

# Etude hydrologique du Rif de la Planche – refuge de Chamoissière

## 1 RESUME

La présente étude hydrologique a été effectuée dans le cadre de l'étude du projet de picocentrale hydroélectrique destinée à alimenter en électricité le refuge de Chamoissière.

Ce projet de picocentrale prévoit la création d'une prise d'eau sur le Rif de la Planche, à la cote  $z = 2162$  m environ. L'eau sera ensuite envoyée dans un bac de mise en charge à la cote  $z = 2160$  m environ. La turbine est prévue à proximité du refuge, à la cote  $z = 2091$  m environ. La restitution sera effectuée dans le Rif de la Planche à l'altitude  $z = 2082$  m environ. La longueur du tronçon court-circuité est de 850 m environ.

La hauteur de chute brute est de  $2160 - 2090 = 70$  m. Le débit d'équipement de la turbine est de 15 l/s.

La puissance administrative brute de l'installation est de  $P = 9,81 * (2162 - 2082) * 15 = 11,7$  kW.

La puissance électrique maximale de l'installation est de 6,0 kW.

L'étude hydrologique repose sur :

- des relèves de hauteur d'eau sur un seuil en bois sur le Rif de la Planche, à l'emplacement approximatif de la future prise ; réalisées durant l'année 2020/2021 avec conversion des hauteurs en débit par application d'une loi hydraulique ;
- des relèves de hauteur d'eau sur un seuil en bois sur le Rif de Chamoissière, site pressenti pour la future prise d'eau dans un premier temps puis abandonné ; réalisées en 2019 à 2021 avec conversion des hauteurs en débit par application d'une loi hydraulique ;
- les données hydrologiques disponibles sur les bassins versants à proximité et fournies par la Banque Hydro ;
- la pluviométrie enregistrée à la station ROMMA du Col du Lautaret pour remettre les mesures hydrologiques dans le contexte pluviométrique à proximité.

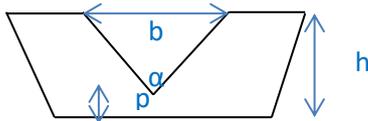
## 2 ESTIMATION DES DEBITS MOYENS MENSUELS DU RIF DE LA PLANCHE AU NIVEAU DE LA FUTURE PRISE D'EAU

### 2.1 Bassin versant

La surface du bassin versant du Rif de la Planche au niveau de la future prise d'eau a été délimitée sur carte IGN. La surface est estimée à 6,16 km<sup>2</sup>.

Le bassin versant s'étend entre les altitudes 2 229 m au niveau du Pic du Dragon sur le versant sud-est et l'altitude 2 162 m au niveau de la future prise d'eau.





$b = 0,80 \text{ m}$   
 $h = 0,50 \text{ m}$   
 $p = 0,10 \text{ m}$   
 angle du seuil déversant  $\alpha = 90^\circ$

Le 30/10/2020, CLAIE a équipé ce seuil d'une sonde piézométrique qui relève les hauteurs d'eau au niveau du seuil triangulaire toutes les heures. Les mesures sont enregistrées et stockées sur place.



Figure 2 : seuil vu depuis l'amval



Figure 3 : seuil vu depuis l'amont

Il est ensuite possible de déterminer le débit du torrent par application d'une loi hydraulique :

$$Q = C \times \sqrt{2 \cdot g} \times \tan(\alpha/2) \times h^{2,5}$$

Où

- C un coefficient de débit à adapter suivant les caractéristiques du seuil =0,4 sur ce projet
- $\alpha$  l'angle de la section triangulaire en radians
- h la hauteur d'eau déversant sur le seuil

L'installation de la sonde de mesures a permis :

- de suivre l'hydrologie du torrent entre novembre 2020 et juin 2021
- de déterminer le débit minimum disponible en hiver, période où la ressource est minimale et les besoins en chauffage maximaux.

La sonde a été retirée le 20/05/2021 et la conversion hauteur/débit permet de présenter la courbe ci-dessous :

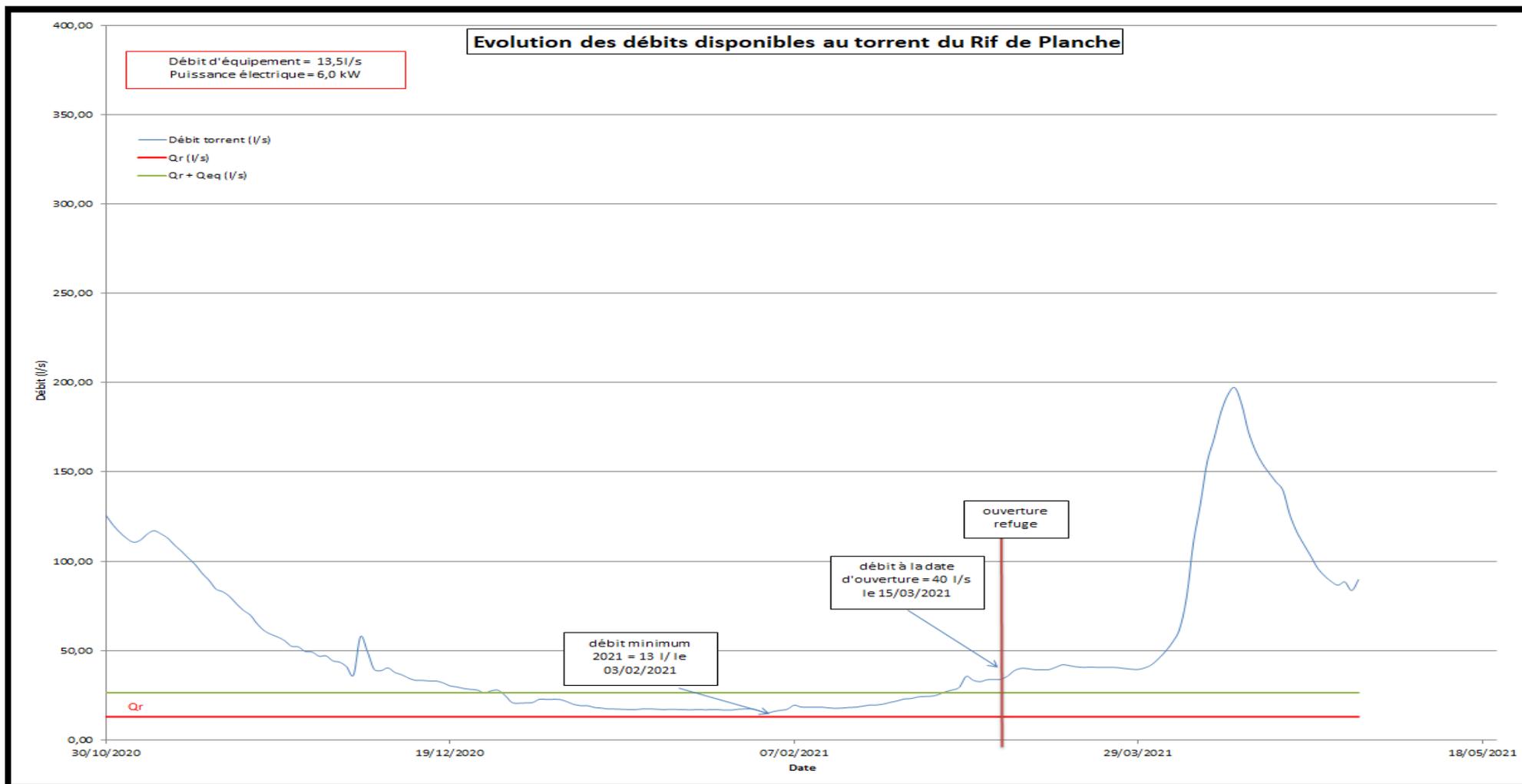


Figure 4 : courbe de suivi des débits Rif de la Planche

## 2.3 Mesures ponctuelles

Des mesures de hauteur d'eau ont été réalisées par le gardien à l'aide d'un régllet lorsque la sonde n'était pas encore installée.

Relève des hauteurs par le gardien				
Date	Heure	h (m)	Q (l/s)	Commentaires
02/08/2020	17H	0,24	50	a priori, environ 10L/s de perte
03/08/2020	16H	0,24	50	
08/08/2020	12H	0,23	45	
11/08/2020	9H	0,23	51	
14/08/2020	12H	0,24	50	
17/08/2020	17H	0,23	45	
22/08/2020	17H	0,2	32	
27/08/2020	13H	0,17	21	
29/08/2020	10H	0,5	313	seuil englouti, eau plus trouble (grise ) mais pas de gros transport, Plus de 40mm de précipitation sur les dernières 24H
31/08/2020	15H	0,45	241	
01/09/2020	14H	0,35	128	Seuil pas horizontale et perte énorme sur les côtés
03/09/2020	10H	0,29	80	toujours au moins 10L/s de perte latérale!
08/09/2020	10H	0,26	61	
10/09/2020	21H	0,26	61	
12/09/2020	17H	0,24	50	

Tableau 1 : relève des hauteurs d'eau sur le seuil

De plus des mesures de débit sont réalisées au salinomètre, lors de nos visites sur site afin de connaître l'hydrologie générale du secteur en réalisant d'autres mesures de débit sur le rif voisin de Chamoissière.

Le tableau ci-dessous récapitule les différentes mesures de débit et paramètres de base (T°, conductivité) réalisées depuis l'installation de la sonde :

Torrent	Date	12/11/2019	28/05/2020	18/06/2020	22/06/2020
Rif de la Planche	Heure	14h30	13h30	12h	12h30
	T° (°C)	3,5	8,7	7,3	10,3
	$\sigma$ ( $\mu$ S/cm)		138	128	137
	Sal (mg/l)	98,5	0	0	0
	Q (l/s)	85,4	428	240	242
Rif de Chamoissière	Heure	11h45	14h	13h	13h
	T° (°C)	2,95	6,3	5,2	6,8
	$\sigma$ ( $\mu$ S/cm)		131,7	110	119
	Sal (mg/l)	56,7	0	0	0
	h sonde (cm)	20	45	38	38
	Q (l/s)	36,05	264	177	177

Tableau 2 : relève des débits

Le 22/06/2020, une mesure de débit contradictoire entre l'OFB et le bureau d'études CLAIE a été réalisée sur le Rif de la Planche. De plus, CLAIE réalise des mesures de conductivité au pas de temps 3s pour retrouver le débit du torrent par méthode numérique. Les 3 valeurs relevées ce jour sont :

Rif de la Planche	Mesure OFB au salinomètre	Mesure CLAIE au Salinomètre	Mesure CLAIE au conductimètre
Débit (l/s)	275	238	242

On constate que les 2 valeurs CLAIE sont assez proches (2% d'écart entre les 2 valeurs). La valeur OFB est 12% au-dessus des valeurs CLAIE. La fiabilité des appareils de mesure n'a pas été validée ce jour.

## 2.4 Hydrologie moyenne interannuelle

L'hydrologie naturelle sur une année a été reconstituée à l'aide des données dont nous avons à notre disposition :

- mesures de hauteurs et de débits ponctuelles sur le Rif de la Planche – altitude 2162 m NGF ;
- mesures de débit Banque Hydro sur la station de la Guisane dont les caractéristiques sont les plus proches de celles du Rif de la Planche (taille du BV, altitude, localisation géographique);
- la station ROMMA du Col du Lautaret (z=2 075 m NGF) pour les précipitations.

NB : il existe une station ROMMA au refuge mais celle-ci ne fournit des données météorologiques qu'en période estivale. Or, la sonde a été installée sur la période hivernale. Il est donc préférable de retenir la station du Lautaret.

Les caractéristiques des stations Banque Hydro à proximité sont les suivantes :

Station	Code Banque Hydro	Taille BV (km <sup>2</sup> )	Altitude (m)	Années de mesure	Remarques
Guisane à Monêtiers	X0015015	83	1500	1979 à 2021	Le gel perturbe les enregistrements en hiver
Rif de la Planche	-	6,16	2162		

Le tableau ci-dessous indique les valeurs en l/s/km<sup>2</sup> les débits spécifiques de ces 3 torrents, comparé aux valeurs de débits spécifiques sur le Rif de la Planche pour les mois où la sonde de mesures était installée

Mois	Qsp Guisane (l/s/km <sup>2</sup> )	Qsp Romanche (l/s/km <sup>2</sup> )	Qsp Planche (l/s/km <sup>2</sup> )
Jan.	12,5	6,6	3,0
Fév.	11,2	6,4	4,1
Mars.	14,2	10,8	7,5
Avr.	26,5	24	23,0
Mai.	64,8	63,4	36,5
Juin.	82,9	83,6	-
Jui.	56,9	73,4	-
Aou.	38,8	53,9	-
Sep.	29,6	30,5	-
Oct.	28,8	20,4	-

<b>Nov.</b>	21,5	13,9	13,3
<b>Déc.</b>	15,3	8,4	5,2
<b>Année</b>	<b>33,7</b>	<b>33,1</b>	-

Compte-tenu de :

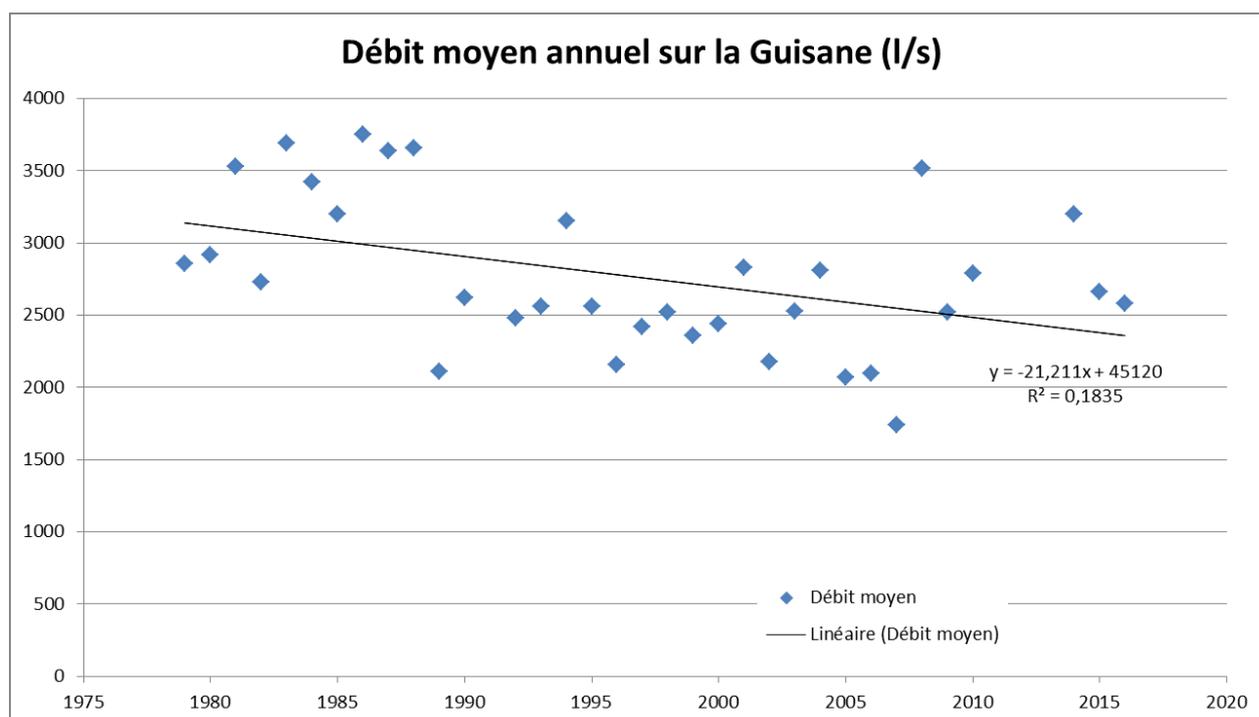
- l'altitude de la prise d'eau,
- l'exposition du bassin versant pour moitié sud-ouest et pour l'autre moitié nord-est,
- la présence du glacier du Dragon et du glacier du Rif de la Planche dans les sources d'alimentation du Rif ;

Il est proposé d'estimer l'hydrologie interannuelle du Rif de la Planche au niveau de la future prise d'eau en utilisant les formules suivantes en fonction des mois de l'année :

Mois	Type de formule utilisée
Août et septembre	- Lecture de la hauteur d'eau sur le seuil à l'aide d'un régle et application de la loi $Q = C x \sqrt{2.g} x \tan(\alpha/2) x h^{2,5}$ - remise de l'hydrologie dans le contexte pluviométrique pour obtention d'une moyenne interannuelle (excédent pluviométrique de 10% sur la période de mesures)
De novembre à mai	- enregistrement des hauteurs d'eau avec sonde piézométrique et application de la loi $Q = C x \sqrt{2.g} x \tan(\alpha/2) x h^{2,5}$ - remise de l'hydrologie dans le contexte pluviométrique pour obtention d'une moyenne interannuelle (excédent pluviométrique de 10% sur la période de mesures)
Juin, Juillet et octobre	- analogie de bassin versant avec la moyenne des débits mesurés sur la station de la Guisane et application de la formule $Q1 = Q_{sp \text{ Guisane}} * S_{BV \text{ Planche}} * 0,83$ * où 0,9 est un coefficient de débit appliqué pour tenir compte de la différence de facteur d'échelle entre le BV de la Guisane de 83 km <sup>2</sup> et le BV de la Planche de 6,16 km <sup>2</sup>

NB : Les valeurs de débit obtenues à partir des valeurs Banque Hydro sont multipliées par un coefficient de correction climatique de 0,90 afin de tenir compte de l'ancienneté des données utilisées pour le torrent de la Guisane (1979 à 2021), alors que pendant cette période une diminution sensible des débits moyens annuels a pu être observée, conséquence probable du changement climatique.

Le graphique ci-dessous montre cette diminution et indique la valeur du coefficient de droite de régression obtenu :



L'année médiane est 1995. En utilisant la droite de régression, le débit moyen annuel recalculé en 2018 est de  $Q = -21,211 \cdot 2018 + 45\,120 = 2\,316$  l/s, soit 17% de moins que le débit moyen interannuel calculé sur 40 ans (2 800 l/s calculé entre 1978 et 2020).

Les débits moyens mensuels estimés à la prise d'eau sont donnés dans le tableau ci-dessous :

<i>Prise d'eau sur la Rif de la Planche</i>	Débits moyens mensuels estimés à la prise d'eau (l/s)												
<i>Mois</i>	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	An
<i>Débit (l/s)</i>	16	20	42	130	205	424	291	94	80	102	75	29	126

## 2.5 Interprétation

Les mesures réalisées sur l'année 2020/2021 ont permis de montrer que :

- l'étiage est bien de type hivernal avec un minimum atteint fin janvier ;
- la période de hautes eaux est au printemps, lors de la fonte des neiges.

Le graphique ci-dessous montre que les variations de débits du Rif de la Planche suivent les variations de débit de la Guisane sur la période de mesures hormis sur la période de début février. Alors que les débits sur la Guisane chutent significativement, les débits sur le Rif de la Planche commencent à augmenter très légèrement dès le 03/02 puis stagnent dans des valeurs basses.

Ceci peut s'expliquer par :

- la sonde installée présente un dérive en hiver qui n'a pu être constatée sur site étant donné que les équipements sont recouverts de neige et que le gardien n'était pas présent en hiver ;
- la sonde installée a pris en glace durant l'hiver, empêchant les bonnes relevés (peu probable car tous les valeurs enregistrées sont cohérentes)
- les mesures sur la Guisane ne sont pas validées ce jour et elles ont pu être perturbées par la présence de gel, comme indiqué sur la page de la Banque Hydro. Sur la station Banque Hydro de la Durance à Val des Prés ; station non influencée et la plus haute du bassin versant de la Durance ; on constate des débits très stables du 1<sup>er</sup> janvier au 15 février 2021 (valeur la plus basse mesurée ce jour-là) puis une remontée assez lente sur la fin de l'hiver ;
- un fond d'alimentation constant existe au niveau du Rif de la Planche, alimentation qu'on retrouve également sur le Rif de Chamoissière à altitude égale et qui sert aujourd'hui de point d'alimentation en eau potable. Ce fond d'alimentation garantirait un débit minimum stable en hiver (peu probable, car l'étiage à ces altitudes est tout de même souvent atteint fin février- mars et non début février).

Aucune des 4 hypothèses ne peut être validée à ce stade. Toutefois, si cette valeur de débit minimum est surestimée, elle ne changera pas considérablement l'étude hydrologique étant donné que ce sont principalement les hauts débits qui définissent le module.

Par contre, il est important de noter qu'en période d'étiage hivernal (février), il est possible que le gardien ne puisse pas turbiner, faute de débit disponible.

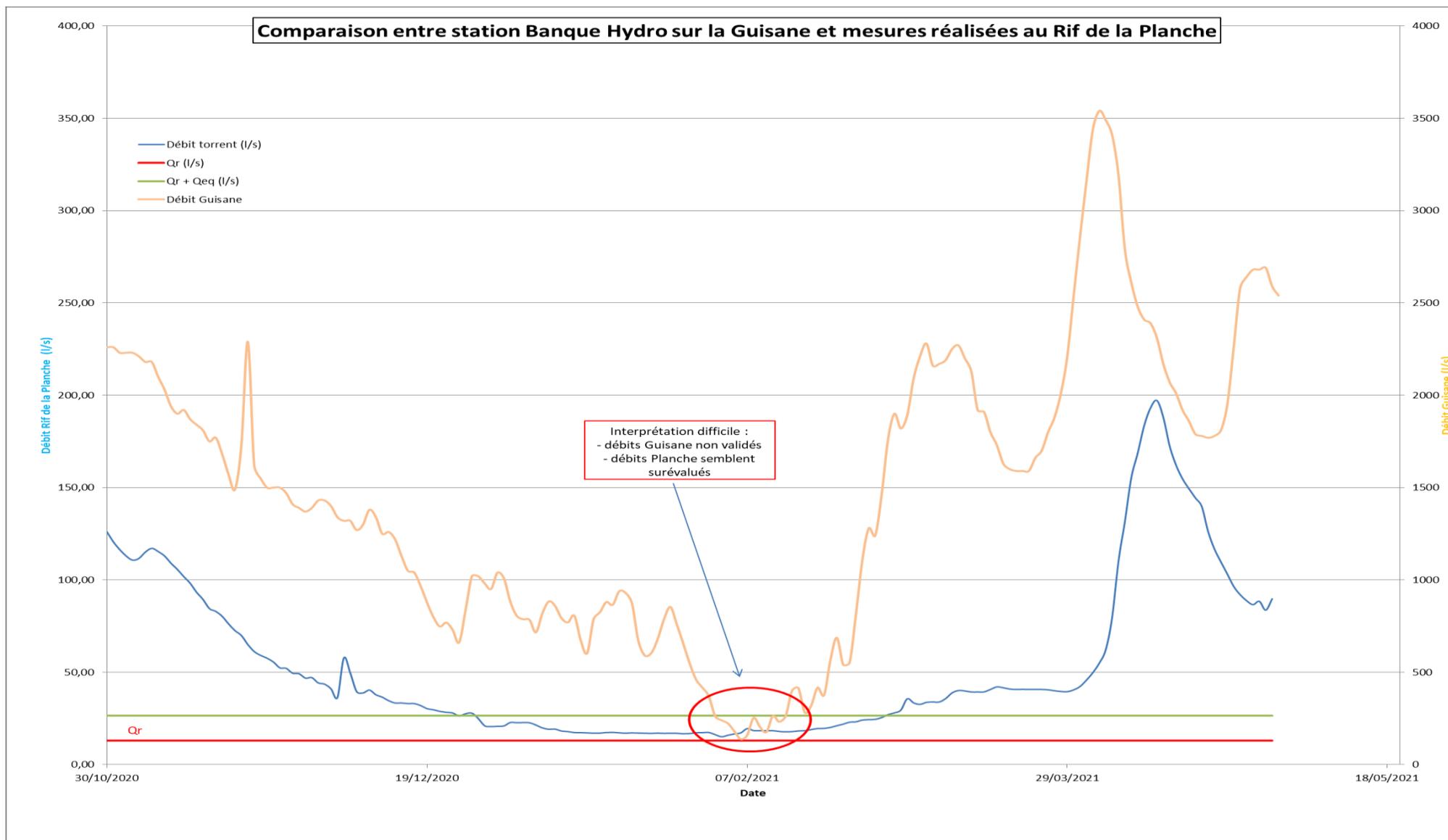


Figure 5 : comparatif des débits entre station

L'étude hydrologique a également mis en avant la diminution des débits moyens annuels sur les 40 dernières années. Ce phénomène devrait continuer à se produire étant donné l'augmentation des températures, favorisant la fonte des glaciers. En effet, le Rif de la Planche est alimenté par 2 glaciers ; celui éponyme et celui du Dragon.

Dans le même temps, l'augmentation des températures a tendance à marquer de moindre mesure l'effet des étiages, notamment l'étiage hivernal. Dans le cadre du projet de Chamoisière, les débits prélevés sont faibles et limités aux seuls usages du refuge (pas de revente). Le refuge ouvre au mois de mars et est fermé au moment des débits les plus bas observés. La modification de la répartition des débits sur l'année n'aura que peu, voire pas de conséquence sur le fonctionnement de l'installation hydroélectrique.

## 2.6 Estimation du débit de référence du cours d'eau Qmna5

Le débit d'étiage mensuel quinquennal sec, appelé Qmna5 ou encore « débit de référence » doit être déterminé afin de connaître la catégorie réglementaire par laquelle est concernée le prélèvement hydroélectrique.

Dans la nomenclature eau, la rubrique 1.2.1.0 précise :

« A l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L.214-9, **prélèvements** et installations et ouvrages permettant le prélèvement, y compris par dérivation, **dans un cours d'eau**, dans sa nappe d'accompagnement ou dans un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe :

1° D'une capacité totale maximale supérieure ou égale à 1000 m<sup>3</sup>/h ou à 5% du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau (Autorisation);

2° D'une capacité totale maximale comprise entre 2 et 5% du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau (Déclaration)»

Pour des altitudes supérieures à 2000m, il est difficile de déterminer un débit de référence. En effet, le débit de plus basses eaux est directement lié à l'influence du manteau neigeux au niveau de l'ouvrage à construire. Nous avons récupéré les valeurs de débit spécifique de débit d'étiage de 2 stations Banques Hydro d'altitude :

Station	Code Banque Hydro	Taille BV (km <sup>2</sup> )	Altitude (m)	Années de mesure	Débit étiage (l/s/km <sup>2</sup> )	Remarques
L'Avérole à Bessans	W1006010	45,4	1950	1969-2016	2,1	
Malcros à Champoléon	W2035010	0,85	2 816	1982 à 2020	1,2	Station expérimentale validée pour les bas débits et non validée pour les hauts débits
Rif de la Planche	-	6,16	2162			

A partir de ces valeurs, le débit de référence du Rif de la Planche est compris entre :

$$1,2 * 6,16 = 7,4 < Q_{mna5} \text{ Rif de la Planche} < 2,1 * 6,16 = 12,9 \text{ l/s.}$$

La plus basse valeur quotidienne mesurée durant l'hiver 2021 est 13 l/s et la plus basse valeur mensuelle mesurée durant l'hiver 2021 est 16 l/s.

Etant donné l'hypothèse 1 présentée ci-dessus (dérive de la sonde en février) , le débit de référence du cours d'eau retenu est pris comme la moyenne des 2  $Q_{mna5}$  connus sur des bassins versants à proximité, soit :

$$Q_{mna5} \text{ au Rif de la Planche} = 10,2 \text{ l/s.}$$

Le débit prélevé maximum pour le projet de turbinage retenu est de 16 l/s pour tenir compte des besoins du refuge et des contraintes du site. Ce débit représente un prélèvement de  $16/10,2 = 157\%$  du débit de référence du cours d'eau. Le projet est donc classé en régime d'autorisation.

## 2.7 Définition du débit réservé

La définition du débit réservé pourra être réalisée une fois les résultats des IBGN et analyses physico-chimiques connus. Ce débit ne pourra pas être inférieur à  $1/10^{\text{ème}}$  du module déterminé ci-dessus, soit  $1/10 * 126 = 12,6 \text{ l/s}$ .