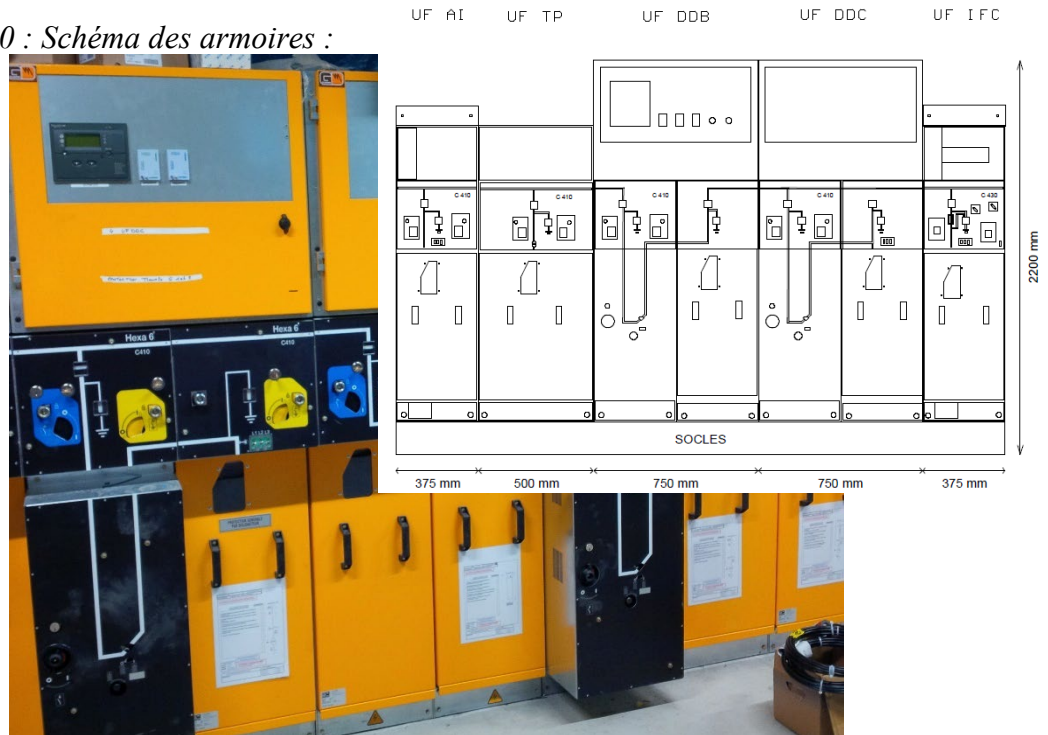


Image 9 : Photo d'un des transformateurs

IV-5. Armoires de haute tension

L'équipement comprend :

- 1 cellule arrivée interrupteur.
- 1 cellule transformateur de tension.
- 1 cellule protection générale disjoncteur double.
- 1 cellule de couplage turbine par disjoncteur.
- 1 cellule de protection générale par interrupteur et fusible.

Image 10 : Schéma des armoires :*Image 11 : Photo des armoires de haute tension*

IV-6. Armoires de contrôle commande

Cette armoire est constituée de :

- Tous les interrupteurs, disjoncteurs, transformateurs et relais nécessaires à la protection et au fonctionnement des divers organes de la centrale.
- Toute l'instrumentation commune voltmètre, ampèremètre, wattmètre,
- Un automate programmable assurant la marche automatique de la centrale.
- Un système de télégestion permettant : d'envoyer une alarme téléphonique en cas de défaut, d'acquitter les défauts à distance, d'envoyer des télécommandes (mise en marche et arrêt de l'installation).

IV-7. Equipements divers

Il est installé dans le bâtiment :

- l'éclairage intérieur,
- l'éclairage extérieur,
- le chauffage (aérothermes) pour éviter les risques de gel,
- des prises de courant 220 et 380 Volts.

V. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

V-1. Cotes d'exploitation

Cote minimale (débit d'armement) : 1694.36

Cote normale d'exploitation (débit moyen turbiné) : 1694.46

Cote maximale d'exploitation (débit maximum turbiné) : 1694.54

V-2. Hauteur de chute

Comme mentionné précédemment, dans le cadre de la demande de renouvellement, un géomètre est intervenu le 26 avril 2023 afin de relever les différentes altitudes des ouvrages. Les résultats ont démontré une différence entre les valeurs renseignées dans l'arrêté préfectoral et les valeurs obtenues par le géomètre. Il sera donc inclus dans la demande de renouvellement ces différences d'altitudes.

Ci-dessous, les valeurs à gauche correspondent aux valeurs de l'arrêté préfectoral et les valeurs de droite représentent les hauteurs obtenues dans le cadre du renouvellement.

- **Hauteur de chute brute**

La hauteur de chute brute se calcule entre la cote maximale de prélèvement, soit la crête du barrage, et le point de restitution au milieu naturel, soit la cote de restitution dans le torrent du Diable.

$$H_{\text{brute}} = (\text{côte maximale de prélèvement} - \text{côte de rejet})$$

$$= (1\,690 - 1\,241)$$

Soit :

$$H_{\text{brute arrêté}} = 449 \text{ m.}$$

$$= (1\,694,66 - 1\,241,11)$$

Soit :

$$H_{\text{brute renouvellement}} = 453,55 \text{ m.}$$

- **Hauteur de chute utile**

Cette valeur correspond au potentiel réellement valorisé par l'installation hydroélectrique. Elle se mesure entre la cote de mise en charge de la conduite forcée et la cote de turbinage.

$$H_{\text{utile}} = (\text{côte de mise en charge} - \text{côte de turbinage})$$

$$= (1\,689,5 - 1\,252)$$

Soit :

$$H_{\text{utile arrêté}} = 437,5 \text{ m.}$$

$$= (1\,694,16 - 1\,252)$$

Soit :

$$H_{\text{utile renouvellement}} = 442,16 \text{ m.}$$

- **Hauteur de chute nette**

Cette hauteur de chute prend en compte les pertes de charge créées dans la conduite forcée.

Les pertes de charge linéaires ont été calculées pour chaque débit turbiné à partir de la formule de COLEBROOK. Celles-ci ont été majorées de 5% pour prendre en comptes les pertes singulières

(coudes, emboîtement, etc...) le long de la conduite. Nous ajoutons à cela les pertes singulières à l'entonnement et dans la vanne de pied.

Les pertes de charges sont liées au **diamètre** de la conduite forcée. Dans notre cas, le diamètre est **DN = 700 mm**.

Avec p correspondant aux pertes de charge le long de la conduite forcée calculées au débit maximum $Q_{\text{équipement}}$ calculées à partir de la formule de Colebrook.

Pour $Q_{\text{équipement}} (1\,000 \text{ l/s}) :$

$$p = 13,95 \text{ m}$$

$$H_{\text{nette}} = (H_{\text{utile}} - p)$$

$$H_{\text{nette}} = (437,5 - 13,95)$$

Soit :

$$H_{\text{nette arrêté}} = 423,55 \text{ m.}$$

Pour $Q_{\text{équipement}} (1\,237 \text{ l/s}) :$

$$p = 21,09 \text{ m}$$

$$H_{\text{nette}} = (H_{\text{utile}} - p)$$

$$H_{\text{nette}} = (442,16 - 21,09)$$

Soit :

$$H_{\text{nette renouvellement}} = 421,07 \text{ m.}$$

V-3. Débits caractéristiques

- **Débit réservé**

$$\text{Débit réservé} = Q_r = 122 \text{ l/s}$$

- **Débit d'équipement**

Le débit d'équipement correspond au débit maximal pouvant transiter par la turbine. Les ouvrages de prise d'eau sont conçus de manière à ne pas prélever plus d'eau et à ce que le trop plein soit évacué lorsque le débit naturel est trop important.

$$\text{Débit d'équipement arrêté} = Q_{\text{eq arrêté}} = 1000 \text{ l/s.}$$

L'objectif de ce projet, outre le renouvellement est une augmentation de la puissance de 25%. Or, la demande de renouvellement concerne aussi la hauteur de chute. Le débit d'équipement ne peut donc pas juste être augmenté de 25%. La puissance maximale brute de l'arrêté est de 4 405 kW (détail p.16). En lui appliquant les 25% d'augmentation on obtient une puissance maximale brute de renouvellement de 5 506 kW. Ce qui nous donne :

$$PMB_{\text{renouvellement}} = H_{\text{brute renouvellement}} * 9.81 * Q_{\text{équipement renouvellement}}$$

$$\Leftrightarrow Q_{\text{équipement renouvellement}} = \frac{PMB_{\text{renouvellement}}}{9.81 * H_{\text{brute renouvellement}}} = \frac{5\,506}{9.81 * 453.55} = 1.237 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}.$$

$$\text{Débit d'équipement renouvellement} = Q_{\text{eq renouvellement}} = 1237 \text{ l/s.}$$

- **Débit d'armement**

Le débit d'armement est le débit minimum nécessaire pour obtenir le fonctionnement correct de la turbine. Les turbines de type Pelton sont capables de produire à partir de débits très faibles. Il faut néanmoins produire suffisamment d'énergie pour assurer l'autoconsommation du transformateur de puissance et la consommation des auxiliaires de la centrale (éclairage, chauffage, ...). Cela signifie qu'il est nécessaire que le débit du torrent soit supérieur au débit réservé additionné au débit d'armement avant de pouvoir démarrer la production. Autrement dit, le débit qui sera restitué au torrent en période de basses eaux, quand l'installation ne pourra pas être démarrée, sera souvent supérieur au débit réservé.

$$\text{Débit d'armement} = Q_{\text{arm}} = 10 \text{ l/s}$$

- **Débits turbinables**

Avec les valeurs précédemment fixées de débit réservé, débit d'équipement et débit d'armement, et en se basant sur notre étude hydrologique on peut estimer jour après jour les débits turbinables en fonction des débits naturels donnés par notre hydrologie. On obtient les débits mensuels turbinables suivants :

Mois	Débits turbinables moyens	par Saison
janvier	15 l/s	63 l/s
février	7 l/s	
mars	37 l/s	
avril	157 l/s	731 l/s
mai	772 l/s	
juin	994 l/s	
juillet	1000 l/s	
août	989 l/s	
septembre	745 l/s	
octobre	462 l/s	
novembre	199 l/s	63 l/s
décembre	54 l/s	

Débit turbinable annuel moyen pour la centrale actuelle = 456 l/s.

Mois	Débits turbinables moyens	par Saison
janvier	15 l/s	63 l/s
février	7 l/s	
mars	38 l/s	
avril	157 l/s	849 l/s
mai	854 l/s	
juin	1215 l/s	
juillet	1236 l/s	
août	1202 l/s	
septembre	795 l/s	
octobre	483 l/s	
novembre	201 l/s	63 l/s
décembre	54 l/s	

Débit turbinable annuel moyen pour le projet de renouvellement = 515 l/s

Le tracé des débits turbinables et naturels et du tronçon court-circuité du torrent du Diable nous donne :

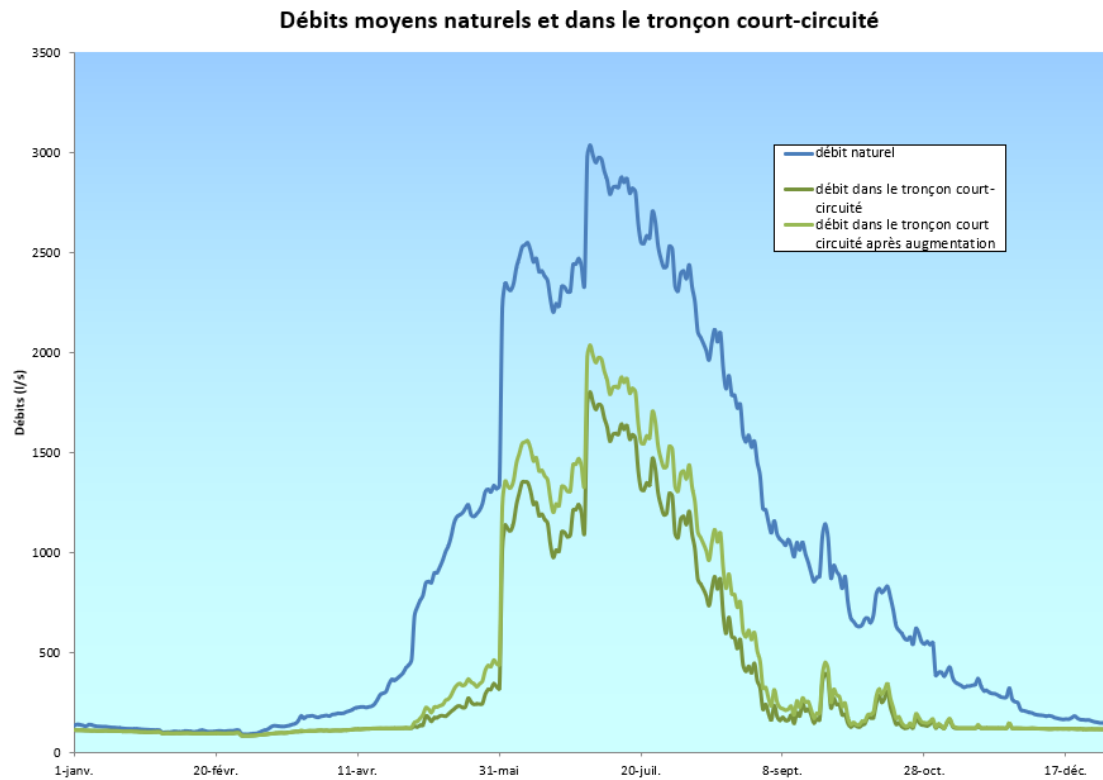


Image 12 : Tracé des différents débits moyens avant et après augmentation dans le tronçon court-circuité

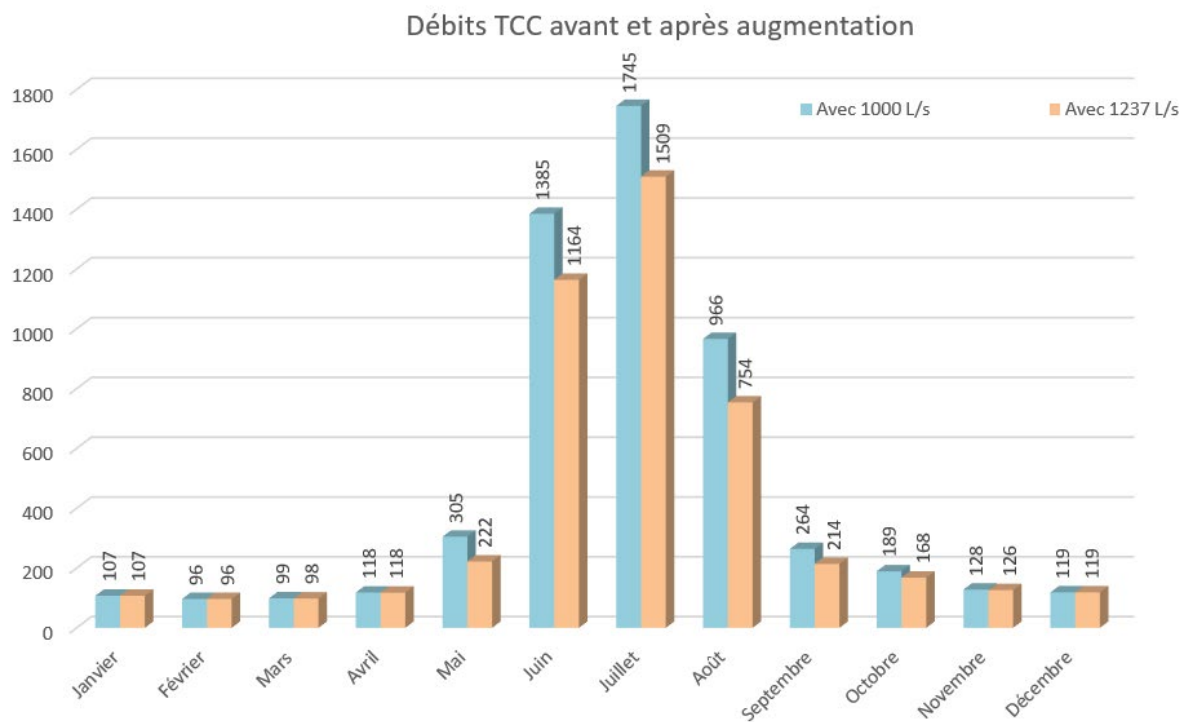


Image 13 : Hydrogramme des débits dans le tronçon court-circuité avant et après augmentation

V-4. Puissances caractéristiques

Dans cette partie nous retrouverons les valeurs caractéristiques de la centrale actuelle à gauche et celles avec une augmentation de puissance de 25% à droite.

- **Puissance maximale brute (PMB)**

La puissance maximale brute est basée sur le débit maximal et la hauteur de chute brute. Elle se calcule comme ceci :

$$PMB = 9,81 \times Q_{\text{équipement}} \times H_{\text{brute}}$$

Soit :

$$PMB_{\text{arrêté}} = 9,81 \times 1 \text{ m}^3/\text{s} \times 449 \text{ m}$$

$$PMB_{\text{arrêté}} = 4\,405 \text{ kW.}$$

Soit :

$$PMB_{\text{renouvellement}} = 9,81 \times 1,237 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\times 453,55 \text{ m}$$

$$PMB_{\text{renouvellement}} = 5\,503 \text{ kW.}$$

- **Puissance maximale disponible (PMD)**

Cette valeur correspond à la puissance maximale fournie au réseau et mesurée aux bornes de l'installation :

$$PMD = 9,81 \times 0,86 \times Q_{\text{équipement}} \times H_{\text{nette}}$$

Soit :

$$PMD_{\text{arrêté}} = 9,81 \times 0,86 \times 1 \text{ m}^3/\text{s} \times 423,55 \text{ m}$$

$$PMD_{\text{arrêté}} = 3\,573 \text{ kW.}$$

Soit :

$$PMD_{\text{renouvellement}} = 9,81 \times 0,86 \times 1,2 \text{ m}^3/\text{s} \times 421,07 \text{ m}$$

$$PMD_{\text{renouvellement}} = 4\,263 \text{ kW.}$$

- **Puissance normale brute (PNB)**

Elle est calculée à partir du débit moyen turbinable et de la hauteur de chute brute :

$$PNB = 9,81 \times Q_{\text{turbinable moyen}} \times H_{\text{brute}}$$

Soit :

$$PNB_{\text{arrêté}} = 9,81 \times 0,456 \text{ m}^3/\text{s} \times 449 \text{ m}$$

$$PNB_{\text{arrêté}} = 2\,009 \text{ kW.}$$

Soit :

$$PNB_{\text{renouvellement}} = 9,81 \times 0,525 \text{ m}^3/\text{s} \times 453,55 \text{ m}$$

$$PNB_{\text{renouvellement}} = 2\,336 \text{ kW.}$$

- **Puissance normale disponible (PND)**

Elle est calculée à partir du débit moyen turbinable, de la hauteur de chute nette estimée et du rendement des machines estimé :

$$PND = 9,81 \times 0,84 \times Q_{\text{turbinable moyen}} \times H_{\text{nette}}$$

Soit :

$$\text{PND}_{\text{actuelle}} = 9,81 \times 0,84 \times 0,456 \text{ m}^3/\text{s} \times 423,55 \text{ m}$$

$$\text{PND}_{\text{actuelle}} = 1\,592 \text{ kW}$$

Soit :

$$\text{PND}_{\text{projet}} = 9,81 \times 0,84 \times 0,525 \text{ m}^3/\text{s} \times 453,55 \text{ m}$$

$$\text{PND}_{\text{projet}} = 1\,962 \text{ kW}$$

VI. EVALUATION DE LA PRODUCTION

On utilise un rendement au débit d'équipement de 0.87.

VI-1. Production actuelle

Mois	Production mensuelle
janvier	32 282 kWh
février	14 235 kWh
mars	85 173 kWh
avril	364 415 kWh
mai	1 972 598 kWh
juin	2 466 640 kWh
juillet	2 650 295 kWh
août	2 622 560 kWh
septembre	1 844 073 kWh
octobre	1 198 814 kWh
novembre	463 847 kWh
décembre	123 178 kWh
Prod Totale	13 838 110 kWh

Répartition par saison du Productible		% par saison
Production Eté	13 119 395 kWh	95%
Production Hiver	718 715 kWh	5%

VI-2. Production après augmentation

Centrale après augmentation	
Mois	Production mensuelle
Janvier	32 069 kWh
Février	14 141 kWh
Mars	84 318 kWh
Avril	358 556 kWh
Mai	2 154 217 kWh
Juin	2 965 933 kWh
Juillet	3 222 188 kWh
Août	3 134 838 kWh
Septembre	1 941 787 kWh
Octobre	1 234 265 kWh
Novembre	460 265 kWh
Décembre	121 293 kWh
Prod Totale	15 723 871 kWh

Répartition par saison du Productible		% par saison
Production Eté	15 011 785 kWh	95%
Production Hiver	712 086 kWh	5%

VII. REPARTITION COMMUNALE

La valeur locative de la force motrice de la hauteur de chute et ses aménagements est à 100% détenu par la commune de Saint-Christophe en Oisans.