

PIECE N°3

CARACTERISTIQUES DU PROJET

Conformément à l'article R181-13 et D181-15-1 VI 5° du Code de l'Environnement



1. RAISON DU CHOIX DU PROJET

Le projet de développement d'une centrale hydroélectrique sur le cours d'eau de Chavière est né d'une volonté conjointe du candidat et de la commune de développer les EnR sur le territoire de Val Cenis.

La commune de Val Cenis et le syndicat du Pays de Maurienne, se sont en effet engagés depuis 2017 sur une stratégie énergétique TEPOS (Territoire à Energie Positive). Les objectifs liés à cet engagement sont les suivants ;

- Réduire les besoins d'énergie au maximum par la sobriété et l'efficacité énergétique,
- Couvrir les besoins locaux par les énergies renouvelables locales afin d'atteindre l'équilibre entre productions et consommations d'énergie d'ici 2050.

Le graphique suivant, issu du dossier TEPOS du Pays de Maurienne, présente la trajectoire envisagée pour atteindre d'ici 2050 les objectifs fixés.

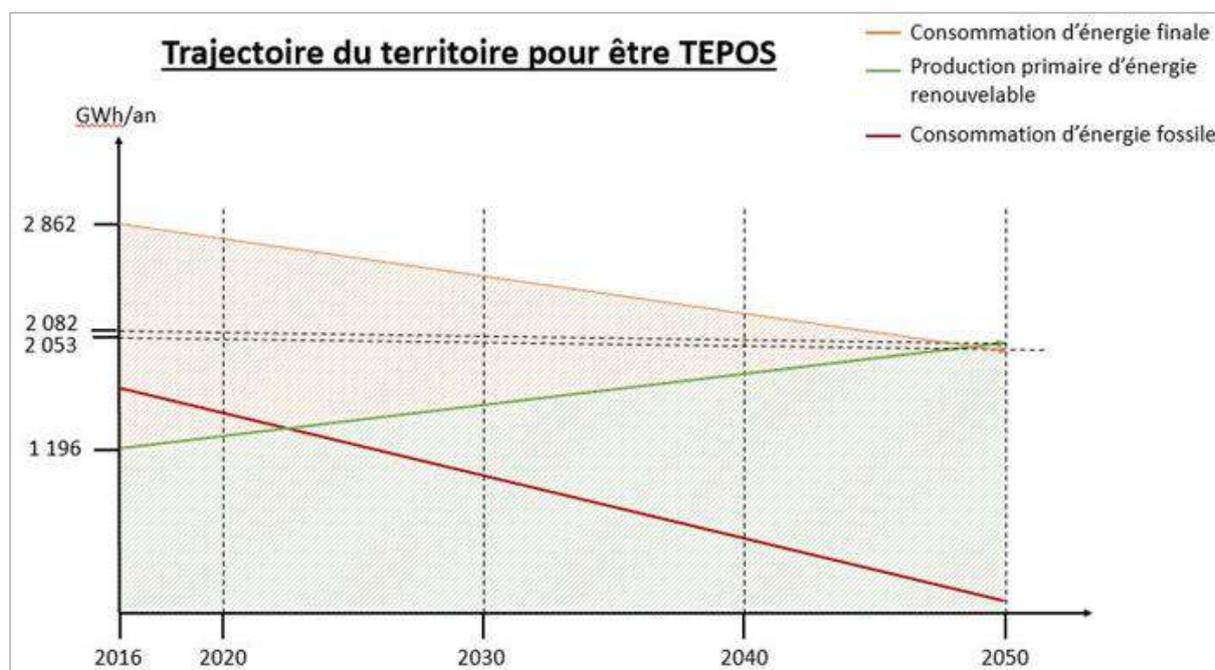


Figure 1 : Objectifs TEPOS - source syndicat du pays de Maurienne

Les énergies renouvelables de type éolien ou solaire ne sont pas ou peu adapté au territoire de la commune de Val Cenis à contrario de l'hydroélectricité qui a déjà prouvé sa pertinence en Pays de Maurienne.

Ce projet Via Alpina est ainsi adapté aux objectifs du territoire du Pays de Maurienne.

Le projet a également été sélectionné en raison des caractéristiques propres au cours d'eau de la Chavière ;

- Le cours d'eau de la Chavière n'est pas classé Liste 1,
- Le cours d'eau de la Chavière n'est pas classé Liste 2,
- Le cours d'eau de la Chavière n'est pas classé Réservoir Biologique,
- Enfin, et après 2 années d'étude d'impact, le cours d'eau s'avère apiscicole.

Ce projet Via Alpina est développé sur un territoire où les enjeux sont limités par rapport à d'autres sites propres à être équipé en hydroélectricité.

Ce développement a en outre été initié dans l'esprit de la loi du 15 août 2015 sur la Transition Energétique afin de valoriser les acteurs locaux et le territoire en intégrant la collectivité locale dans le projet.

La société projet « SAS Hydroélectrique Via Alpina » qui développe et exploitera à terme la chute équipée est aujourd'hui construite et gérée par un acteur industriel local : La société CAYROL INTERNATIONAL, qui développe, construit et exploite des projets EnR depuis plus de 50 ans et qui est basée à Argentine (73). Elle exploite 14 centrales hydroélectriques de hautes et basses chutes pour une puissance installée de 17 MW et une production annuelle de plus de 64 GWh/an. Le lecteur appréciera la visite du site internet de la société ;

www.cayrolinternational.com

2. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES & ADMINISTRATIVES DE LA CHUTE

Situé dans un environnement de type moyenne montagne, le projet consiste ainsi à réaliser un nouvel aménagement de type haute chute avec création d'une nouvelle prise d'eau sur le ruisseau de la Chavière.

Les caractéristiques énergétiques de la chute hydroélectrique du projet Via Alpina sont les suivantes :

2.1. DEBIT MAXIMUM DERIVABLE

Le débit maximum dérivable (Q_{eq}) est fixé à **520 litres par seconde**. Le débit sera contrôlé par les ouvrages de dérivation et par la turbine qui équipera la centrale.

2.2. HAUTEUR DE CHUTE BRUTE MAXIMALE

La chute tire parti de la dénivellation aménagée entre les côtes suivantes ;

- Côte de captage : 1648 m.NGF,
- Côte de mise en charge : 1646.1 m.NGF,
- Côte de turbinage : 1382.5 m.NGF,
- Côte de restitution : 1377 m.NGF.

La hauteur de chute brute maximale (Δh) correspond à la dénivellation entre la côte de captage et la cote de restitution. La chute ainsi obtenue est de **271 mètres**.

Toutes les côtes sont issues des relevés topographiques réalisés par un géomètre sur site en avril 2021.

2.3. PUISSANCE MAXIMALE BRUTE

La puissance maximale brute (PMB) de la chute se calcule par la formule :

$$\text{PMB (en kW)} = g \times \Delta h \times Q_{\text{eq}}$$

On a alors : $\text{PMB} = 9,81 \times 271 \times 0,52 = \mathbf{1383 \text{ kW}}$

Avec :
g : Accélération de la pesanteur en m/s^2
 Q_{eq} : Débit d'équipement (maximum dérivable) en m^3/s
 Δh : Hauteur de chute brute maximale en m

La puissance de raccordement sollicitée auprès du réseau public d'électricité devra être de **1000 kW**.

L'exploitation de cette chute se fera au moyen d'une turbine de type Pelton équipée avec plusieurs jets pour maximiser le rendement de l'installation.

2.4. VOLUME DE STOCKAGE MAXIMAL

Le captage ne créera pas de retenue. Le volume d'eau stockée en amont immédiat du captage sera de quelques mètres cubes d'eau. Les volumes négligeables de la chambre de mise en charge et de la conduite forcée ne sont pas pris en compte. Le projet ne créera donc pas de retenue sur le torrent de la Chavière. Le caractère torrentiel du cours d'eau ne sera pas modifié par l'ouvrage tel qu'il est conçu.

La centrale fonctionnera au fil de l'eau, au gré de l'évolution naturelle du débit.

2.5. ANALYSE PRELIMINAIRE THEORIQUE DE L'HYDROLOGIE

Le pétitionnaire a confié au bureau d'étude HYDRATEC, du groupe SETEC, la réalisation d'une étude hydrologique du cours d'eau de la Chavière sur le territoire de Termignon (Commune de Val Cenis).

Dans cette étude, HYDRATEC a déterminé de manière purement théorique et seulement à partir d'une comparaison à 5 stations de mesures existantes, les caractéristiques de référence du cours d'eau.

Les principales données calculées sont synthétisées ci-après. Pour plus de détails, le lecteur est invité à parcourir l'étude d'HYDRATEC jointe en Annexe de la présente Pièce n°3.

Les débits caractéristiques découlant de l'analyse théorique du bureau d'étude HYDRATEC sont les suivants :

- Module : 430 l/s avec une fourchette [300 l/s – 520 l/s],
- QMNA2 : 110 l/s avec une fourchette [33 l/s – 180 l/s],
- QMNA5 : 95 l/s avec une fourchette [26 l/s – 160 l/s],
- VCN10 BIENNAL : 100 l/s avec une fourchette [29 l/s – 170 l/s],
- VCN10 QUINQUENNAL : 87 l/s avec une fourchette [23 l/s – 160 l/s].

2.6. STATION DE MESURE DE DEBIT

La seule étude hydrologique théorique précédente n'apparaissant pas suffisante à caractériser au mieux le fonctionnement réel du cours d'eau, la société CAYROL a confié au bureau d'étude COHERENCE ;

- Du 28 mars 2019 au 21 avril 2020, la réalisation de mesures ponctuelles du cours d'eau de la Chavière par dilution chimique,
- Du 20 mai 2020 à aujourd'hui, l'installation et la gestion d'une station de mesure de débit en continu sur le même cours d'eau.

Les principales données mesurées sont synthétisées ci-après. Pour plus de détails, le lecteur est invité à parcourir le mémoire d'étude de COHERENCE joint en Annexe de la présente Pièce n°3.

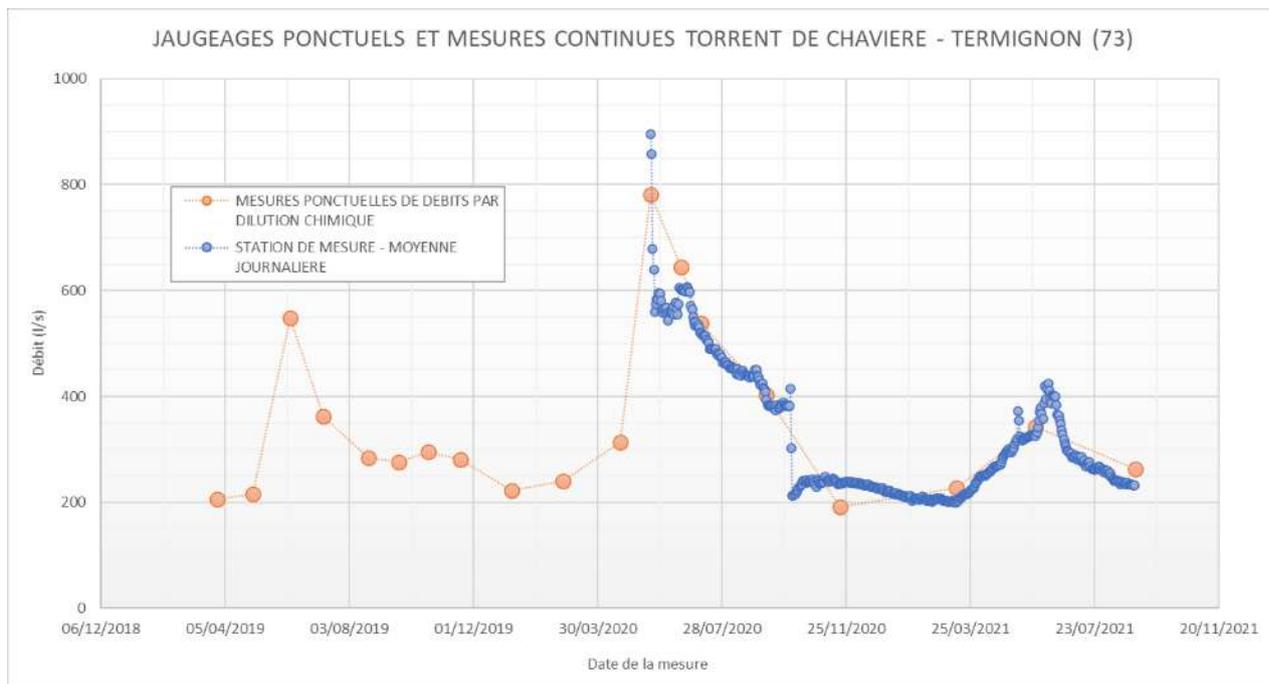


Figure 2 : Synthèse des mesures ponctuelles et mesures continues journalières de la station de mesure mise en place par le BE COHERENCE sur la Chavière entre mars 2019 et août 2021

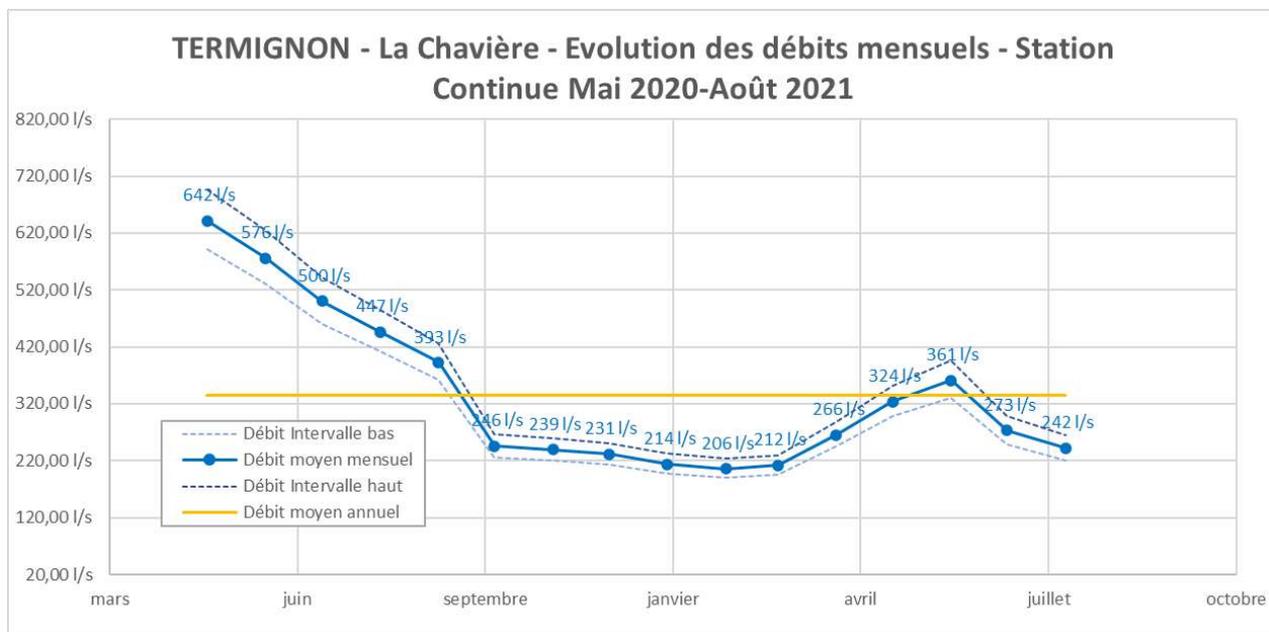


Figure 3 : Synthèse des mesures continues mensuelles de la station de mesure mise en place par le BE COHERENCE sur la Chavière entre mars 2019 et août 2021

Date	Débit Intervalle bas	Débit moyen mensuel	Débit Intervalle haut
/	l/s	l/s	l/s
mai	591,5 l/s	641,7 l/s	696,2 l/s
juin	531,2 l/s	576,3 l/s	625,2 l/s
juillet	461,0 l/s	500,1 l/s	542,6 l/s
août	411,6 l/s	446,6 l/s	484,5 l/s
septembre	362,0 l/s	392,8 l/s	426,1 l/s
octobre	226,6 l/s	245,8 l/s	266,7 l/s
novembre	220,5 l/s	239,3 l/s	259,6 l/s
décembre	213,3 l/s	231,4 l/s	251,1 l/s
janvier	197,2 l/s	213,9 l/s	232,1 l/s
février	189,6 l/s	205,7 l/s	223,2 l/s
mars	195,5 l/s	212,1 l/s	230,1 l/s
avril	244,8 l/s	265,5 l/s	288,1 l/s
mai	298,1 l/s	323,9 l/s	351,9 l/s
juin	329,7 l/s	361,1 l/s	395,5 l/s
juillet	249,7 l/s	273,4 l/s	299,4 l/s
août	221,2 l/s	242,2 l/s	265,3 l/s

Tableau 1 – Synthèse des mesures continues mensuelles de la station de mesure mise en place par le BE COHERENCE sur la Chavière entre mars 2019 et aout 2021

2.7. DEBITS CARACTERISTIQUES RETENUS

A la suite de sa prestation de mesure de débit sur le cours d'eau de la Chavière, il a été demandé au bureau d'étude COHERENCE de mettre en perspective l'étude hydrologique théorique d'HYDRATEC par la prise en compte du cycle de mesures « 21/05/2020 – 20/05/2021 ». Pour plus de détails, le lecteur est invité à parcourir le mémoire d'étude de COHERENCE joint en Annexe de la présente Pièce n°3.

Afin d'affiner la compréhension du fonctionnement atypique de ce cours d'eau, il a enfin été demandé au bureau d'étude COHERENCE de réaliser une étude sommaire sur l'origine de l'eau de la Chavière. Pour plus de détails, le lecteur est invité à parcourir le mémoire d'étude de COHERENCE joint en Annexe de la présente Pièce n°3.

Les mesures ponctuelles et continues réalisées sur le cours d'eau de la Chavière depuis 2019 ont permis ;

- De confirmer que l'évolution du débit de la Chavière était la plus proche de celle du débit de la Durance à Val-des-Près,
- De déterminer le rapport de débit spécifique annuel, mensuel et journalier pour le mois d'étiage.

Les débits caractéristiques découlant de l'analyse du bureau d'étude COHERENCE et pris en compte dans la suite de l'étude sont ainsi les suivants :

- Débit moyen annuel : 330.1 l/s [304.3 l/s – 358.1 l/s],
- Module : 400.6 l/s avec une fourchette [377.3 l/s – 432.4 l/s],
- QMNA₂ : 214.6 l/s avec une fourchette [202.2 l/s – 226.8 l/s],
- QMNA₅ : 177.8 l/s avec une fourchette [165.6 l/s – 188.7 l/s],
- VCN₁₀ BIENNAL : 203.7 l/s avec une fourchette [191.2 l/s – 217.1 l/s],
- VCN₁₀ QUINQUENNAL : 166.6 l/s avec une fourchette [153.4 l/s – 177.8 l/s].
- Crue Biennale : 1419.7 l/s,
- Crue Quinquennale : 1851.0 l/s,
- Crue Décennale : 2138.5 l/s,
- Crue Cinquantennale : 2767.5 l/s.

En raison du régime très spécifique de ce cours d'eau, il a été décidé de calculer les débits classés sur la base des données mesurées. Les débits classés sont ainsi calculés sur la base des 468 mesures journalières relevées à la station hydrologique mise en place par COHERENCE depuis le 21/05/2020 en aval immédiat de la future prise d'eau.

FREQUENCE	1%	2%	5%	10%	20%	50%	80%	90%	95%	98%	99%
DEBITS (l/s)	606,23 l/s	600,38 l/s	570,43 l/s	530,66 l/s	440,35 l/s	265,32 l/s	225,29 l/s	209,27 l/s	204,45 l/s	202,44 l/s	201,63 l/s

Tableau 2 – Débits journaliers classés à partir de 468 mesures de débits journaliers

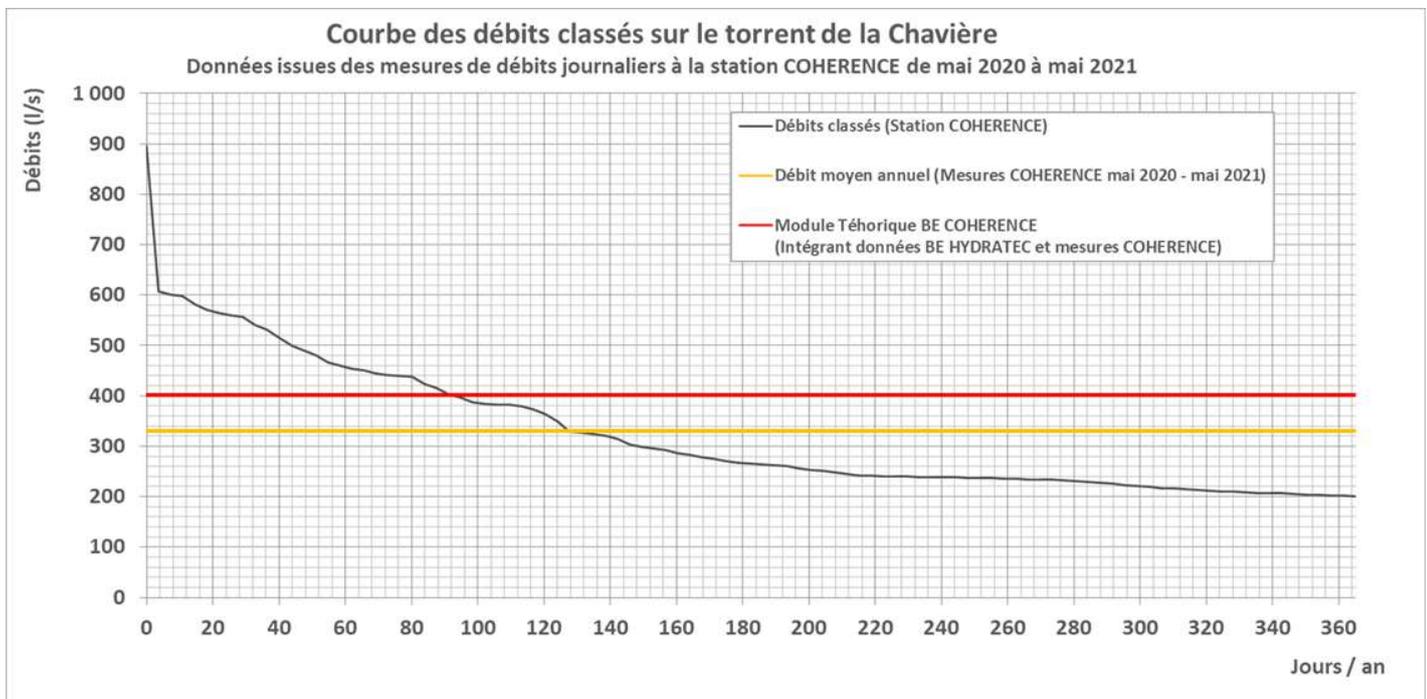


Figure 4 : Module et courbe des débits classés réalisée à partir des débits journaliers classés de la station de mesure Cohérence de mai 2020 à mai 2021

La mise en perspective de l'étude hydrologique d'HYDRATEC par les mesures in situ réalisées depuis 2019 a permis ;

- D'affiner l'intervalle d'encadrement et de constater une diminution de la valeur du module,
- De constater une hausse des débits d'étiage caractéristiques, mais une diminution des intervalles d'encadrement.

L'analyse de l'origine de l'eau au droit de la prise d'eau pressentie amène que le 27 octobre 2021, 93% de l'eau provenait d'émergences souterraines.

Le système d'infiltrations-émergences mis en évidence par l'étude COHERENCE engendre une vitesse de transfert faible des eaux météoriques et permet, lorsque le débit d'infiltration est supérieur au débit d'émergence, de remplir les cavités et probablement d'activer des émergences temporaires.

Ce « pouvoir tampon » du bassin versant explique l'hydrologie atypique de ce cours d'eau et notamment :

- La faible variation du débit durant le cycle hydrologique,
- La faible diminution du débit en période d'étiage,
- La faible réactivité du cours d'eau aux précipitations,
- La variation brusque de débit.

Le régime hydrologique du cours d'eau de la Chavière observé est en conséquent différent d'un régime hydrologique nival typique car les variations de débit entre les périodes d'étiage et de hautes-eaux ne sont pas significatives.

2.8. DEBIT MAINTENU DANS LA RIVIERE

Le débit minimum biologique (DMB) ne doit pas être inférieur au 1/10 du module, sauf si le débit naturel du cours d'eau ne permet pas de délivrer ce débit.

Le module du cours d'eau retenu est de 400l/s. La valeur est corroborée par des mesures de terrain ainsi que par une étude hydrologique du bassin versant.

Au regard de l'analyse environnementale et en conformité avec l'Article L.214-18 du Code de l'Environnement (ex L.432-5), **le débit réservé dans le cadre de cette demande d'autorisation est fixé à la valeur de 40 l/s.**

Ce débit correspond à 10% du module.

2.9. MODALITE DE FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les hypothèses de fonctionnement de l'installation à partir desquelles est calculé le productible annuel sont :

HYPOTHESES DE FONCTIONNEMENT	
Centrale au fil de l'eau	
Hauteur de chute brute [Prise d'eau – Restitution]	271 m
Hauteur de chute nette [Mise en charge – Turbinage]	263.6 m
Débit minimum biologique prioritaire	
Débit réservé	40 l/s
Débit d'armement	50 l/s
Débit d'équipement	520 l/s
Rendement moyen de l'installation	82%
Disponibilité de l'équipement	95%

Tableau 3 – Hypothèse de fonctionnement de l'installation pour le calcul du productible annuel

2.10. PRODUCTIBLE

Le calcul du productible annuel de l'installation reprend la courbe des débits classés avec un module retenu de 400 l/s.

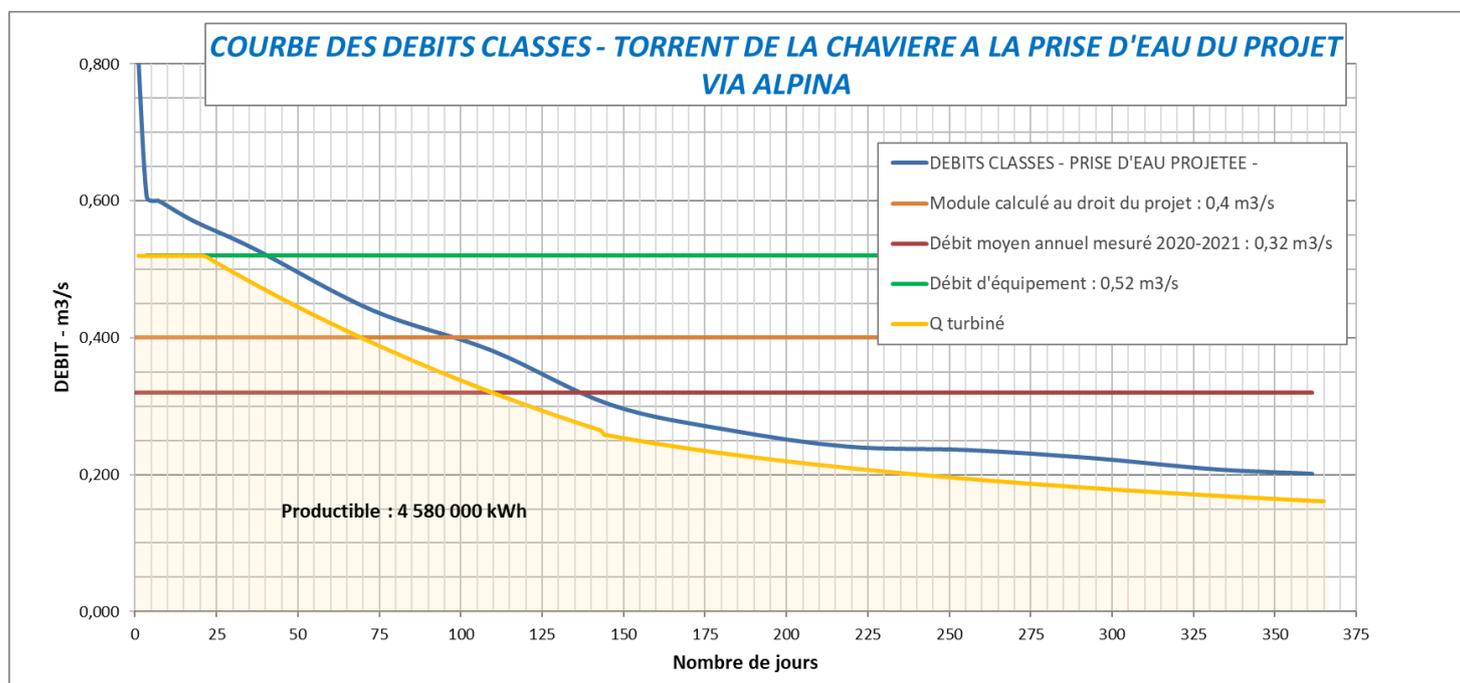


Figure 5 : Courbe des débits classés et calcul du productible annuel de l'installation

Le productible attendu du projet est de **4 580 000 kWh par an, arrondi à 4,5 GWh**. Ce productible est explicité sur la base de :

- La courbe des débits classés du cours d'eau,
- Le débit réservé,
- Le débit d'armement,
- Le débit d'équipement,
- La hauteur de chute,
- Le rendement de l'installation.

2.11. SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES DU PROJET

Les principales données techniques caractéristiques du projet décrites plus haut sont synthétisées dans le tableau suivant :

PROJET HYDROELECTRIQUE VIA ALPINA	
Altitude captage	1648 m.NGF
Altitude mise en charge	1646.1 m.NGF
Altitude turbinage	1382.5 m.NGF
Altitude restitution	1377 m.NGF
Chute brute Admin. [Prise d'eau - Restitution]	271 m
Chute nette [Mise en charge - Turbinage]	263.6 m
Diamètre conduite	600 mm
Débit d'équipement	520 l/s
Débit réservé	40 l/s
Puissance Maximale Brute	1 383 kW
Raccordement	1 000 kW

Tableau 4 – Synthèse des données techniques caractéristiques du projet Via Alpina

3. NATURE DES OUVRAGES LIES AU PROJET

L'installation envisagée comporte un certain nombre d'ouvrages indispensables au fonctionnement de la centrale hydroélectrique. Ces derniers, listés ci-après, sont décrits en détails pages suivantes :

- **Prise d'eau,**
- **Dispositif de montaison et dévalaison,**
- **Chambre de mise en charge et de dessablage,**
- **Conduite forcée,**
- **Centrale (avec turbine de type Pelton et alternateur)**
- **Ouvrage de restitution du débit prélevé.**

3.1. LA PRISE D'EAU

3.1.1. LOCALISATION

La prise d'eau de la centrale hydroélectrique Via Alpina se situe sur le cours d'eau la Chavière au pK 3.55.

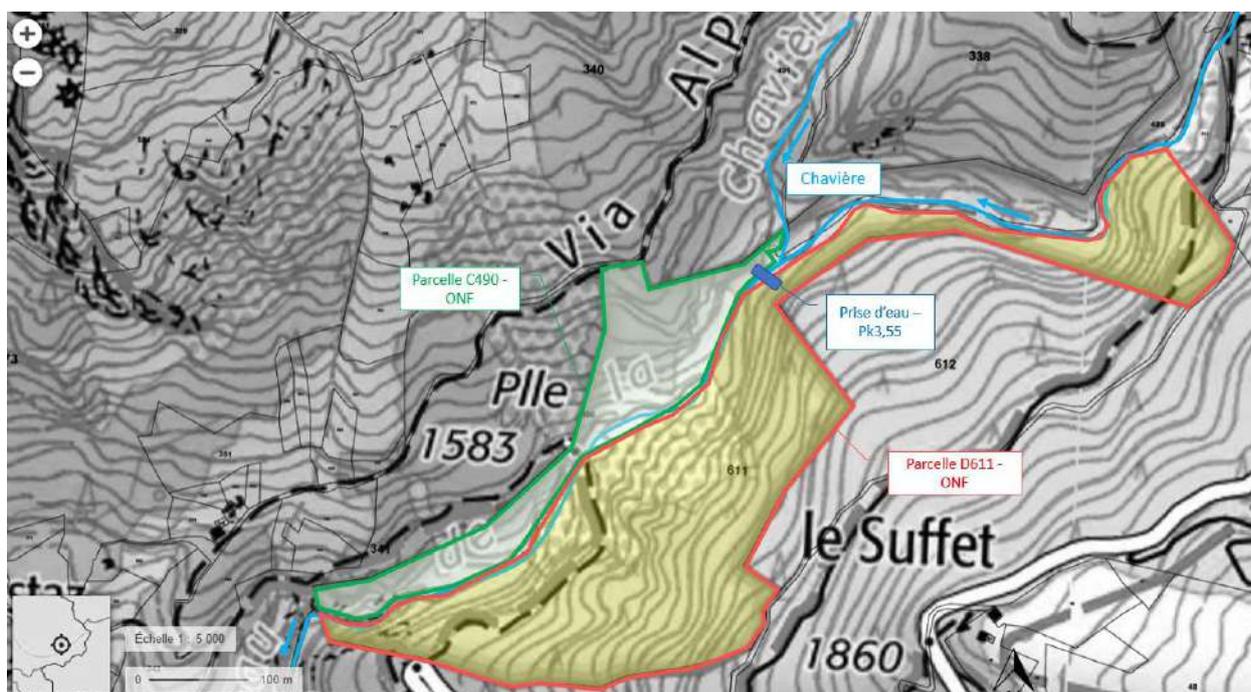


Figure 6 – Localisation de la prise d'eau

La culée de la prise d'eau s'appuiera en rive droite et en rive gauche sur la commune de Val Cenis. La maîtrise foncière des deux parcelles sur lesquelles le captage s'appuiera – ie, parcelle C490 et D611 - est effective (Cf. pièce n° 6 – Maitrise foncière).

3.1.2. ACCES

L'accès à la prise d'eau sera assuré ;

- Par la piste existante de 340 m linéaire environ partant de l'épingle de la route départementale RD126. Cette piste sera confortée afin de permettre les accès des engins de chantier.
- Par la création d'une piste sur environ 300 mètres linéaire. Cette piste accueillera la conduite forcée et sera ouverte sur 5 mètres de large pendant la phase travaux. Elle sera par la suite laissée libre à la recolonisation.

3.1.3. FONCTION

La prise d'eau permettra de dériver une partie du débit du cours d'eau pour le diriger vers les ouvrages de production. La prise d'eau sera complétée d'un ouvrage de mise en charge qui permettra de stabiliser le niveau avant son adduction dans la conduite forcée.

Le débit réservé alimentant le tronçon court-circuité sera restitué directement à l'aval du captage. Le débit dérivé par le seuil se déversera sur un plan de grilles fines pour alimenter la chambre de mise en charge qui sera située en rive gauche.

La prise d'eau sera de type "coanda". Un batardeau en bois sera installé à côté des grilles et servira au transit des solides lors des opérations de nettoyage de la prise d'eau et de fusible lors des crues pour faciliter le transport sédimentaire**. L'eau orientée par le seuil fixe sera naturellement dirigée vers le plan de grilles incliné dans le sens de la pente. Ces grilles seront autonettoyantes et nécessiteront peu d'entretien.

Au droit même du captage, l'eau sera dirigée par une conduite vers la chambre de dessablage et de mise en charge. Un bassin de dissipation d'énergie en enrochement sera installé à l'aval immédiat de l'ouvrage.

**** Fonctionnement du batardeau fusible en bois :**

Utilisé depuis les débuts d'exploitation de la Houille Blanche, le batardeau fusible en bois est constitué de planches de faibles épaisseurs emboîtées dans des réservations laissées sur le génie civil béton. Lors des opérations de nettoyage de la prise d'eau, les planches sont retirées une à une jusqu'au seuil de l'échancrure qui est à un niveau bien plus bas que le seuil de la retenue. Cette action permet le nettoyage de la prise d'eau ainsi que le transport sédimentaire. Lors des orages et évènements de crue, il en résulte : Soit la prise d'eau se remplit de sédiment apportés par les intempéries. Auquel cas, le transit sédimentaire pendant l'évènement peut se poursuivre par un passage en surverse des sédiments sur le batardeau ainsi que sur la grille coanda. Un capteur permettra dans ce cas précis d'alerter le gardien qui viendra, une fois l'évènement de crue passé, curer la prise d'eau.

Soit l'évènement est très important et le transit sédimentaire ainsi que le débit conduit à la rupture des planches créant aussitôt un passage préférentiel au transit sédimentaire au droit de la prise d'eau

Ces deux ouvrages que sont la prise d'eau et la chambre de mise en charge assureront à la fois les fonctions de :

- Seuil dans le lit mineur permettant de dériver une fraction du débit,
- Restitution du débit réservé et des débits supérieurs au débit maximum dérivé,
- Stabilisation du niveau de charge en amont de la conduite,
- Dessablage,
- Mise en sécurité de la conduite en cas de survitesse mesurée,

La prise d'eau sera constituée d'un seuil fixe réalisé en béton armé. Un pavage en enrochement pour dissipation de l'énergie sera mis en place à l'aval immédiat de l'ouvrage.

Une sonde sera mise en place pour mesurer le niveau d'eau en amont du seuil.

En effet, le plan de grille incliné permettra d'assurer de manière passive le transport solide. L'ouvrage sera donc très rapidement transparent aux crues et transports solide.

Cet ouvrage sera très peu sensible aux crues et au charriage des matériaux. Les débits morphogènes continueront d'assurer le transport solide au droit de la prise d'eau ce qui permettra de préserver l'équilibre sédimentaire du TCC.

Les fines mobilisées lors des événements de crue seront momentanément stockées dans le décanteur puisqu'elles arriveront en partie à franchir l'entrefer du plan de grille. Une opération manuelle de curage de ce dernier pourra être réalisée.

La centrale sera donc mise à l'arrêt pendant l'épisode de crue exceptionnelle.

Le captage sera conçu pour être facilement mis hors d'eau pour toute maintenance ou entretien.

3.1.4. DESCRIPTION ET DIMENSIONNEMENT

Le captage se fera à la côte 1648 mNGF.

Dans la chambre de mise en charge, le niveau d'eau en régulation situé juste en amont du départ de la conduite sera stabilisé à la côte 1646.1 m.NGF.

La prise d'eau est dimensionnée pour les valeurs suivantes :

- Débit dérivé maximal : 520 l/s,
- Débit réservé : 40 l/s.

La prise d'eau comprend les aménagements et ouvrages suivants :

- Un plan de grilles (de type coanda) permettant le captage,
- Une vanne en tête de la dérivation, permettant de condamner l'ouvrage et de le mettre hors d'eau pour entretien ou intervention,
- Les dispositifs de dessablage / mise en charge de la prise d'eau,
- Une vanne de survitesse au début de la conduite forcée,
- Des vannes de vidanges.

La prise d'eau et les ouvrages sont détaillés dans la pièce n°8 du dossier.

Concernant la partie « dessableur », il sera conçu pour assurer les fonctions suivantes :

- Recevoir les eaux captées par la prise d'eau,
- Dessabler les eaux,
- Constituer un bassin de régulation de la turbine,
- Abriter la sonde de niveau pour la régulation du turbinage,
- Assurer la mise en charge de la conduite forcée,
- Abriter une vanne de garde sur le départ de la conduite forcée,
- Abriter une cheminée d'équilibre au départ de la conduite forcée.

L'alimentation du dessableur sera assurée directement par la prise d'eau. A l'entrée de la chambre de mise en charge, une vanne murale sera installée pour court circuité le dessableur et couper son alimentation en cas de besoin. Une vanne de fond permettra de dessabler l'ouvrage et de le vidanger pour son entretien.

L'ouvrage sera également équipé d'un déversoir de trop plein connecté avec la vanne de fond.

Le départ de la conduite forcée sera protégé par un mur de refend. La vanne de garde de la conduite sera positionnée à l'aval immédiat du dessableur.

Une cheminée d'équilibre sera placée à l'aval immédiat de cette vanne pour assurer une prise d'air à la conduite en cas de vidange. Cette cheminée sera sécurisée par une grille perforée. Pour assurer un contrôle facile, une échelle limnimétrique sera fixée en amont pour lire la cote du plan d'eau à la prise d'eau (le zéro sera calé à la cote 1646.1 m NGF).



Figure 7 – Plan de masse de la prise d'eau projetée

3.1.5. REALISATION

La construction de l'ouvrage de prise (seuil et dessableur) se fera dans les conditions classiques des travaux en rivière. Le seuil sera implanté au droit des blocs rocheux de plusieurs mètres cube présents en rive droite et rive gauche du cours d'eau et formant un verrou naturel.

La construction de la prise d'eau nécessitera la mise en place préalable d'un contournement provisoire du ruisseau au moyen ;

- De batardeaux mis en place en amont du verrou naturel,
- De deux conduites en PVC Ø600 mm permettant le transit et le rejet des eaux collectées à l'aval de la zone de travaux.

Seul le secteur des travaux sera mis à sec. L'eau résiduelle n'ayant pas pu être déviée par ces dispositifs sera pompée soit en fond de fouille ou dans une fosse faisant office de puisard.

Une fois le lit actuel asséché au droit du chantier et le talus en rive droite stabilisé, le terrassement de l'assise du seuil pourra débuter.

La construction des ouvrages sollicitera les alluvions qui seront terrassés avec une pelle mécanique. L'emploi d'un brise roche hydraulique (BRH) pourra s'avérer nécessaire pour briser les plus gros blocs au droit de la prise d'eau.

Pour limiter les contournements latéraux du seuil et améliorer sa stabilité, il sera nécessaire d'encastrer le seuil dans les blocs rocheux existant servant de verrou naturel.



Figure 8 – Blocs rocheux sur lesquels seront positionné la prise d'eau

Une fois les travaux de terrassement et maçonnerie du seuil terminé, les blocs extraits seront utilisés pour le réaménagement des deux berges (protection contre l'érosion) et du lit (protection anti affouillement).

Le dessableur, ouvrage en béton armé partiellement enterré, sera positionné en déport du lit mineur, en rive gauche. Il reposera lui aussi sur un radier dont l'assise sera préparée et compactée de la même façon que pour le seuil.

Le remblaiement entre le dessableur et le talus du terrassement se fera avec les matériaux triés lors de leur extraction et stockées à proximité. Des drains seront prévus pour assurer la stabilité de l'ouvrage.

Les travaux de maçonnerie se feront hors d'eau. De cette façon, les travaux se dérouleront en sécurité et aucun départ de ciment ne sera possible dans le torrent. Les travaux en rivière se limiteront à la période définie avec le bureau d'étude environnement (en pièce n°4) pour limiter les effets sur les espèces présentes.

Les impacts et les mesures de réductions sont détaillés dans la pièce 4 du dossier traitant de l'étude d'impact sur l'environnement.

3.2. LES DISPOSITIFS DE MONTAISON ET DEVALAISON

L'étude d'impact présenté en pièce n°4 a conclu à l'absence d'enjeux piscicole sur la zone d'étude. La Chavière étant totalement apiscicole, aucun dispositif de montaison/dévalaison ne sera mis en place au droit de la prise d'eau.

3.3. LA CONDUITE FORCEE

3.3.1. SITUATION

La conduite sera localisée à la fois sur des pistes forestières existantes ainsi que sur des parcelles boisées et non boisées. La conduite sera enterrée sur tout son parcours à l'exception du dernier tronçon en raison de la très forte pente du terrain naturel.

La figure ci-dessous présente le tracé ainsi que les deux tronçons enterrés et non enterrés de la conduite forcée.

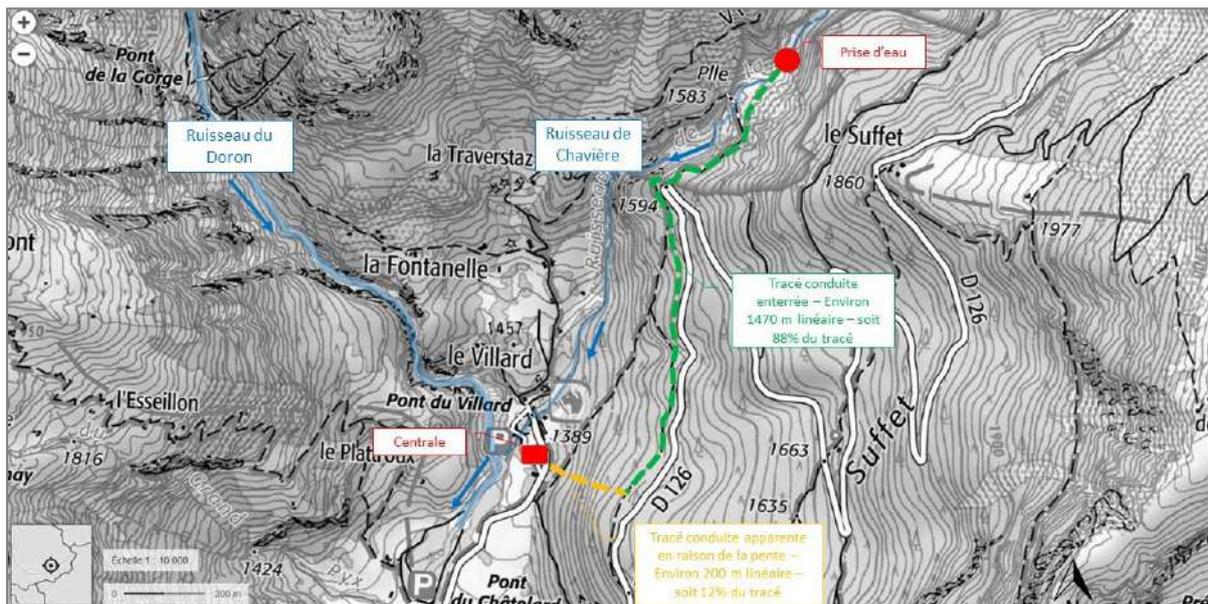


Figure 9 – Localisation de la conduite et des deux tronçons enterrés et non enterré

La conduite forcée DN 600 mm reliera l'ouvrage de mise en charge à la centrale d'un seul tenant.

Le tracé de la conduite forcée empruntera de l'amont de la conduite vers l'aval :

- La parcelle D611, constituée de fourrés mixtes, sapinières à Oxalis, forêt de pins de montagne, éboulis à pétasites et falaises calcaires.
- La parcelle D38, constituée de sapinières à Oxalis et forêts de pins de montagne,
- La parcelle D840, constituée d'un terrain utilisé comme zone de parking et de stockage à l'heure actuelle par la commune.

3.3.2. ACCES

L'accès à la conduite pour les travaux et en phase exploitation se fera par les routes départementales et pistes existantes marquées en jaune sur la figure ci-dessous.

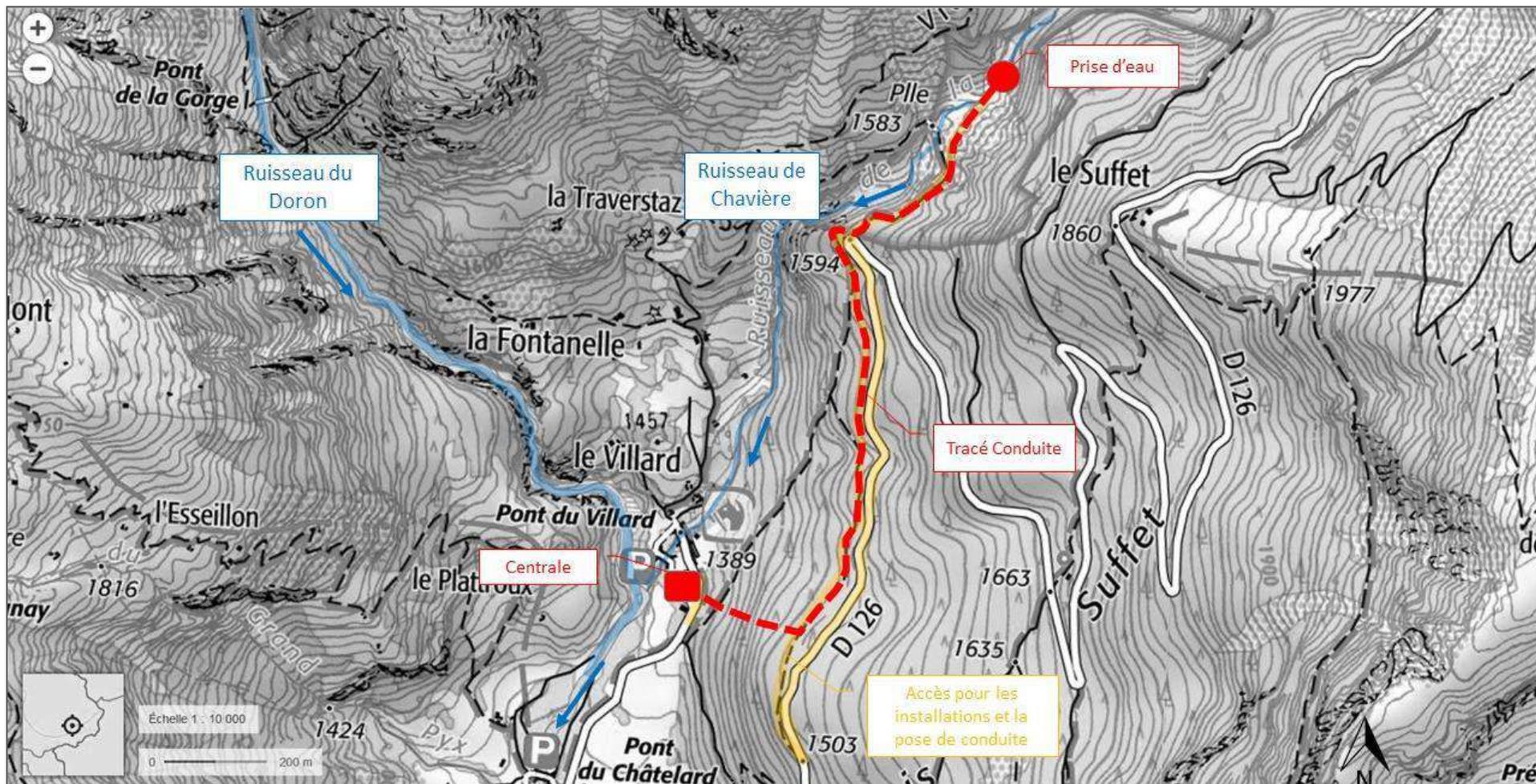


Figure 10 – Localisation des accès et du tracé de la conduite du projet Via Alpina

3.3.3. FONCTION

La conduite forcée sera mise en charge par l'eau ayant transité par la prise d'eau puis par le dessableur. Elle acheminera l'eau vers la turbine située au sein du bâtiment de la centrale.

3.3.4. DESCRIPTION ET DIMENSIONNEMENT

La longueur totale de la conduite sera de **1670 mètres**. Son diamètre intérieur sera compris entre **600 mm et 650 mm suivant les tronçons**.

La conduite sera en acier. Elle sera revêtue extérieurement d'une protection de type EPDM. L'intérieur sera revêtu de peinture époxy. Ces protections, non nuisible à l'environnement, limiteront la corrosion de la conduite.

La conduite dérivera au maximum **520 l/s**. Ce débit correspond au débit d'équipement retenu pour la centrale. Comme le précise le tableau et le profil en long du tracé en pages suivantes, les pentes de la CF varieront entre 2% et 62 % selon les tronçons.

ELEMENT	DISTANCE	ALTITUDE	PENTE
/	m	m.NGF	%
A - Prise d'eau Piste à créer	0	1648,0	
B - Récupération chemin de randonnée	300	1603,9	14%
Début passage falaise	327	1598,0	22%
Fin passage falaise	356	1597,3	2%
Utilisation sentier existant			
C - Fin du sentier amenant à la Route départementale RD220	520	1594,8	2%
D - Fin du sentier pédestre existant Réouverture d'une ancienne piste	640	1582,0	11%
E - Fin de l'ancienne piste à rouvrir Début de création d'une nouvelle piste	870	1560,0	10%
F - Fin de la création d'une nouvelle piste Utilisation piste forestière existante	1020	1538,0	15%
G -Fin utilisation piste forest. existante Début ouverture piste dans la pente	1420	1512,5	6%
H - Fin ouverture piste dans la pente Route départementale RD83	1627	1384,7	62%
I - Fin route départementale RD83	1634	1384,5	3%
J - Centrale	1670	1382,5	6%

Tableau 5 – Profil en long du tracé de la conduite forcée du projet Via Alpina

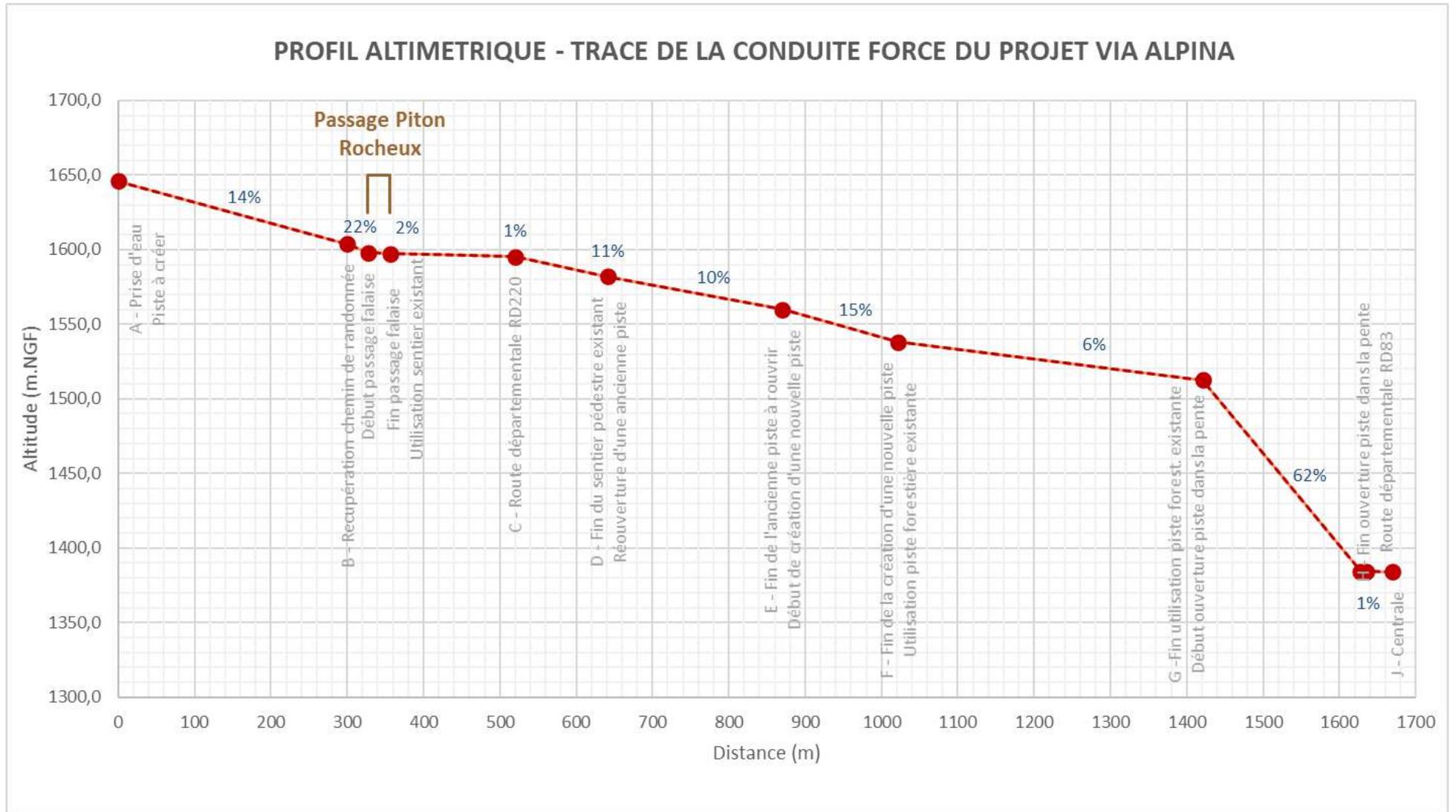


Figure 11 – Profil en long et pentes associées au tracé de la conduite forcée depuis la prise d'eau jusqu'à la centrale Via Alpina



La carte présentée en page suivante décrit les différents tronçons de conduite forcée. La conduite sera positionnée sous l'ensemble des pistes à créer ou pistes déjà existantes.

- **Tronçon [A-B] : 300 m linéaire :**
Une piste sera à créer sur une largeur de 5 m. Elle sera laissée libre en recolonisation après travaux,
- **Tronçon [B-C] et [C-D] : 340 m linéaire :**
Pistes et chemins existants seront à conforter ou ré-élargir sur 5 m. L'ensemble sera laissé libre à la recolonisation pour laisser transiter un véhicule seul.
- **Tronçon [D-E] : 230 m linéaire :**
Une ancienne piste sera à ré-ouvrir sur 5 mètres puis à laisser libre à la recolonisation par la suite.
- **Tronçon [E-F] : 150 m linéaire :** Une piste sera ouverte en partie boisée sur une largeur de 5 m. Elle sera laissée libre en recolonisation après travaux,
- **Tronçon [F-G] : 400 m linéaire :**
La conduite transitera sous la piste existante. Aucuns travaux de défrichage ou déboisement n'est à prévoir,
- **Tronçon [G-H] : 207 m linéaire :**
Une piste sera ouverte en partie boisée sur une largeur de 5 m. Elle sera laissée libre en recolonisation après travaux,
- **Tronçon [H-J] : 43 m linéaire :**
Ce tronçon sera également enterré et passera sous la départementale D83 puis sous un terrain utilisé actuellement comme parking par la commune. Aucuns travaux de défrichage ou déboisement n'est à prévoir.

En résumé le tracé de la conduite forcée emprunte ;

- **18%, soit 300 m de pistes à créer dans des milieux ouverts de type éboulis et arbres éparses :** Il s'agit du tronçon [A-B].
- **21%, soit 357 m de pistes à créer dans des milieux fermés de type bois.**
Il s'agit des tronçons [E-F] et [G-H].
Aucun espace boisé classé (EBC) n'est à relever sur la zone d'emprise du projet.
Il n'y aura pas de changement de la destination forestière des terrains impactés.
L'ensemble du linéaire du tracé pourra donc être laissé libre à la recolonisation de la flore locale.
- **27%, soit 443 m de pistes existantes ou terrains ne nécessitant aucuns travaux de déboisement :** Il s'agit des tronçons [F-G] ainsi que [H-I] et [I-J].
- **34%, soit 570 m d'anciennes pistes ou pistes existantes à conforter ou réélargir localement :** Il s'agit des tronçons [B-D] et [D-E].

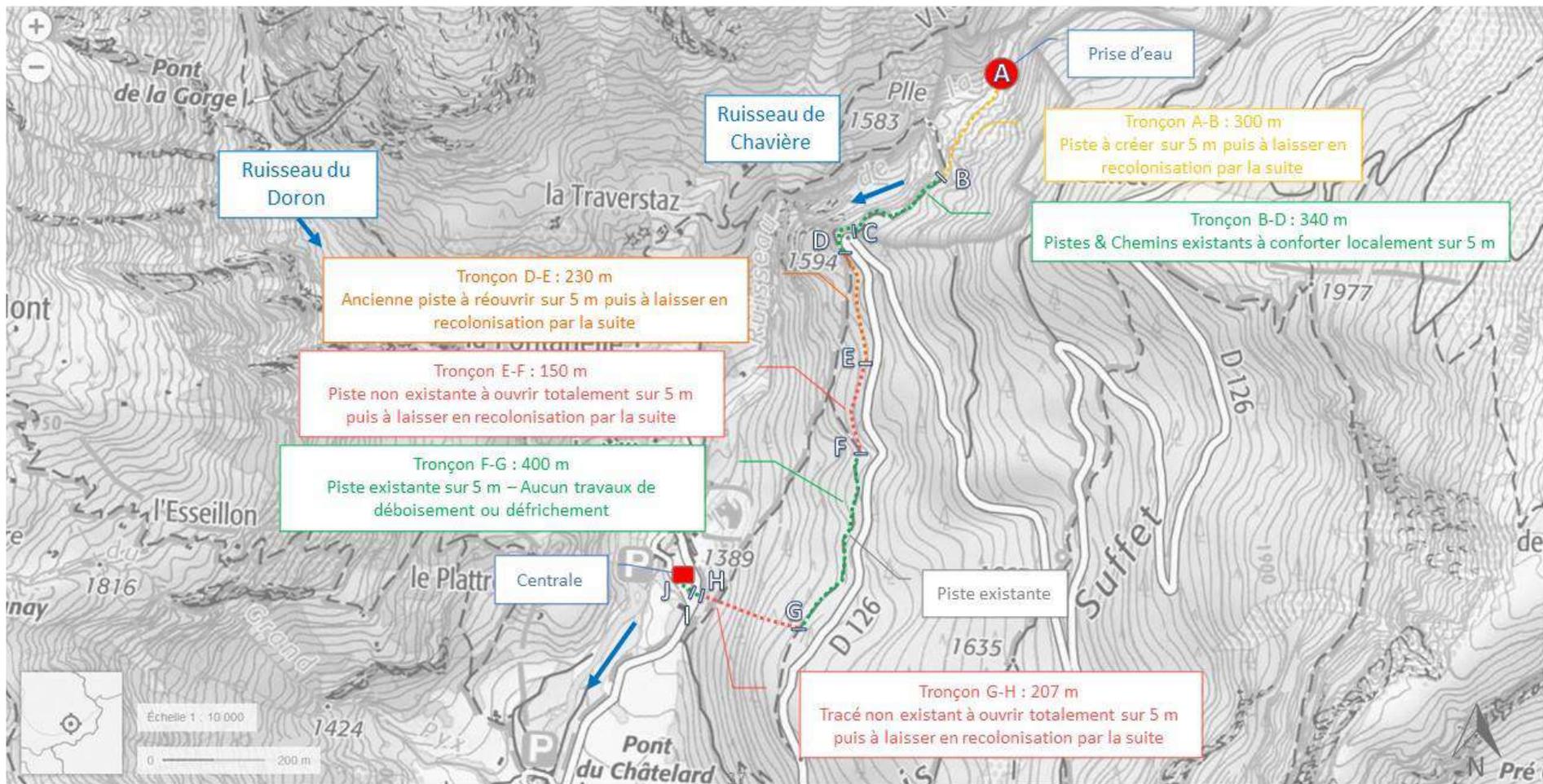


Figure 12 – Localisation des différents tronçons de conduite forcée avec descriptif de leurs caractéristiques

3.3.5. REALISATION

Le chantier de pose de la conduite forcée débutera au droit du futur ouvrage de dessablage après que les pistes d'accès aient été créées.

La conduite forcée sera posée en tranchée à l'exception du tronçon [G-H] qui sera aérien en raison de la forte pente locale. Un BE géotechnique a réalisé une étude G1 sur l'ensemble du tracé – Le rapport est joint au présent document.

3.3.5.1. ACHEMINEMENT DES TUBES

Les tubes acier seront acheminés par les fournisseurs au fur et à mesure du chantier. Dans le cas où la cadence d'arrivée des tubes excéderait l'avancement de leur pose, ils seraient prioritairement stockés sur le terrain de la centrale dont le pétitionnaire sera propriétaire.



Figure 13 – Exemple de stockage de tubes sur chantier de Nohèdes – Juin 2021

Pendant la durée des travaux et en régime normal, les tubes seront déposés en bordure de piste sur les zones de travaux dédiées et précisées en pages suivantes. Ils seront transportés à l'avancement avec un camion porteur permettant ce type de transport (cf. photos ci-après).



Figure 14 – Acheminement des tubes sur chantier de Nohèdes – Juin 2021

3.3.5.2. EMPRISE DES TRAVAUX ET ZONE DE STOCKAGE DES MATERIAUX

Compte tenu du diamètre de la conduite, la largeur ouverte de la tranchée sera d'environ 2.5 m au niveau du terrain naturel. Les déblais seront posés sur un des côtés de la tranchée ouverte et formeront un bourrelet de 2.5 m de large environ. L'emprise normale est donc définie à environ 5 m de large.

Un défrichage sera nécessaire sur les tronçons boisés du tracé de la conduite forcée. Sur certaines parties du tracé définies précédemment, les arbres seront abattus sur cette largeur de 5 mètres pour faciliter le passage des engins nécessaires à la pose de la conduite.

Les emprises définies dans le présent dossier seront piquetées en début du chantier. Ces emprises seront scrupuleusement respectées. A l'issue des travaux, les emprises pourront se cicatriser naturellement.

Six zones de stockage de matériaux hors zone de la prise d'eau et de la centrale à proprement parler sont définies. Ces zones sont explicitées ci-dessous et localisées sur les plans suivants.

- **Zone A** : 150 m² environ – Cette zone située à 80 mètres environ de la zone de captage, a été choisie car elle permettra d'alimenter en matériaux le chantier de la prise d'eau et du début de la conduite forcée.
- **Zone B** : 50 m² environ - Située 30 m en amont du passage de la conduite sous le piton rocheux, elle permettra de positionner l'ensemble du matériel et des matériaux nécessaires pour la mise en place du renfort pressenti sous le piton.
- **Zone C** : 100 m² environ – Constituée du bas-côté élargi de la route départementale, cette zone permettra d'alimenter en tubes l'ensemble du tracé amont.
- **Zone D** : 50 m² environ – Située à la jonction entre la piste existante et la piste à créer, cette zone naturellement élargie servira de zone de stockage et de retournement pour les engins.
- **Zone E** : 40 m² environ – Longiligne, cette zone servira essentiellement de stockage des tubes pour le tracé de la conduite.
- **Zone F** : 200 m² environ - Constituée du bas-côté localement élargi de la route départementale, cette zone permettra d'alimenter en tubes le tracé aval.

Ces emprises ont été choisies en concertation avec le BE Environnement. Elles ne présentent pas d'enjeux particulier en terme faune ou flore. Les emprises seront piquetées en début de chantier sur les parcelles concernées. Ces emprises seront respectées tout au long du chantier. A l'issue des travaux, des opérations de réensemencement et de replantation sur l'ensemble de ces zones seront réalisées.

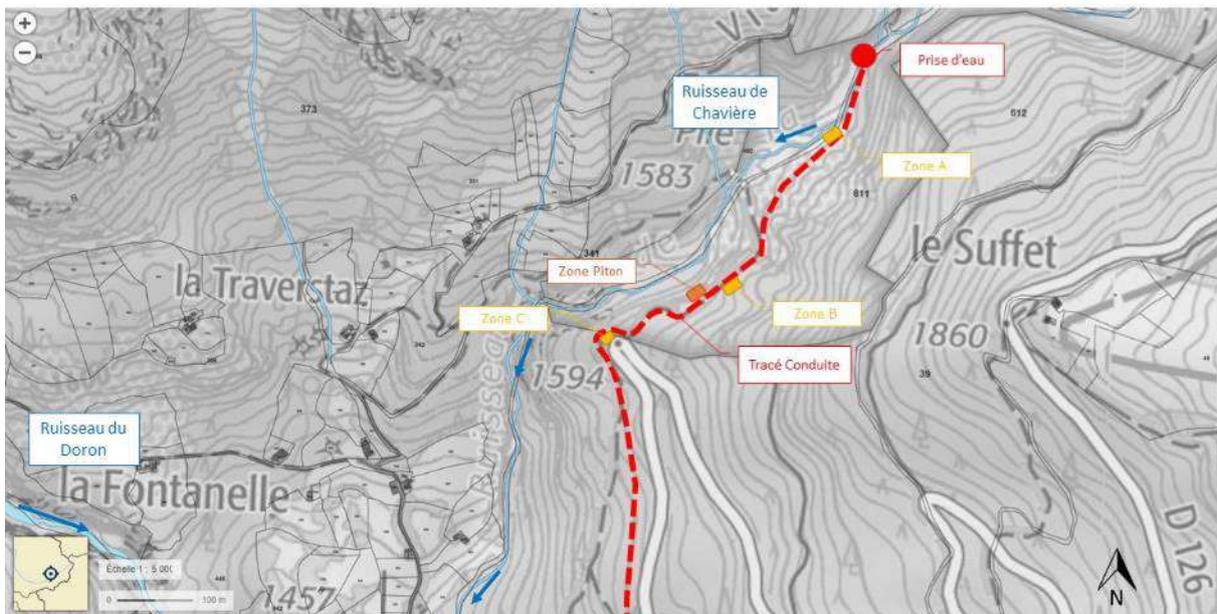


Figure 15 – Localisation des sites de stockages de matériaux et de retournement – Zone amont du projet Via Alpina

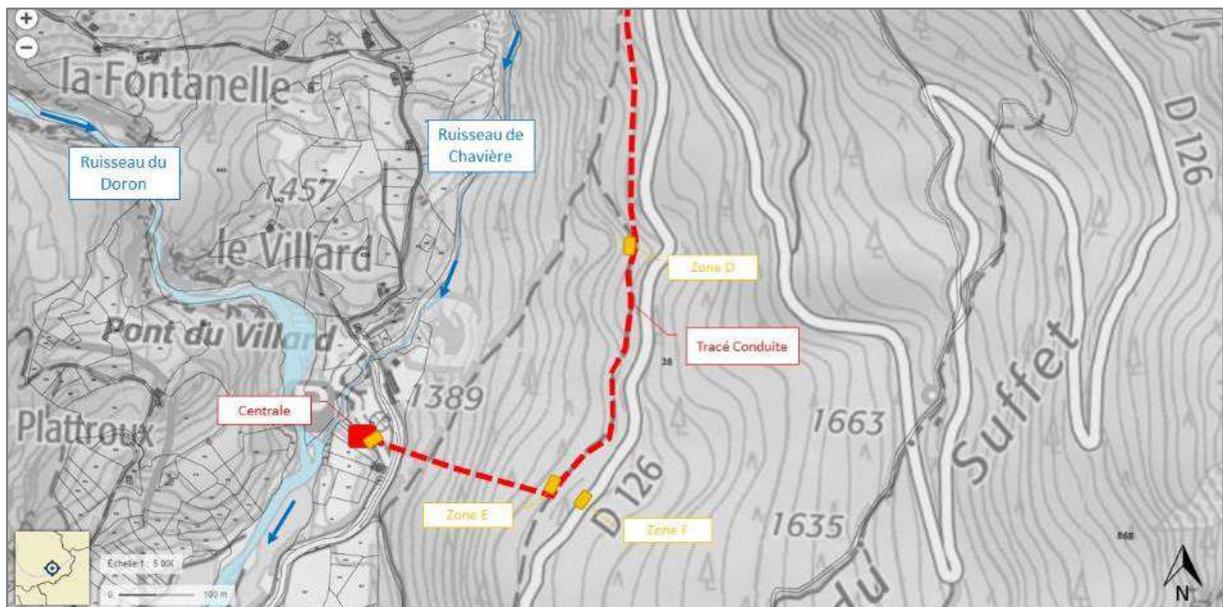


Figure 16 – Localisation des sites de stockages de matériaux et de retournement – Zone aval du projet Via Alpina

Les figures présentées en pages suivantes viennent affiner la localisation des différentes zones de stockage et de retournement avec un fond de plan orthophoto et une échelle comprise entre 1/1500^{ème} et 1/2000^{ème}. Les figures sont présentées d'amont en aval du projet.

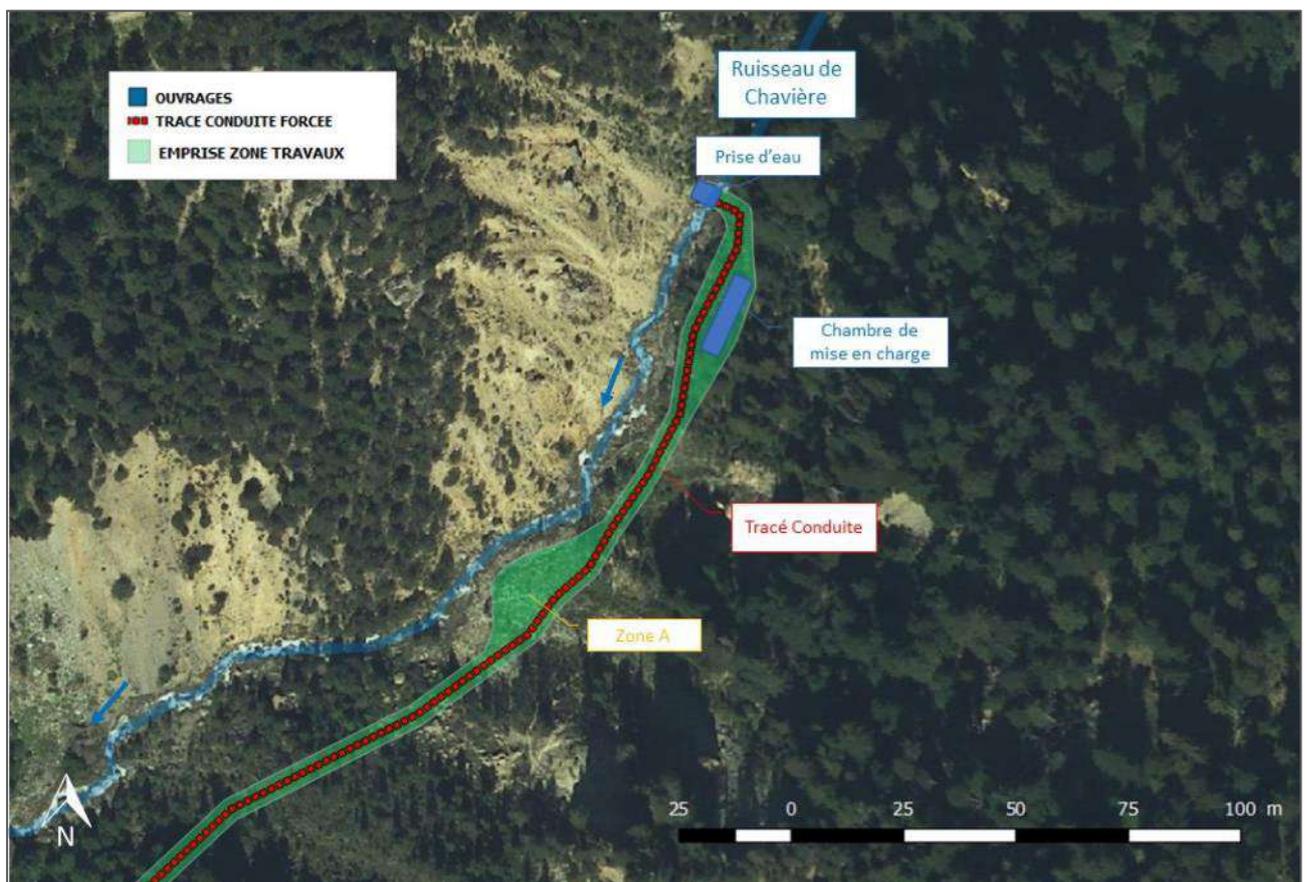


Figure 17 – Localisation du site de stockage A – Amont du projet Via Alpina

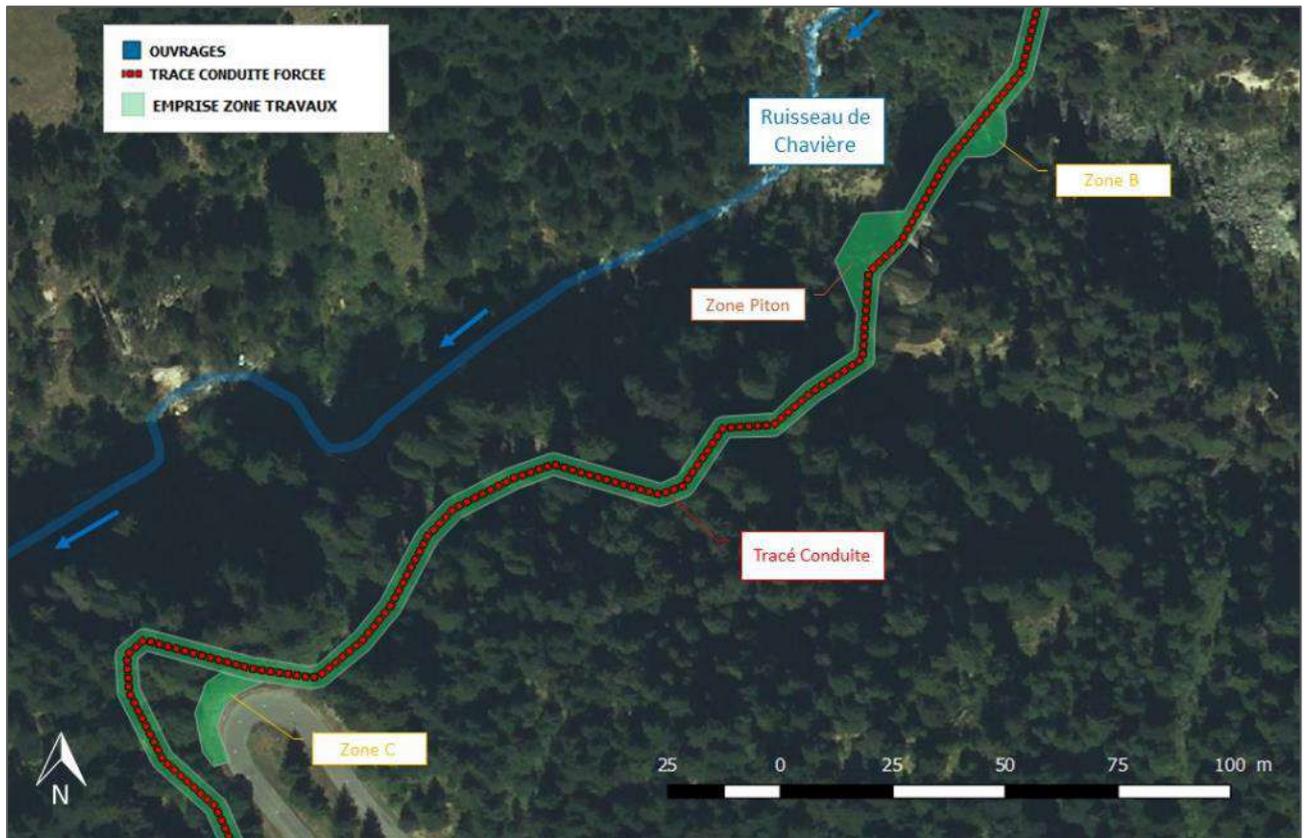


Figure 18 – Localisation des sites de stockages et de retournements B et C

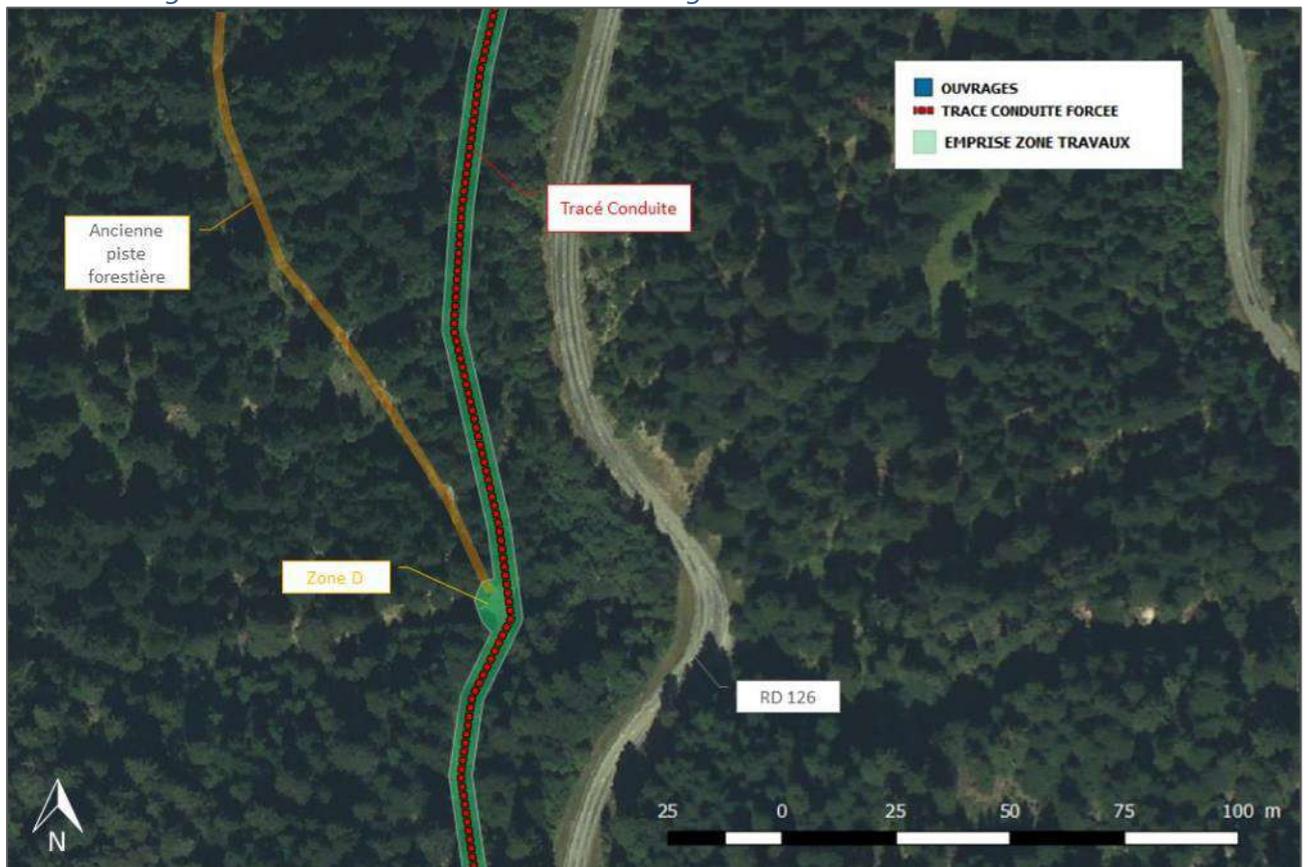


Figure 19 – Localisation du site de stockage et de retournement D

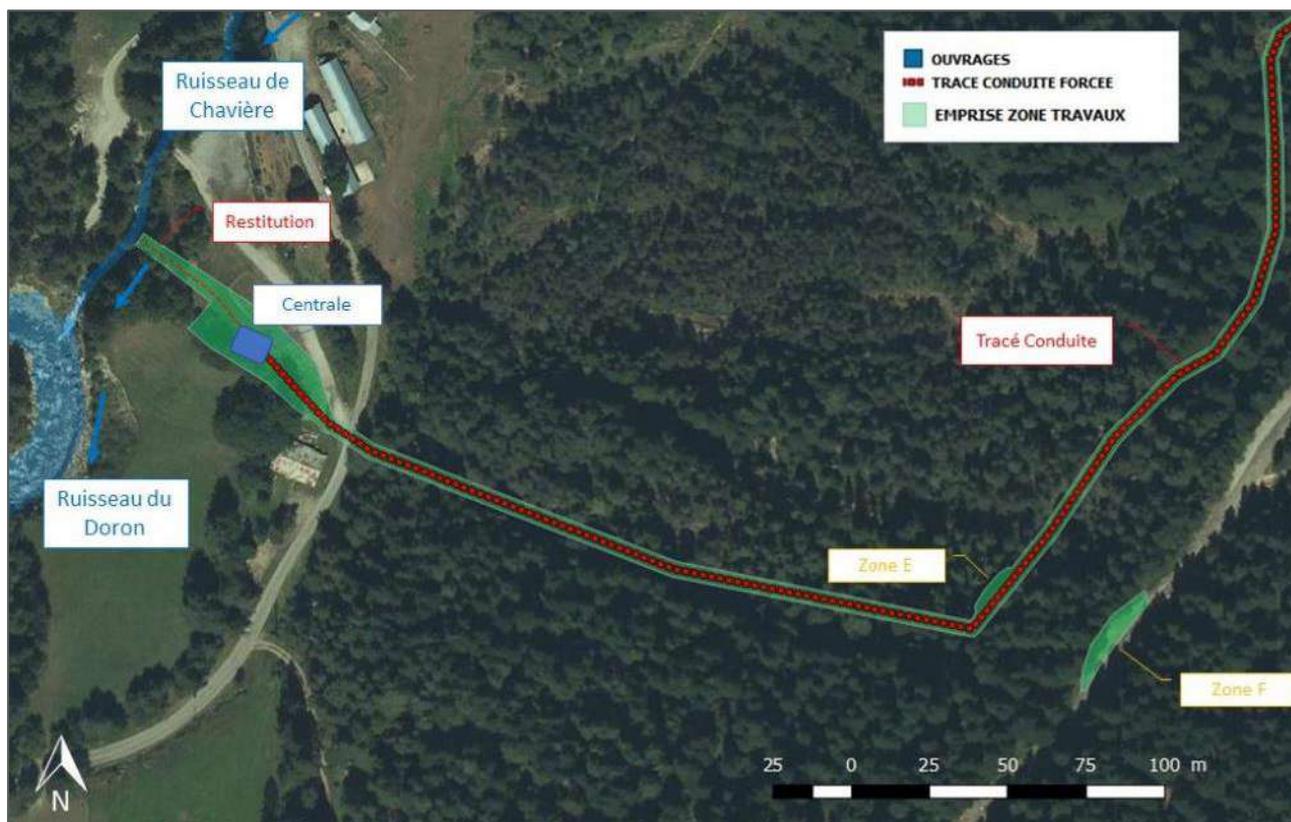


Figure 20 – Localisation des sites de stockages et de retournements E et F

3.3.5.3. EXECUTION DES TRANCHEES

La conduite forcée sera enterrée avec un recouvrement minimum de 0,50 m sur la génératrice supérieure. La profondeur d'enfouissement sera variable pour limiter les points hauts et points bas. Parallèlement, dans le chemin, seront posées :

- Une gaine abritant les câbles d'alimentation de l'ouvrage de tête,
- Une gaine abritant les câbles de communication.

Le remblaiement de la conduite sera exécuté à partir des matériaux issus des déblais. Lors des opérations de réalisation des fouilles, les matériaux de déblais seront triés. Selon la nature des matériaux, un criblage à l'aide d'un godet approprié sera réalisé lors de l'opération de remblaiement.

Le remblai sera criblé ou sablé autour des fourreaux destinés à recevoir les câbles de puissance et de communication (cf. figure ci-dessous).

La tranchée aura une largeur de 1 m en fond de fouille. Au droit de chaque jonction, des niches seront réalisées pour permettre les soudures. Ces niches impliquent une largeur ponctuelle de la tranchée de l'ordre de 2 m.

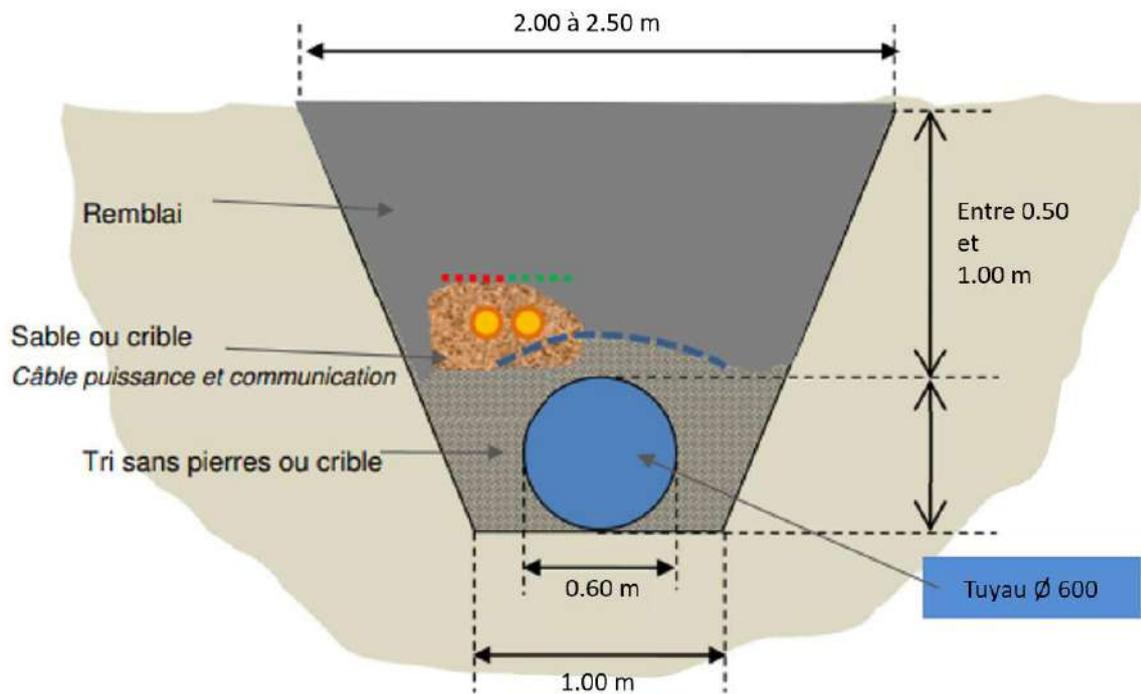


Figure 21 – Schéma de principe d'une fouille – Pose de conduite forcée



Figure 22 – Exemple de chantier de pose de conduite – Nohèdes – Juin 2021

3.3.5.4. LIT DE POSE DE LA CONDUITE

La conduite repose en partie inférieure de sa section sur un lit de pose et une assise positionnée en fond de fouille. Dans la pratique, le lit de pose est souvent réalisé par le pelliste assisté d'un second. Ce dernier s'assure de la planéité et vérifie l'absence de pierres ou de roches saillantes pouvant détériorer la conduite lors de sa pose. Ils évacuent les plus gros éléments et complète si besoin en ajoutant les matériaux des déblais criblés pour avoir un lit de pose propre et adapté au besoin. La conduite est ensuite déposée au fond de ce lit. Une fois bien calée, la conduite est soigneusement recouverte de matériaux expurgés de pierres ou criblés. Un filet avertisseur de couleur bleu est posé à mi recouvrement de la conduite forcée.

3.3.5.5. REMBLAIEMENT DE LA PARTIE SUPERIEURE

Les tranchées seront ouvertes et fermées à l'avancement. Les remblais seront amenés à mesure par circulation sur la tranchée remblayée. Il n'y aura pas de stockage de déblai sur site, ce qui permettra une emprise réduite de travaux. Les déblais seront réemployés immédiatement pour recouvrir la conduite et la piste. Les déblais excédentaires éventuels seront évacués à mesure en camion vers une décharge autorisée ou vers un réemploi sur le chantier ou sur les pistes forestières. Des aires de retournement seront aménagées. Elles sont précisées en pages précédentes.

La conduite sera remblayée de 0.5 à 1 mètre environ au-dessus de sa génératrice supérieure. La conduite forcée sera doublée de 2 fourreaux conduisant des réseaux secs (câble de puissance et câble de type fibre optique) entre la prise d'eau et l'usine. Ils seront disposés au-dessus de la génératrice de la conduite. Au risque de les poinçonner, ces fourreaux nécessitent un criblage fin exempt de toute pierre. Des fosses non remblayées sont laissées tous les 150m environ pour permettre le futur tirage des câbles. Les câbles seront tirés après le remblaiement de la conduite forcée. Les fosses seront alors refermées.

Deux filets avertisseurs seront déposés après criblage des gaines. Un filet rouge pour le câble de puissance et un filet vert pour le câble de communication.

3.3.5.6. COUDES ET SOUDURES

Les conduites en acier seront posées, assemblées et soudées entre elles. Les coudes pour les changements de direction seront notamment réalisés par des coupes biaisées, avec soudures bout à bout.

Chaque soudure sur la conduite forcée sera traitée par des produits spécifiques pour éviter tous phénomènes de corrosion. Ce traitement sera effectué extérieurement et intérieurement si nécessaire.

- Intérieur : reconstitution du revêtement avec la résine époxy
- Extérieur : protection avec peinture bitumineuse à passer au pinceau et pose d'une bande caoutchoutée thermo-rétractable.

Les soudures seront réalisées selon les normes en vigueur de sécurité et de résultat à atteindre. Seul du personnel qualifié et certifié sera autorisé à réaliser le travail. Les soudures seront vérifiées une à une par des techniques approuvées de type radiographie ou magnétoscopie.

3.3.5.7. INSPECTION DE LA CONDUITE

Une inspection des tronçons de conduite posés sera régulièrement réalisée :

- A la pose ; pour chaque longueur : contrôle visuel, vérification de l'absence de matériel ou de débris quelconque à l'intérieur du tube,
- En fin de journée de travail ; pose d'une plaque d'obstruction en acier maintenu à l'aide du godet de la pelle afin d'éviter toute intrusion d'animaux ou d'objets par inadvertance ou malveillance,
- A la fin des travaux et avant les essais en pression ; rinçage prolongé de la conduite à l'eau brute en fin de pose, entre la prise d'eau et l'arrivée à la centrale.

3.3.5.8. ESSAIS EN PRESSION

Une fois les finitions des travaux de conduite forcée réalisés, les essais en pression pourront se dérouler. A cet égard, et en lien avec le prestataire choisi pour réaliser cette opération, il sera notamment mis en place ces contrôles.

La diminution de pression durant les essais ne devra pas excéder une valeur déterminée avec le prestataire en charge des opérations d'essais en pression. Dans le cas contraire, des dispositions nécessaires seront prises pour rechercher la, ou les fuites engendrant la perte de pression. La procédure d'essai sera répétée jusqu'à l'obtention de résultats satisfaisants.

3.3.5.9. ZONES DE TRAVAUX SPECIFIQUES

La pose de la conduite forcée suivra les méthodologies classiques d'enfouissement de ce type d'ouvrage. Trois zones de travaux spécifiques concernant la mise en place de la conduite méritent néanmoins notre attention sur le projet Via Alpina :

- La zone de passage du piton rocheux,
- La zone de passage du tronçon [G-H] de forte pente,
- La zone de franchissement de la RD 83.

A- Zone de passage du Piton Rocheux,

Un éperon rocheux est localisé au droit du tronçon [B-C]. Il est constitué de gypses et de cargneules et encadré par deux couloirs raides. Le rapport du bureau d'étude géotechnique amène que « la stabilité globale de ce monolithe rocheux particulièrement élancé n'est pas remis en cause ».

En revanche, la zone afférente à cet éperon est considérée comme exposée aux aléas d'éboulement et de chutes de blocs.

Une campagne de purge sera réalisée en amont des travaux pour sécuriser la zone avant la mise en place de la conduite.

Le projet prévoit l'élargissement et la mise à niveau du sentier existant. Il sera ainsi réalisé une structure de soutènement en gabions, après déblais en pied du front, puis réalisation d'un remblai permettant d'obtenir la largeur en tête voulue.



Figure 23 – Vues du passage en pied de piton qui nécessitera un aménagement de type soutènement en gabion et remblais pour permettre la progression des engins de chantier et le passage de la conduite

B- Zone de passage du tronçon [G-H] de forte pente,

Le tronçon [G-H] correspond à la descente de la conduite dans l'axe de la pente depuis la piste forestière jusqu'à la route départementale RD83. Le tronçon est caractérisé par une pente de l'ordre de 62%. Le tracé de la conduite longera un talweg bien marqué qui recoupe la totalité du versant.

La conduite aérienne sera apparente sur ce tronçon. Des ancrages béton seront mis en place. Les conduites seront tenues par ces ancrages et mises en appuis sur des pilettes. Elles présenteront l'avantage d'être visitées et contrôlées facilement.



Figure 24 – Exemples d'ancrages réalisés par Cayrol International lors de ses derniers chantiers de réhabilitation de conduites

L'acheminement des tubes sur ce tronçon sera réalisé par descente des tubes à l'aide d'un treuil hydraulique et ponctuellement par grue pour la partie aval. Avant le démarrage des travaux d'ancrage et de pose de conduite, un travail de déboisement sera réalisé par des professionnels. Les bois coupés seront positionnés sur le terrain de la centrale et laissés à la disposition de la commune, propriétaire des terrains.



Figure 25 – Exemple d'acheminement des tubes pour des zones à forte pente – Chantiers Cayrol Montartier 2017 et la Balme 2015

3.3.5.10. SECURITE DE LA CONDUITE FORCEE

Les risques liés à la conduite forcée sont limités en raison du fonctionnement au fil de l'eau du futur ouvrage de captage ; la réserve d'eau en cas de rupture sera en effet très faible.

Néanmoins pour assurer la sécurité de la conduite et se prémunir d'une difficulté possible d'accès pour intervenir à la prise d'eau, les mesures spécifiques suivantes seront prises :

- La conduite sera dotée en départ, d'un reniflard et d'une vanne murale à contrepoids ou vanne de tête ayant pour fonction :
 - o La fermeture automatique de la conduite sur détection d'une survitesse,
 - o La mise en sécurité avec fermeture à distance en cas de détection de danger. Cette fonction sera introduite dans l'automate de la centrale pour une fermeture de la vanne de tête en cas de dysfonctionnements. La fermeture pourra aussi être commandée manuellement.
- Le dimensionnement sécuritaire de la conduite forcée en ne dépassant pas 90% de la limite élastique lors de l'essai en pression,
- Les essais en pression avant la mise en service avec notamment le test d'une surpression par rapport à la pression maximale de service,
- Le repérage de la conduite sur le terrain.

3.3.5.11. AUTRES USAGERS DES PISTES ET VOIRIES TRAVERSEES

Au droit de la prise d'eau, le chantier de pose de la conduite forcée impactera uniquement les randonneurs et le chemin de randonnée sur le tronçon [B-C] et [C-D]. Une signalétique sera mise en place à la mairie de Termignon et également au droit du départ du chemin de randonnée sous le lieu-dit « Pont du Villard » pendant toute la durée des travaux.

Pour cette partie amont, le chantier sera programmé de façon à éviter les périodes de vacances qui représentent le pic de fréquentation du GR pour la coupure de la piste. Le chantier de la partie aval, qui n'a pas d'incidence sur la circulation, sera programmé de manière indépendante.

Au droit des franchissements, les accès seront ponctuellement fermés à la circulation. Nous nous rapprocherons de la commune et des habitants du hameau afin de couper la route départementale sur une temporalité la plus adaptée possible. Le passage sera rétabli en fin de journée et pour le week-end par recouvrement des tranchées et délimitation du chantier.

3.4. LA CENTRALE

3.4.1. SITUATION

La centrale sera implantée en rive gauche de la Chavière au droit du « Pont du Villard » sur la parcelle D840.

Le pétitionnaire dispose d'une promesse de vente d'une partie de la parcelle D840 jointe en annexe. Le terrain de la parcelle D840 objet de l'achat et sur lequel sera positionnée la centrale hydroélectrique est précisé sur la figure ci-dessous.

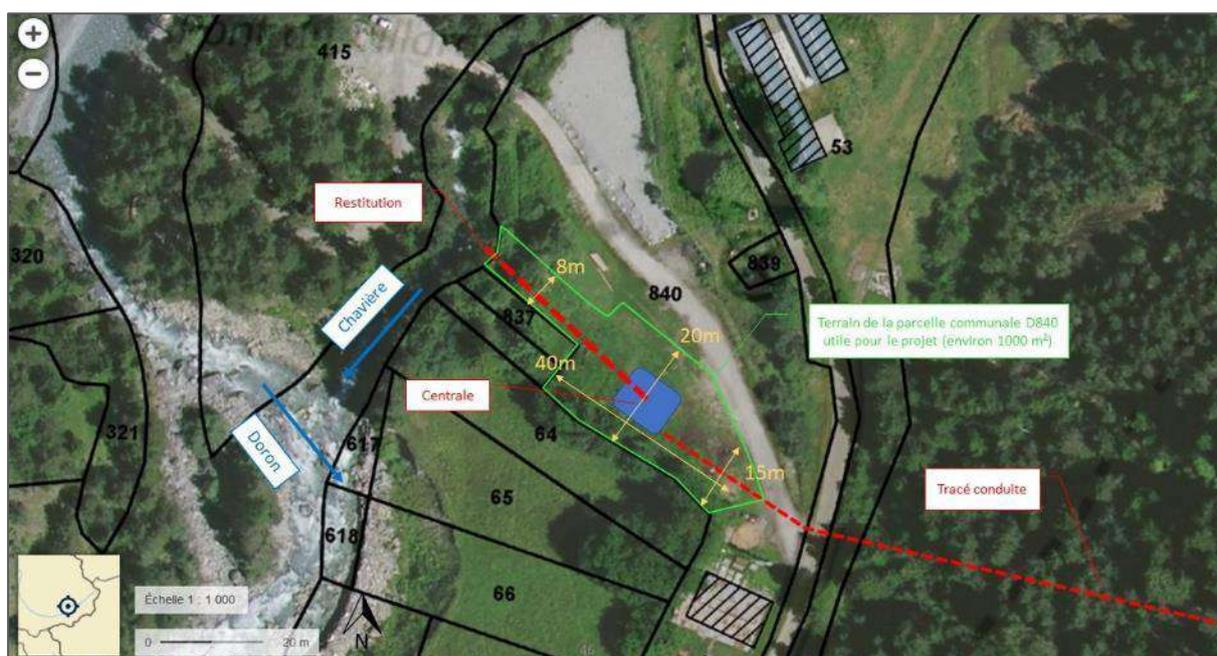


Figure 26 – Localisation de la centrale du projet Via Alpina

3.4.2. ACCES

La centrale sera accessible via la route départementale RD83 existante.

Une convention de passage joint au dossier permettra d'utiliser la piste existante transitant sur la parcelle D840 jusqu'au pont franchissant le torrent de Chavière en bout de parcelle afin d'accéder au terrain.

3.4.3. DESCRIPTION

Le bâtiment usine de la centrale permettra les fonctions suivantes :

- Turbinage du débit d'équipement,
- Livraison au réseau électrique de l'énergie produite,
- Pilotage de l'installation par automates,
- Restitution du débit turbiné par le canal de fuite.

La superficie de la centrale sera d'environ 150 m². Le bâtiment ne représentera pas un obstacle à l'écoulement de la Chavière. Il sera construit sur une zone plane communale qui est située à plus de 45 m du cours d'eau.

De par sa localisation, l'emplacement de la centrale est ainsi exempté de risque d'inondation par les crues du torrent de Chavière.

Le plan de masse du bâtiment est joint dans la pièce n°8 avec les autres éléments graphiques utiles à la compréhension du projet.

La centrale accueillera les ouvrages principaux suivants :

- Une vanne de pied de type papillon à contrepoids assurant la fermeture sans énergie,
- Le groupe turbine et alternateur,
- Une centrale hydraulique de commande de la vanne et des actionneurs de la turbine,
- Le poste de livraison au réseau,
- Un petit transformateur de 3 à 100 kVA pour les auxiliaires avec sa cellule de protection 20 kV,
- Un pont roulant pour assurer la manutention des organes,
- Un système de télégestion,
- Le canal de restitution.

La turbine prévue est de type Pelton. L'installation permettra de délivrer une puissance mécanique brute de 1 383 kW conduisant à une production d'environ 4 500 000 kWh/an d'énergie entièrement renouvelable. Le débit d'armement de la turbine sera d'environ 50 l/s. L'axe de la turbine sera situé à la côte 1382.5 m.NGF.

La centrale accueillera un poste haute tension qui assurera la connexion entre le réseau électrique et la centrale. Ce poste sera composé d'un transformateur de tension et de cellules de protections aux normes en vigueur.

3.4.4. INTEGRATION PAYSAGERE

Le bâtiment de la centrale sera implanté de manière à limiter l'impact paysager. Son architecture sera conforme au style de construction local et respectera les règles du PLU. Le bâtiment sera de taille limitée, avec un toit en bac acier et un bardage bois. L'intégration paysagère du bâtiment sera validée par la commune de Val Cenis.

3.4.5. REALISATION

La réalisation de la centrale fera l'objet de travaux de maçonnerie classique. Le bâtiment sera construit en béton armé avec des dimensions extérieures d'environ 10 m x 15 m.

De par la localisation isolée du site de restitution, aucun impact visuel ou sonore n'est à prévoir. Nonobstant ce point, l'architecture du bâti sera conforme au style de construction local et respectera les règles du PLU. Le bâtiment aura un toit en bac acier avec arrêt de neige et bardage bois et béton.

La restitution des eaux turbinées se fera via un canal de fuite couvert. L'exutoire de ce canal sera conforté par des enrochements. Le canal sera conçu avec des pièges à son et des chicanes permettant de réduire drastiquement l'émergence sonore.

3.5. CONDUITE DE RESTITUTION

3.5.1. DIMENSIONNEMENT

La conduite de rejet permettant la restitution de l'eau prélevée au cours d'eau sera en acier et de diamètre 600 mm. Elle sera dimensionnée pour le débit d'équipement choisi. Elle aboutira à une zone de dissipation d'énergie et sera sécurisé par une grille à son exutoire.

A l'extrémité de la conduite de rejet, un brise jet sera installé afin de limiter la charge et la vitesse de l'écoulement et faciliter la dissipation de l'énergie.

3.5.2. TRACE ET POSE

La conduite de restitution sera posée en tranchée sous une surface plane constituée actuellement de prairie, puis, à la fin, en forte pente dans le talus du cours d'eau de la Chavière. Les travaux seront réalisés à la mini-pelle ou à la pelle araignée selon la pente.

La conduite sera en écoulement libre. Le recouvrement de la conduite sera limité à 80 cm. La conduite aura une longueur de 50 mètres.

3.5.3. SITUATION DU POINT DE RESTITUTION

Le rejet dans le lit de la Chavière sera réalisé à la cote 1377 m.NGF

L'ouvrage sera doté d'une grille pour éviter l'entrée des animaux lors des périodes d'arrêt de l'usine.

Un accompagnement en enrochement, ou bassin de dissipation d'énergie, sera mis en place pour conduire les eaux vers le lit de la Chavière.

3.6. LE RACCORDEMENT

3.6.1. LOCALISATION

La centrale sera raccordée au réseau électrique de distribution géré par Enedis. Le point de livraison sera situé à la centrale.



Figure 27 – Plan prévisionnel de la solution de raccordement – Etude ENEDIS

3.6.2. DESCRIPTION

Une étude de raccordement au réseau public de distribution a été réalisée en collaboration avec ENEDIS. Le raccordement sera réalisé par Enedis.

4. NOMENCLATURE IOTA APPLICABLE

Selon la nomenclature IOTA, depuis la publication du décret n° 2014-750 du 1^{er} juillet 2014, la rubrique de cette nomenclature spécifique aux installations hydroélectriques a été supprimée. Désormais ce type d'installation est classé pour les rubriques suivantes.

RUBRIQUE IOTA	INTITULE	CLASSEMENT
N°1.2.1.0	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 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.	Le débit dérivé est supérieur à 5% du débit du cours d'eau (débit mensuel sec de récurrence 5 ans). AUTORISATION
N° 3.1.1.0-2°	Installations, ouvrages, constituant un obstacle à la continuité écologique a) Entraînant une différence de niveau supérieur à 50 cm	Hauteur supérieure à 50 cm pour l'ouvrage de captage AUTORISATION
N° 3.1.2.0	Installation, ouvrages, travaux ou activité conduisant à modifier le profil en long ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau 1° sur une longueur supérieure à 100m	Longueur du TCC : 1300 m AUTORISATION
N° 3.1.5.0	Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères... 2. Surface de frayères <200m ²	Surface < 200 m ² En phase travaux uniquement DECLARATION
N°3.2.5.0.	Barrage de retenue et digues de canaux de classe D	Barrage de la prise d'eau de la centrale Via Alpina = seuil en rivière non classé en catégorie A, B ou C. DECLARATION

Tableau 6 – Synthèse des rubriques IOTA concernées par le projet de Via Alpina

Le projet est soumis au régime de **l'autorisation**.

5. ORGANISATION DU CHANTIER

Le planning prévisionnel de réalisation du chantier est joint en suivant.

	SEMESTRE 2 - 2024											
ACTION	JUIL		AOUT		SEPT		OCT		NOV		DEC	
Déboisement centrale, prise d'eau, piste et passage conduite												
Fondation centrale												
Maçonnerie centrale												

	SEMESTRE 1 - 2025											
ACTION	JAN		FEV		MARS		AVR		MAI		JUIN	
Terrassement prise d'eau (batardeau)												
Maçonnerie prise d'eau												
Montage grilles et clapet												
Terrassement et pose conduite												
Terrassement prise d'eau et remise en état												

	SEMESTRE 2 - 2025											
ACTION	JUIL		AOUT		SEPT		OCT		NOV		DEC	
Montage turbine et alternateur												
Montage vannes												
Montage contrôle commande												
Pose conduite												
Raccordement au réseau												
Essais et mise en service												

6. MOYENS DE LIMITATION DES RISQUES DE POLLUTIONS

6.1. INCIDENCES SUR LES EAUX SUPERFICIELLES

Il s'agit notamment d'incidences temporaires liées au trafic d'engins pour la réalisation de l'aménagement ou à la réalisation des ouvrages eux-mêmes conduisant à un risque de déversement accidentel de substances polluantes rencontrées sur le chantier, ou issues des engins (hydrocarbures notamment) ou à une augmentation de la turbidité de l'eau du torrent. Les mesures d'atténuations mises en œuvre lors de la phase travaux pour prévenir ces incidents sont les suivantes :

- Interdiction de circulation dans la section mouillée du cours d'eau lors de la réalisation des ouvrages de prise et de rejet. Les éléments des ouvrages seront posés depuis les berges,
- Mise en place de pièges à fines à l'aval (bottes de paille ou géotextile) lors de la réalisation des ouvrages de prise et de rejet (notamment du remblaiement des ouvrages et de son compactage) pour éviter toute augmentation de la turbidité en aval des ouvrages,
- Mise en place d'enrochements contre le remblai (en amont et en aval) pour le protéger et pour limiter l'entraînement de matériaux en cas de crue,
- Respect par l'entreprise en charge des travaux des pratiques suivantes :
 - Ravitaillement des engins et intervention mécanique effectués à l'extérieur du lit du cours d'eau, sur un périmètre adapté pour la rétention des ruissellements,
 - Inspection régulière des engins et machines pour éviter toute fuite chronique d'hydrocarbures,
 - Interdiction de tout rejet (huiles, hydrocarbures, laitance de béton, etc.) dans les milieux aquatique et naturel,
 - Réalisation par l'entreprise d'un contrôle visuel de la qualité de l'eau pour s'assurer de l'absence de pollution par les hydrocarbures (tâches irisées en surface),
 - Définition par l'entreprise, préalablement aux phases de mise en œuvre des ouvrages, de l'organisation et des mesures à mettre en œuvre en cas de pollution accidentelle.
- En cas de survenue d'une pollution accidentelle malgré les précautions prises :
 - L'entreprise devra immédiatement alerter le Maître d'Œuvre (nature et circonstance de l'incident, milieu concerné, type de polluant et quantités déversées) et prendre les mesures nécessaires pour circonscrire la pollution et sa source,
 - Le Maître d'Œuvre en informera le Maître d'Ouvrage et la Police de l'Eau.

6.2. INCIDENCES SUR LES ECOULEMENTS

Il s'agit d'incidences temporaires liées à la réalisation de l'aménagement conduisant à une modification des écoulements ou une modification temporaire des profils des cours d'eau.

Les mesures d'atténuation mises en œuvre pour prévenir ces incidents sont les suivantes :

- Les ouvrages du chantier (buses, etc.) seront dimensionnés pour permettre le passage du module, et ne pas modifier significativement le fonctionnement hydraulique du cours d'eau en cas de crue,
- Une surveillance météorologique sera réalisée pour déclencher la réalisation des ouvrages dans une fenêtre de prévision météo favorable (temps sec),
- L'emprise des ouvrages dans le cours d'eau sera limitée au strict nécessaire pour permettre la circulation des engins de chantier,
- Les engins seront évacués des bords du cours d'eau en cas d'orage annoncé et tous les soirs et week-ends,
- Le lit du cours d'eau sera remis en état sans apport de matériaux extérieurs et avec à minima une conservation des sections hydrauliques.

6.3. INCIDENCES SUR LES HABITATS ET LA FAUNE

Il s'agit d'incidences temporaires et permanentes liées au trafic des engins pour la réalisation des ouvrages ou à la réalisation des ouvrages eux-mêmes conduisant à un risque de dérangement et de perturbation de la faune.

Les mesures d'atténuation mises en œuvre pour prévenir ces incidents sont les suivantes :

- Réalisation de l'aménagement pendant la période de basses eaux et de moindre sensibilité pour la majorité des espèces faunistiques,
- Contrôle des espaces sensibles avant travaux (berges, arbres à cavités, etc.),
- Limitation de la vitesse des engins pour limiter le bruit et les poussières.

6.4. INCIDENCES SUR LES MILIEUX AQUATIQUES ET LA CONTINUITÉ ECOLOGIQUE

Il s'agit d'incidences temporaires et permanentes liées à la réalisation de l'aménagement conduisant à un risque de dérangement et de perturbation de la faune aquatique ou une détérioration des écosystèmes aquatiques.

Les mesures d'atténuation mise en œuvre pour prévenir ces incidents sont les suivantes :

- Limitation de l'emprise des ouvrages dans le lit mineur,
- Limitation au strict minimum l'accès des engins dans le lit mineur,
- Mise en place d'une dérivation permettant de mettre à sec le chantier et éviter la propagation de fines à l'aval,
- Remise en état du lit du cours d'eau avec les matériaux alluvionnaires du site.

7. MODALITE DE SUIVI ET DE SURVEILLANCE EN PHASE CHANTIER

7.1. SURVEILLANCE DE LA TECHNIQUE DU CHANTIER

Le chantier se déroulera sous la maîtrise d'ouvrage du pétitionnaire, la Société Hydroélectrique Via Alpina. Ce dernier se compose de différents acteurs industriels habitués à piloter la maîtrise d'ouvrage de ce type d'installation.

Une maîtrise d'œuvre sera déléguée pour assurer la bonne gestion du chantier au quotidien.

Cette gestion s'appuiera sur un plan assurance qualité permettant la réalisation des ouvrages conformément au dossier de plans qui sera visé par les services de la préfecture de Haute-Savoie.

Les contrôles techniques spécifiques seront assurés par des prestataires externes retenus au cas par cas en fonction des besoins (contrôles des soudures, essais en pressions, CONSUEL, contrôles poste haute tension, contrôle de la conduite en charge statique avant la mise en exploitation, etc.).

Pendant la réalisation, la sécurité du chantier sera confiée à un bureau assurant la mission d'organiser le plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS).

7.2. SURVEILLANCE DES MESURES ENVIRONNEMENTALES

Le bureau d'étude environnement assurera le suivi des mesures environnementales retenues dans le cadre de l'autorisation d'exploiter. Ces dernières sont détaillées dans la pièce 4 du dossier (étude d'impact).

8. MODALITE DE SUIVI ET DE SURVEILLANCE EN EXPLOITATION

8.1. SIGNALÉTIQUE

L'installation fera l'objet d'une signalétique qui comportera :

- La mise en place des panneaux réglementaires au niveau de la prise d'eau et de la centrale, précisant le nom de la centrale, le Maître d'Ouvrage, l'arrêté d'autorisation, les débits autorisés, le débit réservé,
- La mise en place de panneaux indiquant un danger de montée d'eau, similaire aux panneaux présents sur les centrales hydrauliques de EDF, au niveau des points de risque, sous la prise d'eau et sous l'ouvrage de restitution,
- Des panneaux d'accès interdit au niveau des trappes verrouillées de la chambre d'eau.

8.2. SURVEILLANCE DES DEBITS ET DES NIVEAUX

Les installations intègrent les équipements nécessaires au contrôle des débits et volumes fixés dans l'autorisation et notamment :

▪ DEBIT TURBINE

Le débit turbiné sera piloté par l'automate de la centrale. Ce dernier agira sur le positionnement des injecteurs pour augmenter ou diminuer le débit turbiné. Sa référence sera le niveau de régulation de la chambre de mise en charge situé au droit du captage.

Les débits turbinés pourront être reconstitués par la courbe de charge relevé au compteur de la centrale. Les données seront mesurées toutes les 10 minutes.

▪ NIVEAU AMONT CAPTAGE ET MISE EN CHARGE

L'ouvrage de captage sera muni de sondes de niveaux. Ces sondes enverront les informations vers l'automate centrale qui pilote la position des injecteurs de la turbine. Le cas échéant, une alerte sera envoyée à l'exploitant pour signifier une incohérence dans les mesures pouvant résulter d'un dysfonctionnement de la prise d'eau.

Une échelle limnimétrique sera implantée sur les ouvrages maçonnés pour permettre un contrôle rapide des niveaux.

8.3. SURVEILLANCE PAR TELEGESTION

L'installation sera suivie à distance grâce à un système de télésurveillance. La gestion de cet outil sera déléguée au personnel de l'exploitant ou à un prestataire spécialisé. En cas de dysfonctionnement, hors cas de gestion automatique, le surveillant aura la possibilité d'arrêter l'installation à distance.

8.4. SURVEILLANCE IN SITU

Une surveillance in situ sera nécessaire pour la prise d'eau, le dessableur, la conduite forcée et la centrale. Cette surveillance sera assurée par le personnel exploitant ou par un prestataire spécialisé. Le personnel s'appuiera sur les échelles limnimétriques prévues sur l'ouvrage de prise d'eau.

8.5. CONTROLES REGLEMENTAIRES DE L'INSTALLATION

Les contrôles ponctuels seront confiés à des prestataires spécialisés notamment pour :

- Les contrôles périodiques des installations,
- Les contrôles des extincteurs,
- Les contrôles d'usures,
- Le contrôle des sécurités,
- Le contrôle des dispositifs de manutention.

8.6. PERIODICITE DES OPERATIONS D'ENTRETIEN COURANTES

Bien que le dispositif soit conçu pour fonctionner sans nécessiter un entretien poussé, un contrôle fréquent sera mené pendant l'exploitation :

- Une visite régulière d'inspection pour limiter notamment le colmatage de la grille par les feuilles ainsi que les risques d'engravesments,
- Un contrôle visuel mensuel pour évaluer les risques de dégradation des ouvrages,
- Un contrôle visuel des ouvrages systématique après chaque épisode de crue avant remise en service de la centrale,
- Un contrôle annuel avec mise à sec des ouvrages pour permettre un contrôle approfondi.

8.7. OPERATIONS D'ENTRETIENS COURANTS

Les opérations d'entretien courants, comme le dégrèvement de la prise d'eau, seront effectuées par l'exploitant ou par un prestataire spécialisé. Elles seront programmées et déterminées en fonction des besoins identifiés.

Nous distinguons 2 types d'opérations d'entretiens :

- Les actions de maintenance préventive,
- Les actions de maintenance corrective.

Les principales actions de maintenance et de contrôles préventives sont les suivantes :

- Ouverture de la vanne de dessablage pour réaliser une chasse hydraulique,
- Isolement du dessableur par les différentes vannes pour pouvoir accéder dans l'ouvrage et procéder à un nettoyage complet,
- Nettoyage de la grille de la prise par en-dessous,
- Évacuation des flottants accumulés en amont du seuil,
- Contrôle du niveau amont,
- Contrôle de la régularité du fonctionnement de l'ouvrage,
- Contrôle de l'état du colmatage des ouvrages annexes (grilles, vannes, etc.).
- Vérification de la structure de l'ouvrage : vérification de la présence de fissures, état du génie civil, etc.
- Vérification du fonctionnement des vannes et de leurs organes de manœuvre

Les principales actions de maintenance correctives nécessitant l'intervention de l'agent d'exploitation sont :

- Réouverture de la vanne de survitesse suite à déclenchement. (Cette réouverture ne pourra être réalisée qu'après vérification du bon état des ouvrages et détermination de l'origine de cette fermeture),
- Remplacement de barreaux de la grille de prise par en-dessous,
- Nettoyage d'une éventuelle obstruction de la grille de prise par en-dessous,
- Nettoyage complet des ouvrages, évacuation des matériaux piégés et restant après auto-curage en eau.

Les opérations de dessablage pourront être déclenchées lors des interventions in situ de l'agent d'exploitation et seront réalisées en limitant la création de MES dans le torrent.

D'un point de vue pratique, les ouvrages indispensables à l'exploitation (prise d'eau et centrale) feront l'objet d'une tournée d'inspection à intervalles réguliers.

L'entonnement des organes hydrauliques (Vannes, grilles), et le cas échéant l'état des contacts et des joints avec les structures de génie civil, seront vérifiés, les organes de manœuvres, et leur alimentation le cas échéant, seront contrôlés (manœuvre en cas de doute).

L'état d'obstruction des ouvrages sera apprécié, et en cas de besoin, il y sera immédiatement remédié.

Les fuites éventuelles susceptibles d'apparaître à la longue seront systématiquement visées et toute variation ou évolution notée dans le registre d'exploitation.

En période de crue, la prise d'eau par en-dessous est intrinsèquement transparente vis à vis des crues et du transport solide.

9. MODALITE DE REMISE EN ETAT DU SITE APRES EXPLOITATION

L'exploitation d'une centrale de production hydroélectrique s'inscrit sur une longue période comme l'illustre les aménagements historiques qui jalonnent nos vallées.

Ces aménagements sont d'autant plus remarquables qu'ils permettent de générer de façon fiable une énergie renouvelable sur du très long terme, ce qui apparait nécessaire au regard des enjeux liés à la transition énergétique et à la mutation de notre mixe énergétique.

La réalisation de tel aménagement permet également de conserver des outils de productions industriels fiables sur les territoires, sans risque de délocalisation. A ce titre, il convient de noter que la fin de l'exploitation d'une centrale hydroélectrique est relativement rare.

Cependant, il convient de prévoir la remise en état du site selon deux objectifs :

- Limiter les impacts visuels négatif du projet,
- L'intégrer au mieux dans son environnement paysager.

D'un point de vue visuel, la conduite étant enterrée sur plus de 87% de son linéaire, elle sera mise en sécurité par des tampons soudés en aval et en amont et laissée en l'état dans la piste. La partie aérienne (13% du tracé – soit environ 210 m linéaire) pourra être enlevée sur sollicitation du propriétaire de la parcelle, à savoir la commune de Val Cenis.

Les travaux de remise en état concerneront la centrale et la prise d'eau.

- **CONCERNANT LA CENTRALE,**
Son exploitation ne génère pas de pollution des sols. Les équipements de la centrale seront démontés et recyclés. Le bâtiment de la centrale sera déconstruit selon les normes en vigueur et ses matériaux seront triés et recyclés sur des plateformes dédiées. Le terrain sera laissé libre à la recolonisation de la végétation locale.
- **CONCERNANT LA PRISE D'EAU,**
Sa déconstruction nécessitera une déviation temporaire du cours d'eau. L'ouvrage sera démoli et ses matériaux seront triés et recyclés sur des plateformes dédiées. Les berges seront renforcées par un enrochement qui viendra remplacer l'ouvrage en béton.
Les ouvrages en lit mineur seront également démontés et démolis. Le torrent retrouvera au droit du seuil un faciès de petites cascades. Les rives seront laissées libre à la recolonisation de la ripisylve.
En tout état de cause, la prise d'eau étant positionnée dans un site relativement encaissé, la visibilité du secteur restera faible ce qui permet de limiter à priori la perception visuelle du site après exploitation.

10. CONTACTS EN CAS D'INCIDENT

TEXTE DE REFERENCE :

- Décret n° 2007-1735 du 11 décembre 2007
- Art. R.214-72 du Code de l'Environnement modifié en fonction du décret précédent

Dans le cadre du fonctionnement de la centrale, un plan d'alerte sera affiché à la centrale, définissant la conduite à tenir en cas d'incident ou d'accident ainsi que les coordonnées téléphoniques actualisées des personnes à prévenir en fonction de la nature de l'anomalie ou des risques encourus (danger ou risque pour le milieu naturel, les personnes ou les biens), soit :

- Dans tous les cas :
 - le Service de police des eaux DDT 73 - 04 79 71 72 35,
 - Monsieur le Maire de Val Cenis - 04 79 20 51 49.
- En cas de danger ou d'accident relevant de la sécurité civile :
 - le poste du S.D.I.S le plus proche - 04 79 05 09 22 à Modane,
 - le poste de gendarmerie le plus proche - 04 79 05 90 17 à Val Cenis.

ANNEXES PIECE N°3

CARACTERISTIQUES DU PROJET

Conformément à l'article R181-13 et D181-15-1 VI 5° du Code de l'Environnement

Au présent annexe sont regroupés les documents relatifs au paragraphe « 1-Caractéristiques Techniques et Administratives de la chute » :

- 3.1.1_BE_HYDRATEC_Etude hydrologique théorique du ruisseau de la Chavière – Bureau d'Etude HYDRATEC – Janvier 2019
- 3.1.2_BE_COHERENCE_Mémoire de synthèse & Etude hydrologique de la Chavière à Termignon sur la base des mesures de débits réalisés in situ du 21/05/2020 au 20/05/2021 – CYCLE 1 – Bureau d'Etude COHERENCE – Juin 2021
- 3.1.3_BE_COHERENCE_Mémoire de synthèse & Etude hydrologique de la Chavière à Termignon sur la base des mesures de débits réalisés in situ du 21/05/2020 au 20/05/2022 – CYCLE 2 – Bureau d'Etude COHERENCE – Juin 2022
- 3.1.4_BE_COHERENCE_Intégration des mesures de la station de mesure de la Chavière à Termignon avec l'étude hydrologique théorique réalisée par Hydratec – Bureau d'étude COHERENCE – Octobre 2021
- 3.1.5_BE_COHERENCE_Etude sommaire de l'origine de l'eau de la Chavière – Bureau d'étude COHERENCE – Novembre 2021
- 3.1.6_BE_COHERENCE_Courbes de salinité des mesures ponctuelles réalisées
- 3.1.7_BE_COHERENCE_Note de synthèse sur les études hydrologiques réalisées sur la Chavière
- 3.1.8_Etat de la masse d'eau FRDR11396
- 3.1.9_BE_COHERENCE_Plan
- 3.1.10_BE_COHERENCE_Fiches
- 3.1.11_BE_COHERENCE_Données – fichier .ods
- 3.1.12_BE_G2SAVOIE_GEOTECHNIQUE_Etude géotechnique préalable – Mission G1 – Bureau d'étude 2 Savoie géotechnique – Novembre 2021

Etude hydrologique sur le ruisseau de
Chavière et le Doron de Termignon

Rapport de phase 1

01644700 | Janvier 2019 | v1



Immeuble Central Seine
42-52 quai de la Rapée
75582 Paris Cedex 12

Email : hydra@hydra.setec.fr

T : 01 82 51 64 02

F : 01 82 51 41 39

Directeur d'affaire : WWP

Responsable d'affaire : LME

N°affaire : 016

Fichier : 44700_Chavieres_Cayrolv1.docx

Version	Date	Etabli par	Vérifié par	Nb pages	Observations / Visa
1	Janv. 2019	LME	WWP	28	

TABLE DES MATIÈRES

1	CONTEXTE ET OBJET DE L'ETUDE	7
2	BASSINS VERSANTS D'ETUDE	9
3	BASSINS VERSANTS DE REFERENCE.....	11
4	GRANDEURS STATISTIQUES DES BV D'ETUDE	13
4.1	Méthode	13
4.2	correspondance entre bassins versants d'étude et de référence	13
4.3	Débits moyens mensuels	14
4.3.1	Stations de référence	14
4.3.2	Stations du ruisseau de la Chavière	16
4.3.3	Stations du Doron de Termignon (Débits naturels).....	17
4.4	Débits classés	19
4.4.1	Stations de référence	19
4.4.2	Stations du ruisseau de la Chavière	20
4.4.3	Stations du Doron de Termignon	21
4.5	débits caractéristiques d'étiage	23
4.5.1	QMNA	23
4.5.2	VCN10	24
4.6	Module	25
5	CONCLUSION	28

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1-1: Localisation des stations d'étude - Vue de détail	7
<i>Figure 1-2 : localisation des stations d'étude – Vue générale</i>	8
Figure 2-2 : Découpage en sous bassin-versant	10
Figure 4-1 : débits moyens mensuels des BV de référence	15
Figure 4-7 : débits classés des BV de référence	19
Tableau 2-1 : caractéristiques des bassins versants d'étude	9
Tableau 3-1 : stations de références gardées pour la suite de l'étude	11
Tableau 3-2 : bassins versants jaugés à proximité de la zone d'étude	12
Tableau 4-1 : débits moyens mensuels des BV de référence	16
Tableau 4-2 : Fourchettes des débits moyens mensuels du ruisseau de Chavière	16
Tableau 4-3 : Débits moyen mensuels obtenus sur le ruisseau de Chavière à partir du bassin de référence de la Durance amont	17
Tableau 4-4 : Fourchettes des débits moyens mensuels des stations du Doron de Termignon (débit naturel)	18
Tableau 4-5 : Débits moyen mensuels obtenus sur le Doron de Termignon à partir du bassin de référence de l'Isère amont	18
Tableau 4-6 : débits classés des BV de référence	20
Tableau 4-7 : débits classés des BV du ruisseau de Chavière	20
Tableau 4-8 :: Débits moyen mensuels obtenus sur le ruisseau de Chavière à partir du bassin de référence de la Durance amont	21
Tableau 4-9 : débits classés des BV du Doron de Termignon	22
Tableau 4-10 : Débits moyen mensuels obtenus sur le Doron de Termignon à partir du bassin de référence de l'Isère amont	22
Tableau 4-11 : QMNA des BV de référence	23
Tableau 4-12 : fourchettes des QMNA attendus sur les BV d'études	23
Tableau 4-13 : VCN10 des BV de référence	24
Tableau 4-14 : fourchettes des VCN10 attendus sur les BV d'études	25
Tableau 4-15 : module des bassins versants de référence	26
Tableau 4-16 : fourchettes des modules attendus sur les BV d'études	26

1 CONTEXTE ET OBJET DE L'ETUDE

La société Cayrol international a un projet hydroélectrique sur la commune de Val-Cenis. Dans ce cadre elle souhaite disposer, en 2 points du torrent de Chavière, des données de :

- Débits moyens mensuels,
- et courbe des débits classés
- débits d'étiage (QMNA5, QMNA2, VCN10)
- Module

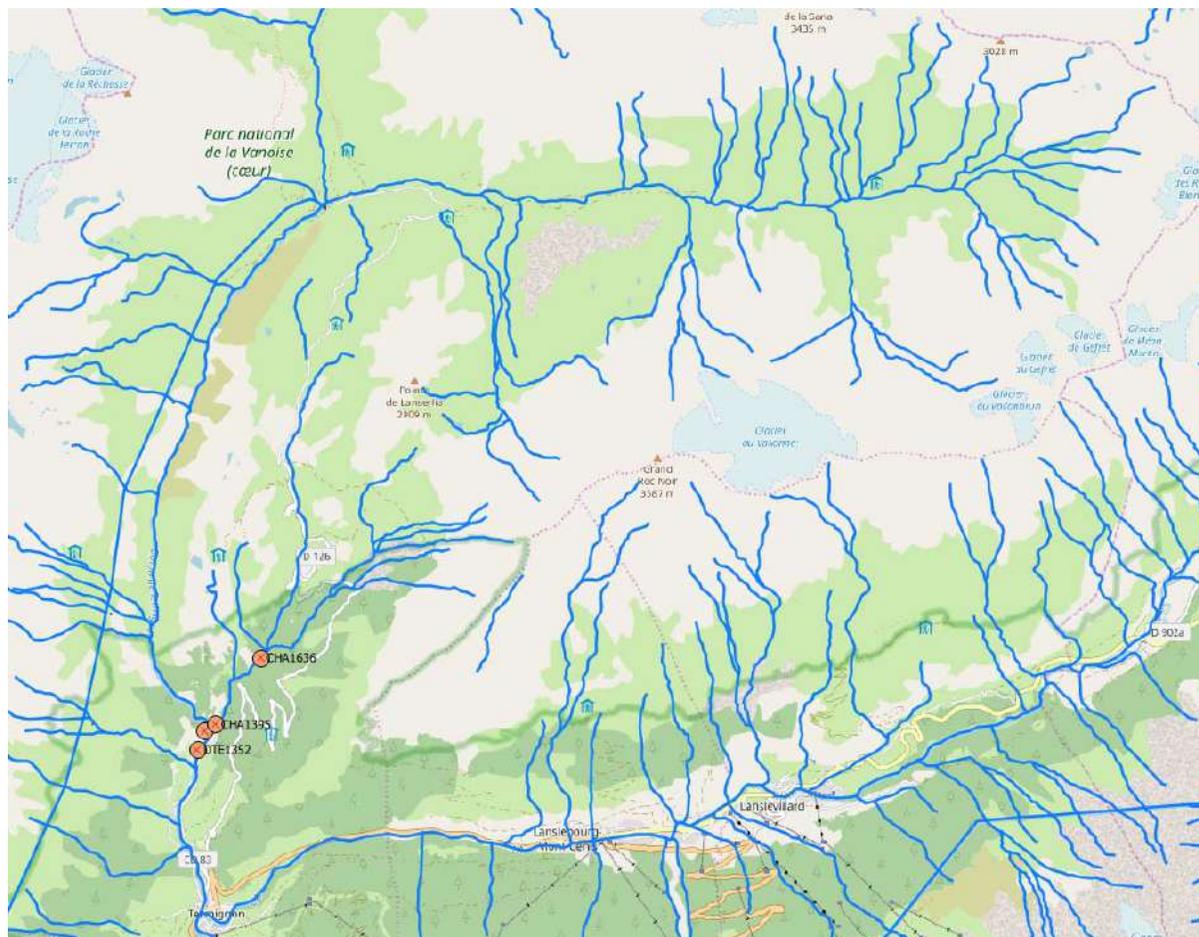
Il est aussi demandé de s'intéresser au Doron de Termignon en 2 points, un en amont de la confluence avec le torrent de Chavière et un second en aval de la confluence.

Les cartes données ci-dessous permettent de localiser ces points.

Figure 1-1: Localisation des stations d'étude - Vue de détail



Figure 1-2 : localisation des stations d'étude – Vue générale



2 BASSINS VERSANTS D'ETUDE

Le découpage en bassin versant, au droit des stations qui nous intéressent ici, a été réalisé à partir des cartes au 1/25000^{ème} de l'IGN. La carte donnée ci-après permet de localiser ces bassins-versants.

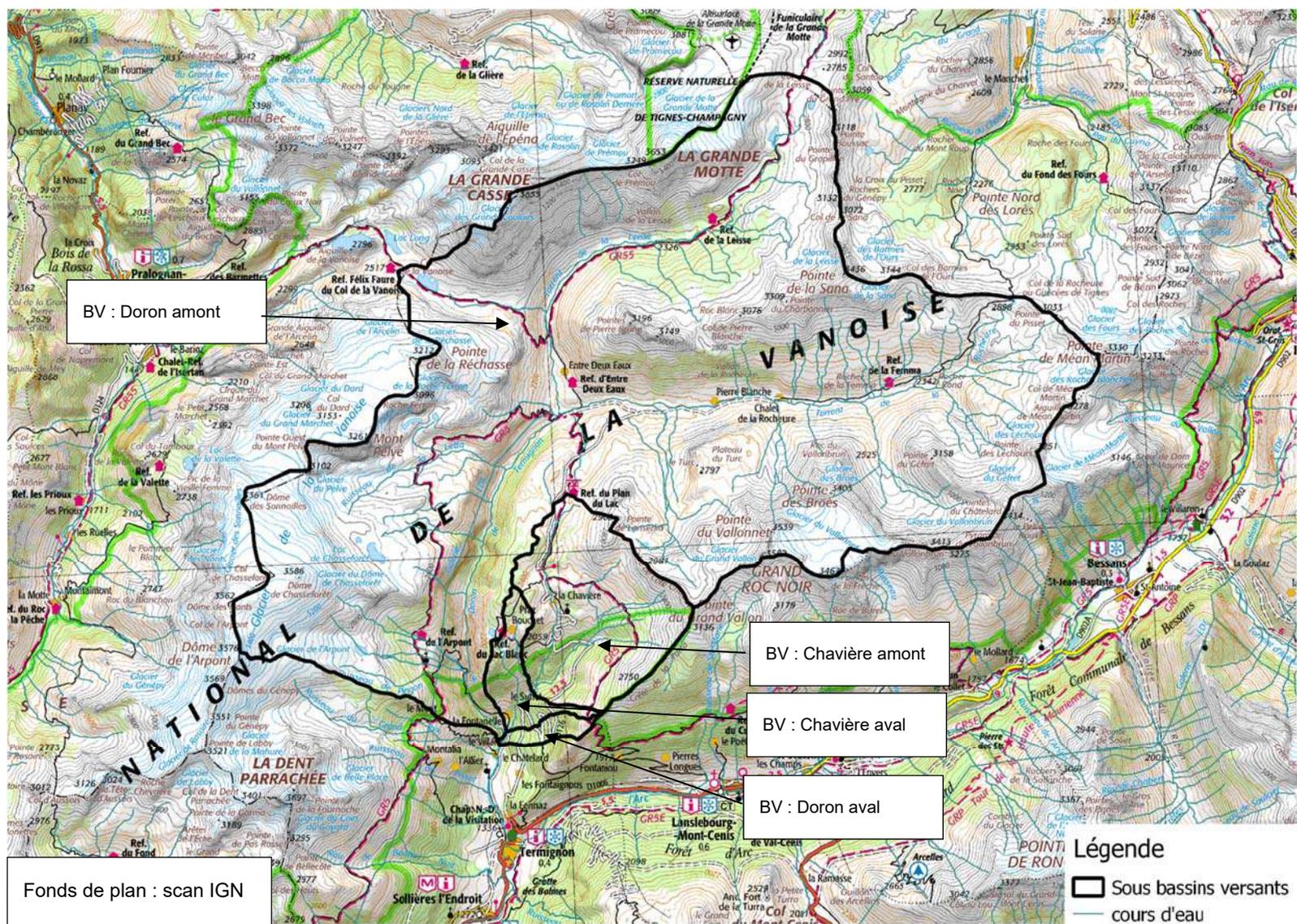
Le tableau ci-dessous récapitule les superficies de chaque sous bassin-versant.

Code station	Nom du BV	Superficie en km2	Altitude de la station en mNGF
CHA1636	Chavière amont (prise d'eau)	12	1 650
CHA1395	Chavière amont+aval	14.5	1 400
DTE1369	Doron de Termignon avant confluence avec le ruisseau de Chavière	132	1 360
DTE1352	Doron de Termignon après confluence avec le ruisseau de Chavière	148	1 350

Tableau 2-1 : caractéristiques des bassins versants d'étude

Nota : Une prise d'eau est présente en amont du Doron de Termignon. Les débits annoncés dans la suite de l'étude pour ce bassin versant s'entendent comme les débits naturels, hors influence de la prise d'eau EDF amont.

Figure 2-1 : Découpage en sous bassin-versant



3 BASSINS VERSANTS DE REFERENCE

Les statistiques des bassins versants d'étude seront estimées par corrélation débit-débit à partir de bassin versant jaugés. Ce chapitre a pour objet de recenser les bassins versants jaugés (source banque Hydro) qui ont des caractéristiques comparables aux bassins versants d'étude :

- Superficie comparable (BV de référence < 350 km²)
- Peu éloigné géographiquement
- Altitude de la station comparable
- Données suffisamment longues pour disposer de statistiques d'étiages fiables, ...

15 stations ont ainsi été recensées. Elles sont listées dans le tableau donné page suivante. Parmi ces 15 stations, seules 5 répondent aux critères précédemment listés. Les 10 autres stations présentent soit des :

- problèmes de fiabilité de mesures,
- données insuffisantes pour disposer de grandeurs statistiques fiables,
- ouvrages amont qui influencent notablement le débit du cours d'eau.

Pour la suite de l'étude, nous gardons donc les 5 stations de référence listées ci-dessous.

Tableau 3-1 : stations de références gardées pour la suite de l'étude

Nom	Superficie contrôlé en km ² (données BH)	Altitude en m NGF	Période d'ouverture	distance à vol d'Oiseau du secteur d'étude	Commentaire Banque Hydro	Commentaire Hydratec
L'Isère à Val d'Isère	46	1831	1948-	15 km	les valeurs publiées représentent les débits naturels de l'isère a val d'isere. les débits antérieurs a 1961 sont mesurés au pont de laisnant (bv = 45.25 km ²).	-
L'Avérole à Bessans	45.4	1950	1969-2015	20 km	Débit journalier naturel reconstitué	Prise d'eau amont. Validité des données soumise à qualité de la reconstitution des débits naturels
Le Doron de Bozel à la Perrière [Vignotan]	330	617	1931-2003	25 km	les valeurs publiées représentent les débits naturels reconstitués du doron de bozel au droit de l'usine de vignotan. ces débits sont obtenus par la somme des débits réels mesurés à la station de jaugeage et des débits turbines à vignotan. les débits antérieurs a 1964 sont relatifs au doron de bozel a la perriere.	Gardé pour la suite mais altitude de la station basse par rapport aux stations d'étude. Validité des données soumise à qualité de la reconstitution des débits naturels
La Durance à Val des Prés	203	1360	1950-	50 km	Cette station est la plus haute de la Durance. Le régime hydrologique est de type nival non influencé. La section de mesure est naturelle. La courbe de tarage n'est pas stable	-
la Guisane au Monétier-les-bains	82	1510	(données disponibles depuis 1978) 2013-	50 km	Cette station remplace la station "Le Monétier - Le Casset - X0015010" située 400m en amont. Le régime hydrologique de cette station est de type nival. La section de mesure est naturelle. Le gel perturbe les enregistrements en hiver.	-

Tableau 3-2 : bassins versants jaugés à proximité de la zone d'étude

Code station	Nom	Superficie contrôlé en km2 (données BH)	Altitude en m NGF	Période d'ouverture	distance à vol d'Oiseau du secteur d'étude	Statistique disponible	Commentaire Banque Hydro	Gardé pour la suite	Commentaire Hydratec
W1019901	L'Arc [Source] à Termignon [Fontaignous]	Non précisé	1500	2009-2016	10 km	non	-	non	Prise d'eau en amont
w0000010	L'Isère à Val d'Isere	46	1831	1948-	15 km	Oui	les valeurs publiées représentent les débits naturels de l'isère a val d'isere. les débits antérieurs a 1961 sont mesures au pont de laisnant (bv = 45.25 km2).	oui	-
W1014010	L'Arc à Lanslebourg-Mont-Cenis	322	1382	1961-1977	15 km		-	non	Prise d'eau en amont
W1014020	L'Arc à Lanslebourg-Mont-Cenis	Non précisé	1382	1961-2017	15 km	oui	-	non	Prise d'eau en amont
w0220400	Doron de Bozel à Planay	233	874	2014-	20 km	-	-	non	prise d'eau en amont
W1006010	L'Avérole à Bessans	45.4	1950	1969-2015	20 km	Oui	Débit journalier naturel reconstitué	oui	Prise d'eau amont. Validité des données soumis à qualité de la reconstitution des débits naturels
W0224010	Le Doron de Bozel à la Perrière [Vignotan]	330	617	1931-2003	25 km	oui	les valeurs publiées représentent les débits naturels reconstitués du doron de bozel au droit de l'usine de vignotan. ces débits sont obtenus par la somme des débits réels mesurés à la station de jaugeage et des débits turbines à vignotan. les débits antérieurs a 1964 sont relatifs au doron de bozel a la perriere.	oui	Gardé pour la suite mais altitude de la station basse par rapport aux stations d'étude.
X0005010	La Clarée à Névache	87	1596	1975-1981	40 km	non	Qualité des mesures jugées douteuses par la banque Hydro	non	Qualité des mesures jugées douteuses par la banque Hydro
X0010010	La Durance à Val des Prés	203	1360	1950-	50 km	oui	Cette station est la plus haute de la Durance. Le régime hydrologique est de type nival non influencé. La section de mesure est naturelle. La courbe de tarage n'est pas stable	oui	-
X0015015	Suisane au Monétier-les-ba	82	1510	(données dispo depuis 1978) 2013-	50 km	oui	Cette station remplace la station "Le Monétier - Le Casset - X0015010" située 400m en amont. Le régime hydrologique de cette station est de type nival. La section de mesure est naturelle. Le gel perturbe les enregistrements en hiver.	oui	-
X0015120	Le torrent du Rif au Monétier-les-Bains [Le	12.6 km²	1672	1985-1989	50 km	débit classé uniquement	Qualité des mesures jugées douteuses par la banque Hydro	non	Qualité des mesures jugées douteuses par la banque Hydro
X0015110	Le torrent du Rif au Monétier-les-Bains [Pont	12.5	1710	1978-1985	50 km	débit classé uniquement	Qualité des mesures jugées douteuses par la banque Hydro	non	Qualité des mesures jugées douteuses par la banque Hydro
W1055020	L'Arvan à Saint-Jean-d'Arves [La Villette]	58	1354	2000-2016	50 km	non	Qualité des mesures jugées douteuses par la banque Hydro. les données hivernales de cette station sont à écartées de tous calculs statistiques.(périodes de gel recurrentes)	non	Qualité des mesures jugées douteuses par la banque Hydro
X0105010	Cerveyrette à Cervières	96	1600	1992-1995	55 km	non	Qualité des mesures jugées douteuses par la banque Hydro	non	Qualité des mesures jugées douteuses par la banque Hydro
W1105030	Le Gelon à la Rochette	62.5	331	1984-	60 km	oui	-	non	Altitude trop basse

4 GRANDEURS STATISTIQUES DES BV D'ETUDE

4.1 METHODE

Le ruisseau de Chavière n'est pas influencé par des ouvrages. Il s'agit ici d'estimer en 2 points de ce cours d'eau les débits naturels suivants :

- Module
- débits moyens mensuels,
- débits d'étiage (QMNA5, QMNA2, VCN10)
- et courbe des débits classés

Pour ce faire il est proposé de sélectionner les stations Banque Hydro proches qui disposent des données ici demandées (débits moyens mensuels, statistiques d'étiage et courbe de débit classés). Ce travail a été détaillé au chapitre précédent.

A partir de ces stations de référence ($Q_{\text{jaugé}}$) le débit aux stations CHA1636 et 1395 ($Q_{\text{non_jaugé}}$) seront estimés par une corrélation débit-débit du type :

$$Q_{\text{non_jaugé}} = Q_{\text{jaugé}} \left(\frac{S_{\text{non_jaugé}}}{S_{\text{jaugé}}} \right)^\alpha$$

S étant la superficie du bassin versant et Q le débit

α traduit l'amortissement du débit de pointe de crue en fonction de la surface. Dans la mesure où on s'intéresse ici à des débits courant ou d'étiage, ce coefficient sera pris égal à 1 en première approche.

Cette corrélation débit-débit sera appliquée directement sur les débits statistiques des stations jaugées.

Le Doron de Termignon est un cours d'eau influencé par une prise d'eau EDF sur sa partie amont. Il n'est pas possible simplement de déterminer ces débits dérivés. Par conséquent, **les débits qui seront évalués dans la suite de l'étude pour le Doron de Termignon sont des débits naturels**, hors influence de la prise d'eau EDF. La méthode de reconstitution sera donc la même que celle du ruisseau de Chavière.

4.2 CORRESPONDANCE ENTRE BASSINS VERSANTS D'ETUDE ET DE REFERENCE

Dans l'état actuel des connaissances il est délicat d'affirmer une correspondance entre un seul bassin de référence et les bassins d'études du ruisseau de Chavière et du Doron de Termignon.

En termes de superficie le bassin d'étude du Doron de Termignon est plus proche des bassins de référence du Doron de Bozel (débit naturel reconstitué) et de la Durance amont. Celui du ruisseau de Chavière est plus proche des bassins de l'Isère, Avérole (débit naturel reconstitué) et Guisane.

Cependant, si l'on s'intéresse à la présence de glacier : il n'y a pas de glacier référencé sur le fond SCAN IGN sur les hauts du bassin de la Chavière, il serait de ce point de vu plus proche du bassin de la Durance amont, voire de Guisane.

De nombreux glaciers sont par contre présents dans le haut du bassins versants du Doron de Termignon, comme pour le bassin de référence du Doron de Bozel amont, de l'Isère amont ou de l'Avérole.

Si l'on ne devait choisir qu'un bassin versant de référence par bassin d'étude, le bassin de la Durance amont semble celui qui représente le mieux le ruisseau de Chavières (il est cependant éloigné et de superficie plus importante), celui de l'Isère amont semble celui représentant le mieux le Doron de Termignon (bassin proche mais de superficie plus réduite).

Pour mieux préciser les correspondances entre les bassins de référence et les bassins d'études, il est donc fortement conseillé de réaliser une campagne de jaugeages/mesures. Cela permettra d'approcher plus finement les débits caractéristiques des bassins d'étude.

Dans la suite de l'étude il est proposé pour chacune des grandeurs statistiques demandées une fourchette haute et basse de l'estimation ainsi que la moyenne des valeurs obtenues sur les 5 bassins de référence, ainsi que les grandeurs obtenues si l'on considère le bassin de la Durance amont comme référence pour le ruisseau de Chavière, et le bassin de l'Isère amont comme référence du Doron de Termignon.

4.3 DEBITS MOYENS MENSUELS

4.3.1 Stations de référence

Les débits moyens mensuels des stations de références sont issus de la Banque Hydro. Ils sont reportés graphiquement ci-dessous. En ordonnée on trouvera le débit en l/s/km², et en abscisse le mois.

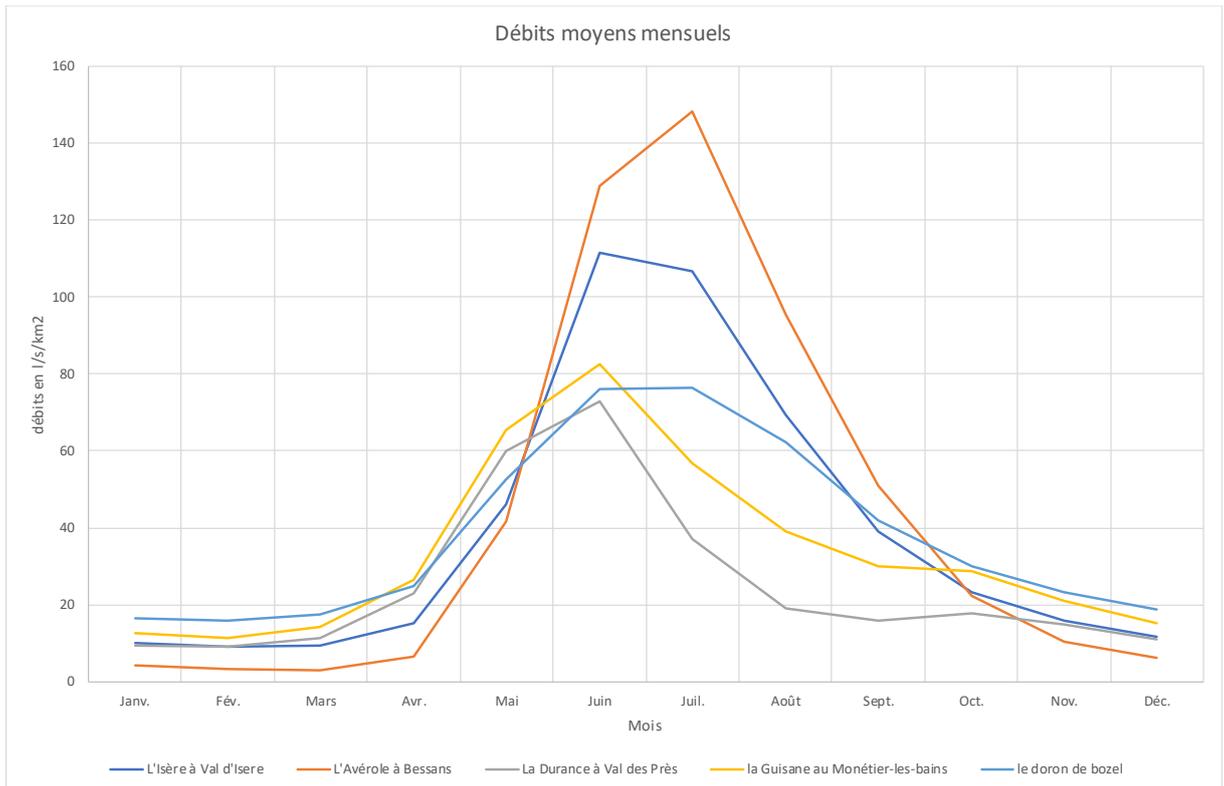


Figure 4-1 : débits moyens mensuels des BV de référence

Ces données sont relativement cohérentes, le fonctionnement de ces différents cours d'eau est comparable. On observe des débits plus importants sur la période de mai à Juillet, et des débits plus modestes sur la période de novembre à mars. Les bassins amont de l'Isère et surtout de l'Avérole sont très réactifs et ont des amplitudes très prononcées entre les périodes d'étiage/crue. Ce sont aussi pour ces bassins versants que les stations sont situées le plus haut en altitude. De nombreux glaciers identifiés sur le fond SCAN IGN sont situés sur les hauteurs de ces bassins versants.

Nota : Il est rappelé que les données de l'Avérole et du Doron de Bozel sont des débits naturels reconstitués par la banque Hydro (prise d'eau amont), la validité de ces données est donc peut être plus à prendre avec précaution.

A l'inverse, la station de la Durance amont est celle pour laquelle les amplitudes sont les plus contenues, les valeurs de débits moyens sont parmi les plus faibles notamment pendant la période de hautes eaux de mai à juillet. Il n'y a pas de glacier identifié, sur les fonds SCAN IGN, sur les hauts du bassin versant de la Durance.

Le tableau suivant récapitule les valeurs obtenues (source banque Hydro) sur les 5 bassins versants de référence.

Mois	Débit moyen mensuel en l/s/km2				
	L'Isère à Val d'Isere	L'Avérole à Bessans	La Durance à Val des Prés	la Guisane au Monétier-les-bains	le Doron de bozel à la Perrière
Janvier	9.9	4.1	9.5	13	17
Février	9	3.2	9.1	11	16
Mars	9.5	3.1	11	14	18
Avril	15	6.4	23	27	25
Mai	46	42	60	65	53
juin	110	130	73	83	76
Juillet	110	150	37	57	76
Août	69	95	19	39	62
Septembre	39	51	16	30	42
Octobre	23	22	18	29	30
Novembre	16	11	15	21	23
Décembre	12	6.2	11	15	19

Tableau 4-1 : débits moyens mensuels des BV de référence

4.3.2 Stations du ruisseau de la Chavière

La station CHA1636 contrôle une superficie de bassin versant de 12 km2. La station CHA1395 contrôle une superficie de bassin versant de 14.5 km2. La fourchette des débits moyens mensuels attendus est récapitulée dans le tableau donné ci-dessous.

Mois	Débit moyen mensuel en l/s - Chavière amont (CHA1636)			Mois	Débit moyen mensuel en l/s - Chavière aval (CHA1395)		
	Fourchette basse*	Fourchette haute*	Moyenne*		Fourchette basse*	Fourchette haute*	Moyenne*
Janvier	49	200	130	Janvier	59	250	160
Février	38	190	120	Février	46	230	140
Mars	37	220	130	Mars	45	260	160
Avril	77	320	230	Avril	93	390	280
Mai	500	780	640	Mai	610	940	770
juin	880	1 500	1 100	juin	1 100	1 900	1 400
Juillet	440	1 800	1 000	Juillet	540	2 100	1 200
Août	230	1 100	680	Août	280	1 400	830
Septembre	190	610	420	Septembre	230	740	510
Octobre	220	360	290	Octobre	260	440	350
Novembre	130	280	200	Novembre	160	330	250
Décembre	74	230	160	Décembre	90	280	190

Tableau 4-2 : Fourchettes des débits moyens mensuels du ruisseau de Chavière

Nota : la fourchette basse correspond aux valeurs les plus basses obtenues, tous bassins versants de référence confondus (idem pour la fourchette haute). La moyenne s'entend comme la moyenne des valeurs obtenues sur les 5 bassins versants de référence.

Si l'on estime les valeurs du ruisseau de Chavières à partir du seul bassin de la Durance amont, on a les grandeurs suivantes.

Mois	Débit moyen mensuel en l/s/km ²	
	Chavière amont (CHA1636)	Chavière aval (CHA1395)
Janvier	110	140
Février	110	130
Mars	130	160
Avril	270	330
Mai	720	870
juin	880	1 100
Juillet	450	540
Août	230	280
Septembre	190	230
Octobre	210	260
Novembre	180	210
Décembre	130	160

Tableau 4-3 : Débits moyen mensuels obtenus sur le ruisseau de Chavière à partir du bassin de référence de la Durance amont

4.3.3 Stations du Doron de Termignon (Débits naturels)

La station DTE1369 contrôle une superficie de bassin versant de 132 km².

La station DTE1352 contrôle une superficie de bassin versant de 148 km²

La fourchette des débits moyens mensuels attendus est récapitulée dans le tableau donné ci-dessous.

Mois	Débit moyen naturels mensuel en l/s - Doron de Termignon amont (DTE1369)			Mois	Débit moyen naturels mensuel en l/s - Doron de Termignon aval (DTE1352)		
	Fourchette basse*	Fourchette haute*	Moyenne*		Fourchette basse*	Fourchette haute*	Moyenne*
Janvier	540	2 200	1 500	Janvier	610	2 500	1 600
Février	420	2 100	1 300	Février	470	2 400	1 400
Mars	410	2 400	1 500	Mars	460	2 700	1 600
Avril	840	3 600	2 500	Avril	950	4 000	2 800
Mai	5 500	8 600	7 000	Mai	6 200	9 600	7 800
juin	9 600	17 000	12 400	juin	10 800	19 100	13 900
Juillet	4 900	19 500	11 200	Juillet	5 500	21 900	12 600
Août	2 500	12 500	7 500	Août	2 800	14 100	8 400
Septembre	2 100	6 700	4 600	Septembre	2 400	7 500	5 200
Octobre	2 400	4 000	3 200	Octobre	2 700	4 400	3 600
Novembre	1 500	3 000	2 200	Novembre	1 600	3 400	2 500
Décembre	820	2 500	1 700	Décembre	920	2 800	1 900

Tableau 4-4 : Fourchettes des débits moyens mensuels des stations du Doron de Termignon (débit naturel)

* : la fourchette basse correspond aux valeurs les plus basses obtenues, tous bassins versants de référence confondus (idem pour la fourchette haute). La moyenne s'entend comme la moyenne des valeurs obtenues sur les 5 bassins versants de référence.

Si l'on estime les valeurs du Doron de termignon à partir du seul bassin de l'Isère amont, on a les grandeurs suivantes.

Mois	Débit moyen mensuel en l/s/km ²	
	Doron de Termignon amont (DTE1369)	Doron de Termignon aval (DTE1352)
Janvier	1 300	1 500
Février	1 200	1 300
Mars	1 300	1 400
Avril	2 000	2 200
Mai	6 100	6 800
juin	14 500	16 300
Juillet	14 500	16 300
Août	9 100	10 300
Septembre	5 100	5 800
Octobre	3 100	3 400
Novembre	2 100	2 300
Décembre	1 500	1 700

Tableau 4-5 : Débits moyen mensuels obtenus sur le Doron de Termignon à partir du bassin de référence de l'Isère amont

4.4 DEBITS CLASSES

4.4.1 Stations de référence

Les débits classés des stations de références sont issus de la Banque Hydro. Ils sont reportés graphiquement ci-dessous. En ordonnée on trouvera le débit en l/s/km², et en abscisse la fréquence.

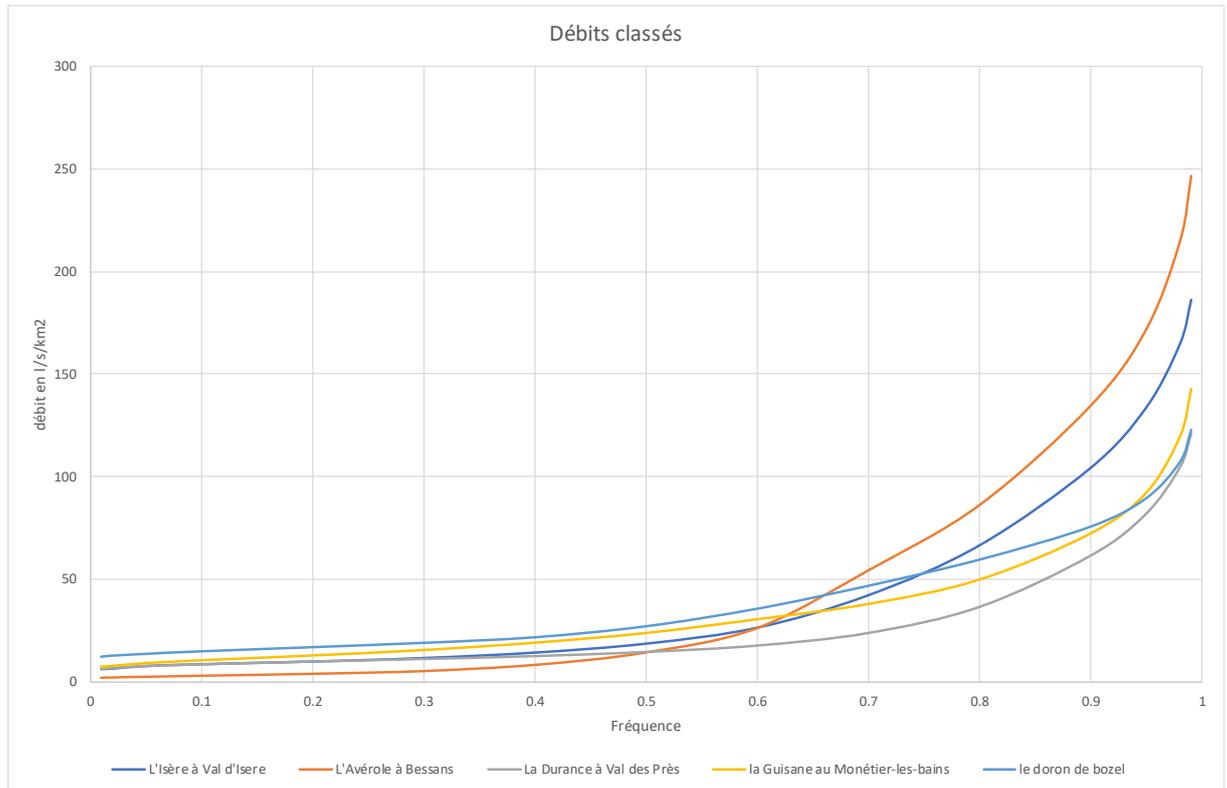


Figure 4-2 : débits classés des BV de référence

Ces données sont globalement cohérentes. Là encore on observe que les bassins amont de l'Isère et de l'Avérole sont très réactifs et ont des amplitudes très prononcées entre les périodes d'étiage/crue.

Le tableau suivant récapitule les débits classés de ces 5 bassins versants de référence.

Frequence	Débit classés en l/s/km2				
	L'Isère à Val d'Isere	L'Avérole à Bessans	La Durance à Val des Prés	la Guisane au Monétier-les-bains	le Doron de bozel à la Perrière
0.99	190	250	120	140	120
0.98	170	210	100	120	110
0.95	130	170	82	92	90
0.9	100	130	62	72	76
0.8	67	86	36	50	60
0.7	42	54	24	38	47
0.6	27	26	17	30	36
0.5	19	14	14	24	27
0.4	14	8	12	19	22
0.3	12	5	11	15	19
0.2	10	4	10	13	17
0.1	8.7	2.9	8.2	10	15
0.05	7.8	2.4	7.4	8.9	14
0.02	6.5	2.1	6.5	7.6	13
0.01	6.3	1.9	5.9	7.2	12

Tableau 4-6 : débits classés des BV de référence

4.4.2 Stations du ruisseau de la Chavière

La fourchette des débits classés attendus est récapitulée dans le tableau donné ci-dessous.

Frequence	Débits classés en l/s - Chavière amont (CHA1636)			Mois	Débits classés en l/s - Chavière aval (CHA1395)		
	Fourchette basse *	Fourchette haute *	Moyenne *		Fourchette basse*	Fourchette haute*	Moyenne*
0.99	1 500	3 000	2 000	0.99	1 800	3 600	2 400
0.98	1 300	2 600	1 700	0.98	1 500	3 100	2 100
0.95	990	2 100	1 400	0.95	1 200	2 500	1 700
0.9	740	1 600	1 100	0.9	890	2 000	1 300
0.8	440	1 000	720	0.8	530	1 300	870
0.7	280	650	500	0.7	340	800	600
0.6	210	430	300	0.6	250	500	400
0.5	170	330	240	0.5	210	400	280
0.4	99	260	180	0.4	120	320	220
0.3	63	230	150	0.3	76	280	180
0.2	46	200	130	0.2	56	250	150
0.1	35	180	110	0.1	42	220	130
0.05	29	170	100	0.05	35	200	120
0.02	25	150	85	0.02	31	190	100
0.01	23	150	81	0.01	28	180	98

Tableau 4-7 : débits classés des BV du ruisseau de Chavière

* : la fourchette basse correspond aux valeurs les plus basses obtenues, tous bassins versants de référence confondus (idem pour la fourchette haute). La moyenne s'entend comme la moyenne des valeurs obtenues sur les 5 bassins versants de référence.

Si l'on estime les valeurs du ruisseau de Chavières à partir du seul bassin de la Durance amont, on a les grandeurs suivantes.

Frequence	Débit moyen mensuel en l/s/km ²	
	Chavière amont (CHA1636)	Chavière aval (CHA1395)
0.99	1 500	1 800
0.98	1 300	1 500
0.95	1 000	1 200
0.9	740	890
0.8	440	530
0.7	280	340
0.6	210	250
0.5	170	210
0.4	150	180
0.3	130	160
0.2	120	140
0.1	100	120
0.05	89	110
0.02	77	94
0.01	71	86

Tableau 4-8 :: Débits moyen mensuels obtenus sur le ruisseau de Chavière à partir du bassin de référence de la Durance amont

4.4.3 Stations du Doron de Termignon

La fourchette des débits classés attendus est récapitulée dans le tableau donné ci-après.

Frequence	Débits classés en l/s - Doron de Termignon amont (DTE1369)			Mois	Débits classés en l/s - Doron de Termignon aval (DTE1352)		
	Fourchette basse*	Fourchette haute*	Moyenne*		Fourchette basse*	Fourchette haute*	Moyenne*
0.99	16 000	32 600	21 600	0.99	17 900	36 500	24 300
0.98	13 900	28 400	18 800	0.98	15 500	31 800	21 100
0.95	10 900	22 700	15 100	0.95	12 200	25 500	16 900
0.9	8 100	17 800	11 900	0.9	9 100	20 000	13 300
0.8	4 800	11 400	7 900	0.8	5 400	12 800	8 900
0.7	3 100	7 200	5 400	0.7	3 500	8 100	6 100
0.6	2 300	4 700	3 600	0.6	2 600	5 300	4 000
0.5	1 900	3 600	2 600	0.5	2 100	4 000	2 900
0.4	1 100	2 900	2 000	0.4	1 200	3 200	2 200
0.3	690	2 500	1 600	0.3	770	2 800	1 800
0.2	510	2 300	1 400	0.2	570	2 500	1 600
0.1	390	2 000	1 200	0.1	430	2 200	1 300
0.05	320	1 800	1 100	0.05	360	2 000	1 200
0.02	280	1 700	940	0.02	310	1 900	1 100
0.01	260	1 600	890	0.01	290	1 800	1 000

Tableau 4-9 : débits classés des BV du Doron de Termignon

* : la fourchette basse correspond aux valeurs les plus basses obtenues, tous bassins versants de référence confondus (idem pour la fourchette haute). La moyenne s'entend comme la moyenne des valeurs obtenues sur les 5 bassins versants de référence.

Si l'on estime les valeurs du Doron de Termignon à partir du seul bassin de l'Isère amont, on a les grandeurs suivantes.

Frequence	Débit moyen mensuel en l/s/km ²	
	Doron de Termignon amont (DTE1369)	Doron de Termignon aval (DTE1352)
0.99	24 600	27 600
0.98	21 800	24 400
0.95	17 700	19 900
0.9	13 800	15 500
0.8	8 800	9 900
0.7	5 600	6 300
0.6	3 500	3 900
0.5	2 500	2 800
0.4	1 900	2 100
0.3	1 500	1 700
0.2	1 300	1 500
0.1	1 100	1 300
0.05	1 000	1 200
0.02	860	1 000
0.01	830	930

Tableau 4-10 : Débits moyen mensuels obtenus sur le Doron de Termignon à partir du bassin de référence de l'Isère amont

4.5 DEBITS CARACTERISTIQUES D'ETIAGE

4.5.1 QMNA

Les débits statistiques (QMNA5 et QMNA2) des BV de référence sont issues des données Banque Hydro.

Ils sont récapitulés dans le tableau suivant (débits par unité de surface).

Bassin versant	QMNA5 (l/s/km ²)	Intervalle de confiance à 95 %	QMNA2 (l/s/km ²)	Intervalle de confiance à 95 %
L'Isère à Val-d'Isère*	4.0	[3.2-4.9]	7.6	[6.3-9.1]
Le Doron de Bozel à la Perrière [Vignotan]	14	[13-14.1]	15	[14.6-15.6]
L'Avérole à Bessans [Avérole]	2.1	[1.9-2.4]	2.8	[2.5-3]
La Durance à Val-des-Prés [Les Alberts]	7.1	[6.6-7.6]	8.6	[8.1-9.1]
La Guisane au Monêtier-les-Bains [Pisciculture]	8.6	[7.7-9.3]	10.5	[9.6-11.4]
Minimum	2.1	-	2.8	-
Maximum	13.6	-	15.1	-
Moyenne	7.9	-	9.2	-

Tableau 4-11 : QMNA des BV de référence

* : Le QMNA5 de l'Isère amont semble suspect. En effet pour tous les autres Bv le ratio QMNA5/QMNA2 est de l'ordre de 0.8, pour l'Isère il est de 0.5. De plus le VCN 10-5ans et le QMNA5 sont le plus souvent peu différents ce qui n'est pas le cas de l'Isère amont.

Pour les stations du ruisseau de Chavière et du Doron de Termignon on peut s'attendre aux QMNA suivants.

Bassin versant	Fourchette	QMNA5 (l/s)	QMNA2 (l/s)
Chavière amont (CHA1636)	minimum *	26	33
	maximum *	160	180
	moyenne *	95	110
Chavière aval (CHA1395)	minimum *	31	40
	maximum *	200	220
	moyenne *	110	130
Doron de termignon amont (DTE1369)	minimum *	282	360
	maximum *	1 800	2 000
	moyenne	1 040	1 200
Doron de termignon aval (DTE1352)	minimum*	320	410
	maximum*	2 000	2 200
	moyenne *	1 200	1 400

Tableau 4-12 : fourchettes des QMNA attendus sur les BV d'études

* : la fourchette basse correspond aux valeurs les plus basses obtenues, tous bassins versants de référence confondus. La moyenne s'entend comme la moyenne des valeurs obtenues sur les 5 bassins versants de référence.

Si l'on estime les valeurs du ruisseau de la Chavière à partir du seul bassin de la Durance amont, on aurait un QMNA5 de l'ordre de 85 l/s pour Chavière amont et 100 l/s pour Chavière aval.

Si l'on estime les valeurs du Doron de Termignon à partir de la moyenne (valeurs du QMNA de l'Isère amont suspect), on aurait un QMNA5 de l'ordre de 1 000 l/s pour le Doron de Termignon amont et 1 400 l/s pour le bassin aval.

4.5.2 VCN10

Les VCN10, 5 ans et 2 ans, des stations de référence sont issus de la banque Hydro. Ils sont récapitulés dans le tableau donné ci-dessous.

Bassin versant	VCN10 - 5 ans (l/s/km ²)	Intervalle de confiance à 95 %	VCN10 - 2 ans (l/s/km ²)	Intervalle de confiance à 95 %
L'Isère à Val-d'Isère	6.6	[6.2-7]	7.7	[7.4-8.1]
Le Doron de Bozel à la Perrière [Vignotan]	13	[12.5-13.5]	14	[13.9-14.8]
L'Avérole à Bessans [Avérole]	1.9	[1.7-2.1]	2.4	[2.2-2.7]
La Durance à Val-des-Prés [Les Alberts]	6.6	[6.1-7.1]	8.2	[7.6-8.7]
La Guisane au Monétier-les-Bains [Pisciculture]	8.2	[7.3-8.5]	10	[9.2-11]
Minimum	1.9	-	2.4	-
Maximum	13	-	14	-
Moyenne	7.3	-	8.6	-

Tableau 4-13 : VCN10 des BV de référence

Pour les stations du ruisseau de Chavière et du Doron de Termignon on peut s'attendre aux VCN10 suivants.

Bassin versant	Fourchette	VCN10 - 5 ans (l/s)	VCN10 - 2ans(l/s)
Chavière amont (CHA1636)	minimum*	23	29
	maximum*	160	170
	moyenne*	87	100
Chavière aval (CHA1395)	minimum*	28	35
	maximum*	190	210
	moyenne*	110	120
Doron de termignon amont (DTE1369)	minimum*	250	320
	maximum*	1 700	1 900
	moyenne*	960	1 100
Doron de termignon aval (DTE1352)	minimum*	280	360
	maximum*	1 900	2 100
	moyenne*	1 100	1 300

Tableau 4-14 : fourchettes des VCN10 attendus sur les BV d'études

* : la fourchette basse correspond aux valeurs les plus basses obtenues, tous bassins versants de référence confondus. La moyenne s'entend comme la moyenne des valeurs obtenues sur les 5 bassins versants de référence.

Si l'on estime les valeurs du ruisseau de Chavière à partir du seul bassin de la Durance amont on aurait un VCN10-5ans de l'ordre de 79 l/s pour Chavière amont et 96 l/s pour Chavière aval.

Si l'on estime les valeurs du Doron de Termignon à partir du seul bassin de l'Isère amont on aurait un VCN10-5ans de l'ordre de 870 l/s pour le Doron de Termignon amont et 980 l/s pour le bassin aval.

4.6 MODULE

Les modules des bassins versants de référence et leurs intervalles de confiance à 95 % sont récapitulés dans le tableau donné ci-après (source Banque Hydro).

Bassin versant	Module en l/s/km ²	Intervalle de confiance à 95 %
L'Isère à Val-d'Isère	39	[38-40]
Le Doron de Bozel à la Perrière [Vignotan]	38	[37-40]
L'Avérole à Bessans [Avérole]	44	[42-45]
La Durance à Val-des-Prés [Les Alberts]	25	[24-26]
La Guisane au Monétier-les-Bains [Pisciculture]	34	[32-36]
Minimum	25	-
Maximum	44	-
Moyenne	36	-

Tableau 4-15 : module des bassins versants de référence

Hormis, la Durance amont, les modules de ces bassins versants de référence sont très proches. Il est rappelé que les données de l'Avérole sont des débits naturels reconstitués par la banque Hydro (prise d'eau amont), la validité de ces données est donc peut être plus à prendre avec précaution. La moyenne est très proche des valeurs obtenues sur les bassins de l'Isère amont, le Doron de Bozel à Perrière, et la Guisane.

Pour les stations du ruisseau de Chavière et du Doron de Termignon on peut s'attendre aux modules suivants.

Bassin versant	Fourchette	Module en l/s
Chavière amont (CHA1636)	Minimum*	300
	Maximum*	520
	Moyenne*	430
Chavière aval (CHA1395)	Minimum*	370
	Maximum*	630
	Moyenne*	520
Doron de Termignon amont (DTE1369)	Minimum*	3 300
	Maximum*	5 800
	Moyenne*	4 700
Doron de Termignon aval (DTE1352)	Minimum*	3 700
	Maximum*	6 500
	Moyenne*	5 300

Tableau 4-16 : fourchettes des modules attendus sur les BV d'études

* : la fourchette basse correspond aux valeurs les plus basses obtenues, tous bassins versants de référence confondus. La moyenne s'entend comme la moyenne des valeurs obtenues sur les 5 bassins versants de référence.

Si l'on estime les valeurs du ruisseau de Chavière à partir du bassin de la Durance amont on aurait un module de l'ordre de 300 l/s pour Chavière amont et 370 l/s pour Chavière aval.

Si l'on estime les valeurs du Doron de Termignon à partir du seul bassin de l'Isère amont on aurait un module de l'ordre de 5 200 l/s pour le Doron de Termignon amont et 5 800 l/s pour le bassin aval.

5 CONCLUSION

Les bassins versants d'études n'ont jamais fait l'objet de jaugeages/mesures. Pour avoir un premier ordre de grandeur des données caractéristiques de ces cours d'eau (débits courants/débits d'étiage) il a été recherché les bassins versants d'études jaugés :

- De superficie comparable (BV de référence < 350 km²)
- Peu éloignés géographiquement
- Altitude de la station comparable
- Données suffisamment longues pour disposer de statistiques d'étiages fiables, ...

Nota : Pour le Doron de Termignon ce sont les débits naturels qui ont été estimés (hors influence de la prise d'eau EDF amont).

5 bassins versants de référence jaugés répondent à ces critères. Ces 5 bassins versants ont des comportements homogènes : on observe des débits plus importants sur la période de mai à Juillet, et des débits plus modestes sur la période de novembre à mars. Les bassins amont de l'Isère et surtout de l'Avérole sont très réactifs et ont des amplitudes très prononcées entre les périodes d'étiage/crue. Ce sont aussi pour ces bassins versants que les stations sont situées le plus haut en altitude.

Nota : Il est rappelé que les données de l'Avérole et du Doron de Bozel sont des débits naturels reconstitués par la banque Hydro (prise d'eau amont), la validité de ces données est donc peut être plus à prendre avec précaution.

A l'inverse, la station de la Durance amont est celle pour laquelle les amplitudes sont les plus contenues, les valeurs de débits moyens sont parmi les plus faibles notamment pendant la période de hautes eaux de mai à juillet.

Dans l'état actuel des connaissances il est délicat d'affirmer une correspondance entre un seul bassin de référence et les bassins d'études du ruisseau de Chavière et du Doron de Termignon. En termes de superficie le bassin d'étude du Doron de Termignon est plus proche des bassins de référence du Doron de Bozel et de la Durance amont. Celui du ruisseau de Chavière est plus proche des bassins de l'Isère, Avérole et Guisane. Cependant, si l'on s'intéresse à la présence de glacier : il n'y a pas de glacier référencé sur le fond SCAN IGN sur les hauts du bassin de la Chavière, il serait de ce point de vu plus proche du bassin de la Durance amont, voire de Guisane. De nombreux glaciers sont par contre présents dans le haut du bassins versants du Doron de Termignon, comme pour le bassin de référence du Doron de Bozel amont, de l'Isère amont ou de l'Avérole. Ainsi, du point de vue de ces critères, si l'on s'intéresse au module :

- du ruisseau de la Chavière, on peut s'attendre en première intention à être plutôt proche de la fourchette basse de l'estimation, soit avec un module de l'ordre de 300 l/s pour la station Chavière amont et entre 370 l/s pour la station Chavière aval.
- du Doron de Termignon, on peut s'attendre en première intention à être plutôt proche de la moyenne des 5 bassins de référence.

Pour mieux préciser les correspondances entre les bassins de référence et les bassins d'études, il est donc fortement conseillé de réaliser une campagne de jaugeages/mesures. Cela permettra d'approcher plus finement les débits caractéristiques des bassins d'étude.

**ÉTUDE HYDROLOGIQUE
DE LA CHAVIERE A TERMIGNON
- CYCLE 1 (21/05/20 → 20/05/21) -**

Mémoire d'étude

Sarl au capital de 5000 €
RCS Chambéry : 518 386 511 Code APE : 7112 B

E 19-08.1

Juin 2021

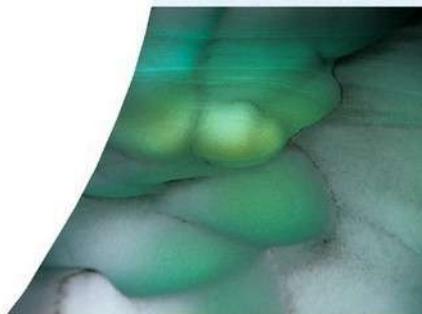


TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES ANNEXES.....	3
I. INTRODUCTION.....	5
II. PRÉSENTATION.....	5
II.1. La Chavière.....	5
II.2. La station de mesures.....	5
II.3. Les mesures ponctuelles et de calibrage.....	7
III. RÉSULTATS DES MESURES.....	8
III.1. Résultats des mesures continues.....	8
III.1.1. Principe.....	8
III.1.2. Débits horaires mesurés.....	9
III.1.3. Débit journaliers calculés.....	13
III.1.4. Débits mensuels moyens calculés.....	15
III.2. Résultats des mesures ponctuelles de débit.....	16
IV. ANALYSE.....	16
IV.1. Courbe des débits journaliers classés.....	16
IV.2. Débits caractéristiques.....	18
IV.3. Caractérisation interannuelle.....	19
IV.3.1. Sur la base de la pluviométrie.....	19
IV.3.1.1. Préambule.....	19
IV.3.1.2. Analyse.....	19
IV.3.2. Sur la base des données de l'Arc.....	19
IV.3.2.1. Préambule.....	19
IV.3.2.2. Analyse.....	20
V. CONCLUSION.....	22

TABLE DES ANNEXES

Annexe n°1 : Plan de situation.....	5
Annexe n°2 : Fiches de visite.....	8
Annexe n°3 : Tableaux de mesures et de débit.....	8

I. INTRODUCTION

Dans le cadre d'un projet d'hydroélectricité, la société CAYROL International nous a missionnés, le 22 novembre 2019, pour la réalisation d'une étude hydrologique de la Chavière à Termignon qui a nécessité :

- la construction d'une station de mesures,
- le calibrage et le suivi de la station.

La station de mesures a été mise en service le 20 mai 2020.

Au préalable, CAYROL International nous avait confié, le 14 mars 2019, la réalisation de 12 mesures de débit ponctuel sur ce cours d'eau.

Nous présenterons dans le présent dossier l'étude du cycle hydrologique de la Chavière entre le 21 mai 2020 et le 20 mai 2021.

II. PRÉSENTATION

Annexe n°1 : Plan de situation

II.1. La Chavière

La base de données cartographiques mise à notre disposition par l'Institut Géographique National nous montre que le cours d'eau de la Chavière est un affluent rive gauche du Doron de Termignon, lui même affluent rive droite de l'Arc.

II.2. La station de mesures

1°/ Localisation

La station de mesure de débit est située au point dont les coordonnées sont les suivantes :

- $X_{L93} = 999,522$ km,
- $Y_{L93} = 6474,602$ km,
- $Z = 1610$ m.

En amont de la station, le ruisseau de la Chavière a une longueur de 4,5 km et draine un bassin versant topographique de 12,024 km².

2°/ Équipement

La station de mesures est constituée des éléments suivants :

- Un déversoir de section rectangulaire dont les caractéristiques sont les suivantes :
 - $B = 1,05$ m,
 - $H = 0,68$ m
- Un capteur/enregistreur piézométrique (dilatation/compression d'un cristal de quartz traduit par une résistance/conductance du courant électrique) dont les caractéristiques sont les suivantes :
 - Plage de mesure : 0 à 1 bar (0 – 10,22 mC.E.) ;
 - Précision : 5 mmC.E.,
 - périodicité : 1 enregistrement toutes les heures.

3°/ Mise en service - Relève

La station de mesures a fait l'objet de 6 visites de contrôle, calibrage et relève sur ce cycle de mesures aux dates suivantes :

- le 20 mai 2020,
- le 18 juin 2020,
- le 09 septembre 2020,
- le 19 novembre 2020,
- le 11 mars 2021,
- le 27 mai 2021.

II.3. Les mesures ponctuelles et de calibrage

Les mesures ponctuelles de calibrage ont été réalisées sur le principe de la dilution chimique (injection de traceur et suivi de l'évolution de sa concentration en aval).

1°/ Localisation

L'injection a été réalisée dans le ruisseau de la Chavière au droit de la station de mesures et la mesure de concentration 32 m en aval de celle-ci au niveau d'une passerelle du chemin de randonnée.

2°/ Équipement

Les mesures ponctuelles ont été réalisées à l'aide des équipements suivants :

- Un traceur: le Chlorure de Sodium,
- Un capteur de données : La sonde Multiparamètres HANNA HI 9828 munie d'un capteur de sels dissous (mesure de la conductivité électrique de l'eau) dont les caractéristiques sont les suivantes :
 - Plage de mesure : 0 à 400000 mg/l
 - Précision : 1 % de la mesure
 - Résolution : 1 mg/l
- Un enregistreur de données : la sonde Multiparamètres HANNA HI 9828 :
 - Périodicité : 1 enregistrement par seconde

3°/ Mesures réalisées

17 mesures ponctuelles de débit ont été réalisées sur la Chavière aux dates suivantes :

- le 28 mars 2019
- le 02 mai 2019
- le 07 juin 2019
- le 09 juillet 2019,
- le 21 août 2019,
- le 20 septembre 2019,
- le 18 octobre 2019,
- le 18 novembre 2019,
- le 07 janvier 2020,
- le 25 février 2020,

- le 21 avril 2020,
- le 20 mai 2020,
- le 18 juin 2020,
- le 09 septembre 2020,
- le 19 novembre 2020,
- le 11 mars 2021,
- le 27 mai 2021.

III. RÉSULTATS DES MESURES

III.1. Résultats des mesures continues

Annexe n°2 : Fiches de visite
Annexe n°3 : Tableaux de mesures et de débit

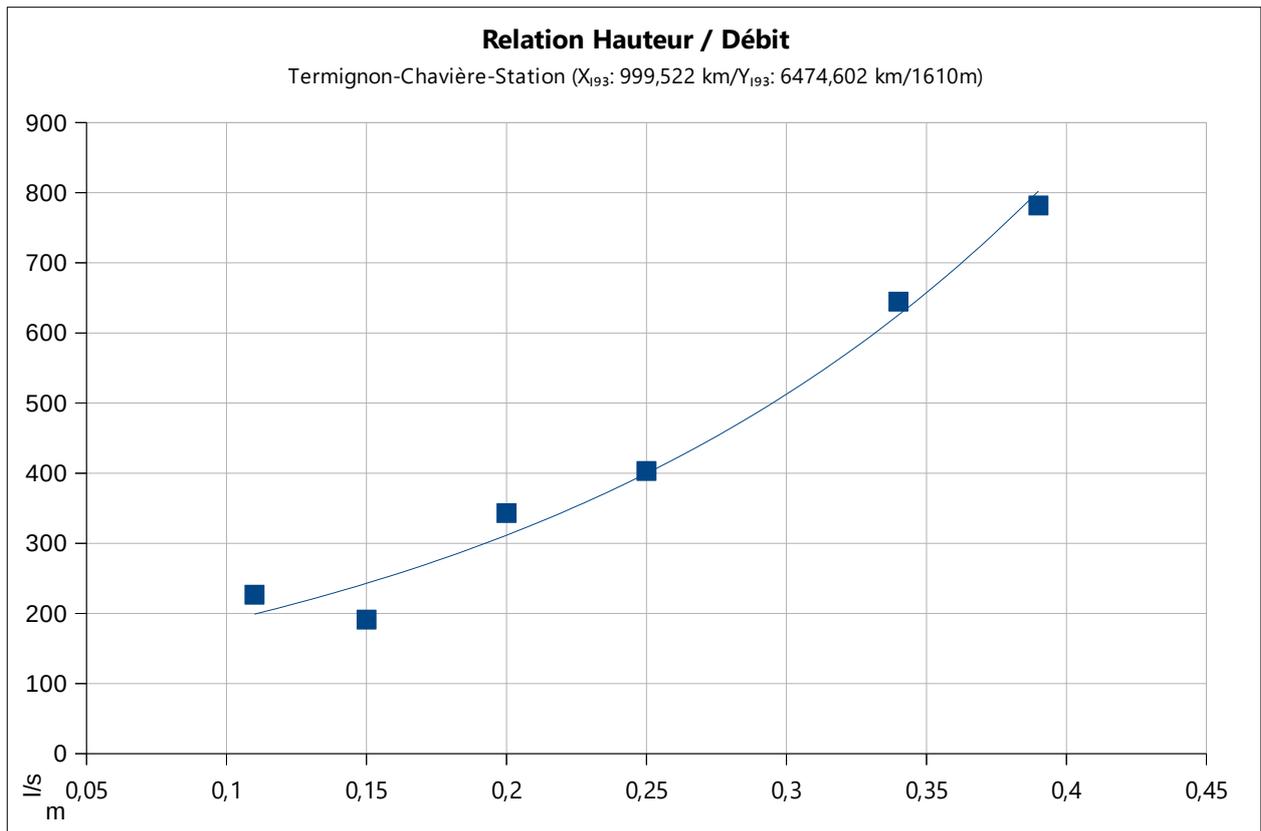
III.1.1. Principe

Le principe du déversoir est d'obtenir pour le cours d'eau une section dite « critique » qui permet d'avoir une relation **bijective** entre la hauteur et le débit. (Une seule hauteur pour un débit).

Le graphique ci-dessus donne, pour la relation hauteur/débit des 6 mesures ponctuelles de calibrage.

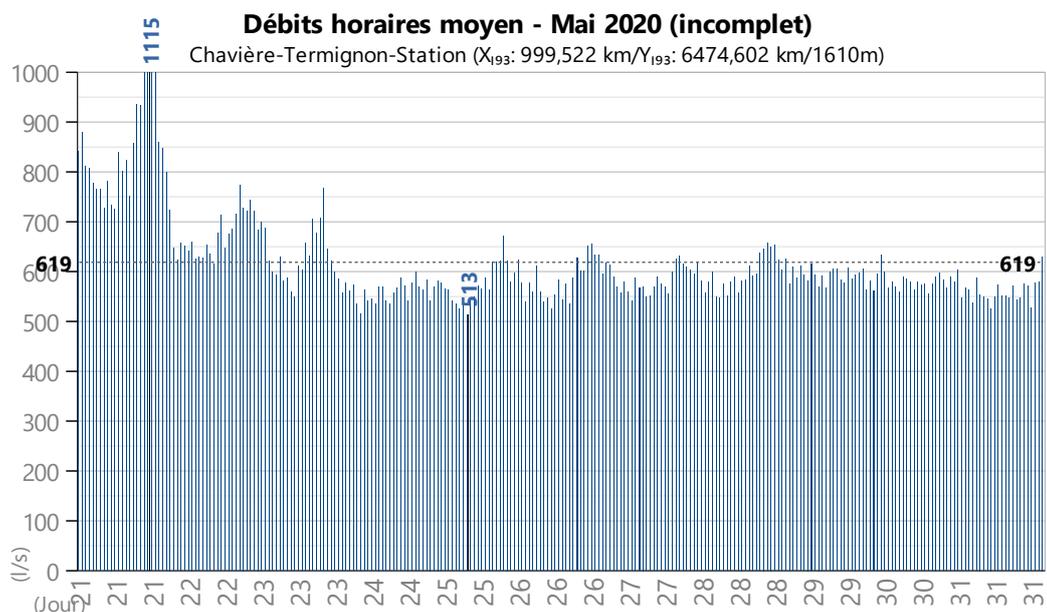
Cette courbe de type exponentielle obéit à l'équation :

$$Y = 115,143. e^{(4,978 X)}$$



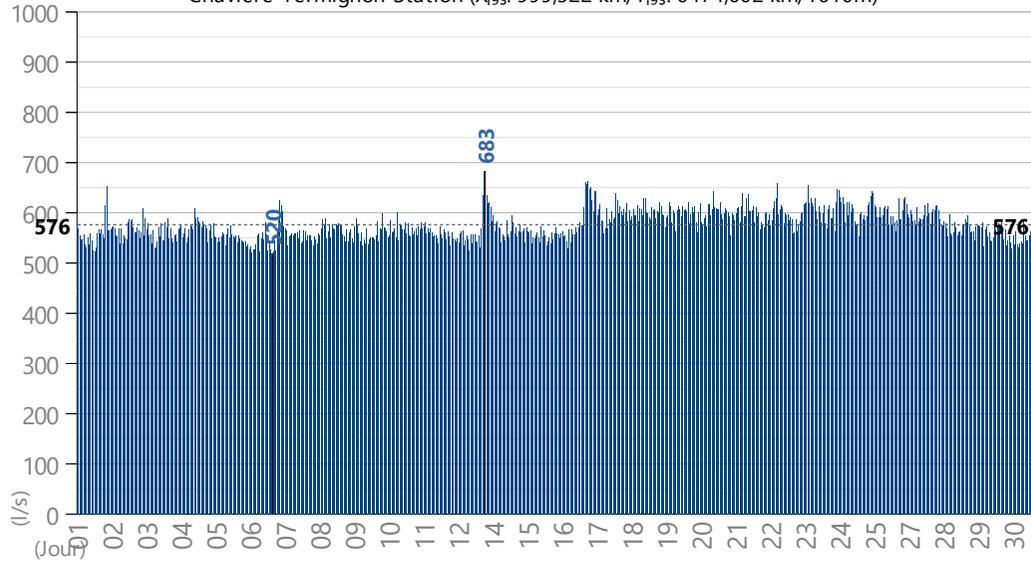
III.1.2. Débits horaires mesurés

Les débits horaires mesurés sont présentés dans les pages suivantes et sur chaque graphique apparaissent le débit horaire minimal mesuré, le débit horaire maximal mesuré et le débit horaire moyen calculé.



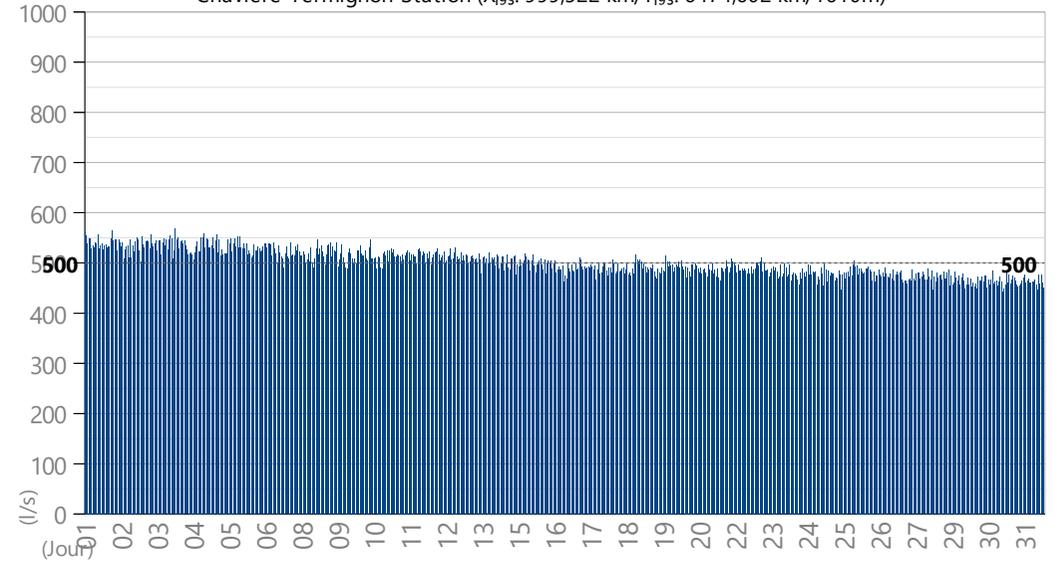
Débits horaires moyen - Juin 2020

Chavière-Termignon-Station (X₁₉₃: 999,522 km/Y₁₉₃: 6474,602 km/1610m)



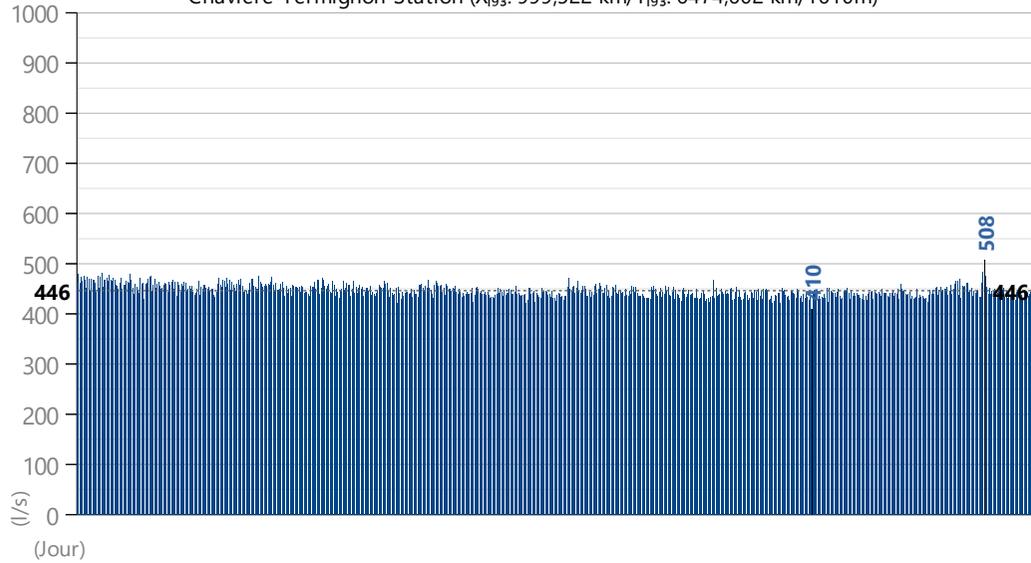
Débits horaires moyen - Juillet 2020

Chavière-Termignon-Station (X₁₉₃: 999,522 km/Y₁₉₃: 6474,602 km/1610m)



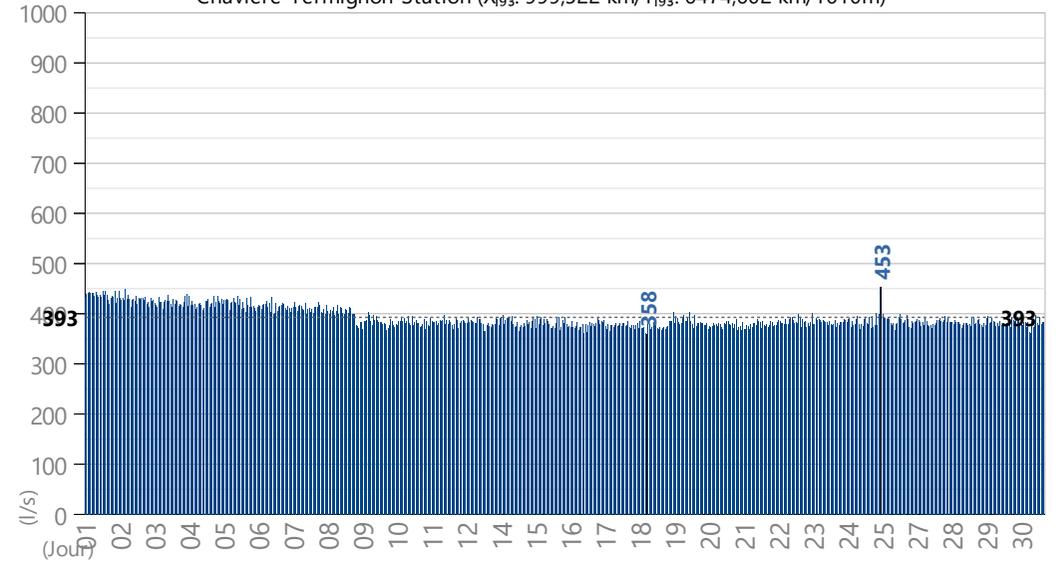
Débits horaires moyen - Août 2020

Chavière-Termignon-Station (X₁₉₃: 999,522 km/Y₁₉₃: 6474,602 km/1610m)



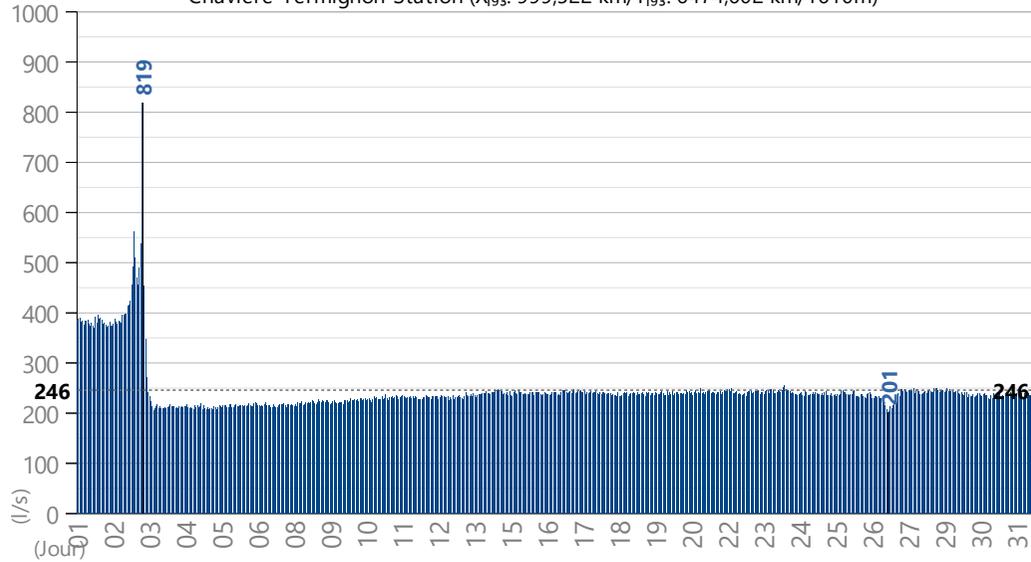
Débits horaires moyen - Septembre 2020

Chavière-Termignon-Station (X₁₉₃: 999,522 km/Y₁₉₃: 6474,602 km/1610m)



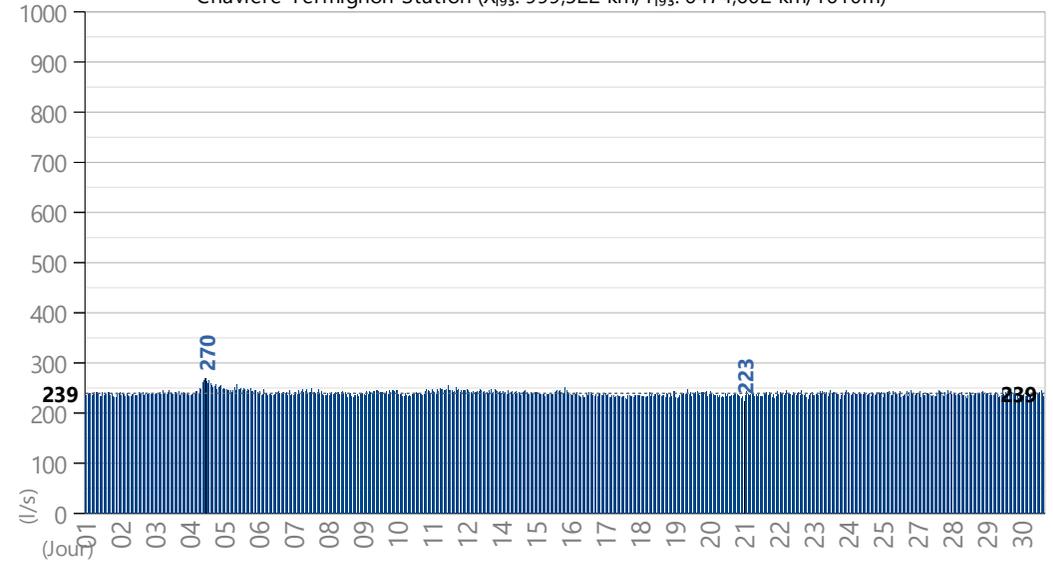
Débits horaires moyen - Octobre 2020

Chavière-Termignon-Station (X₁₉₃: 999,522 km/Y₁₉₃: 6474,602 km/1610m)



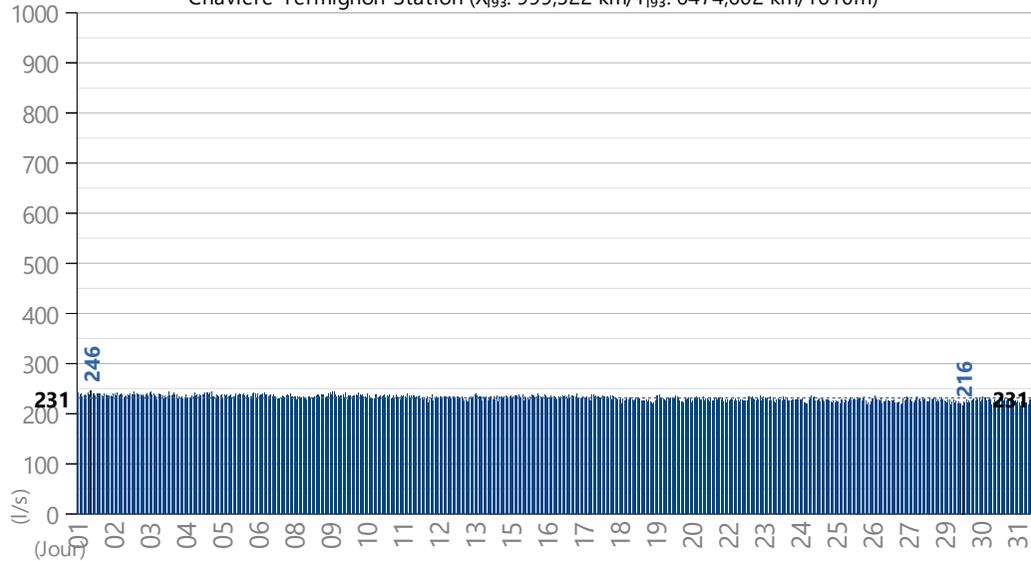
Débits horaires moyen - Novembre 2020

Chavière-Termignon-Station (X₁₉₃: 999,522 km/Y₁₉₃: 6474,602 km/1610m)



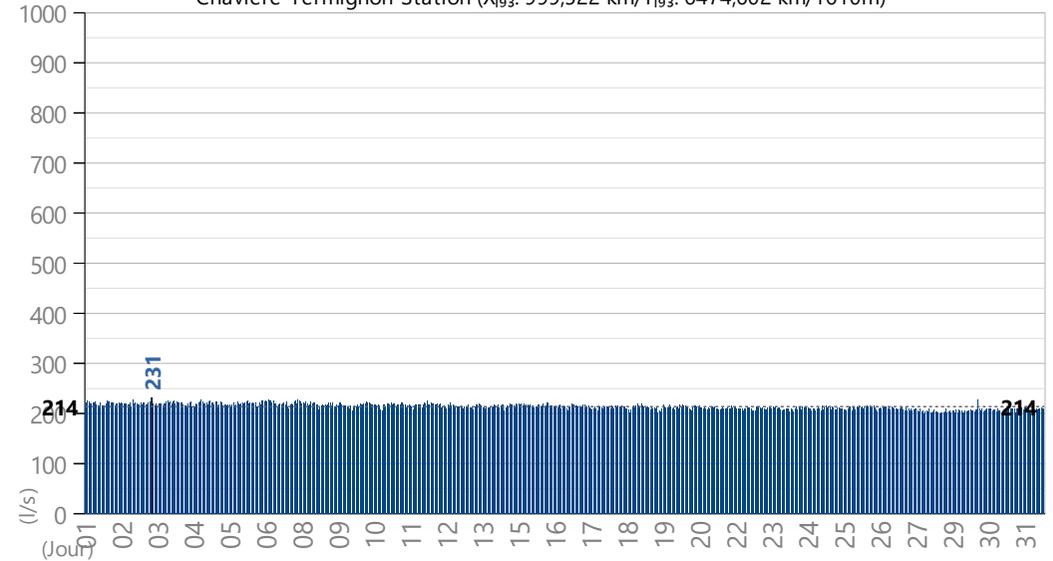
Débits horaires moyen - Décembre 2020

Chavière-Termignon-Station (X₁₉₃: 999,522 km/Y₁₉₃: 6474,602 km/1610m)



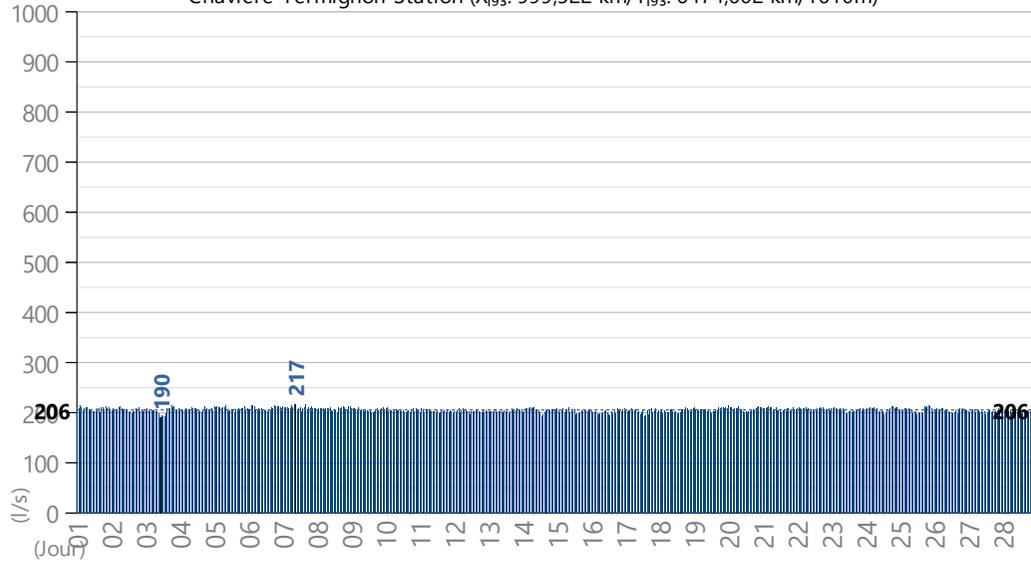
Débits horaires moyen - Janvier 2021

Chavière-Termignon-Station (X₁₉₃: 999,522 km/Y₁₉₃: 6474,602 km/1610m)



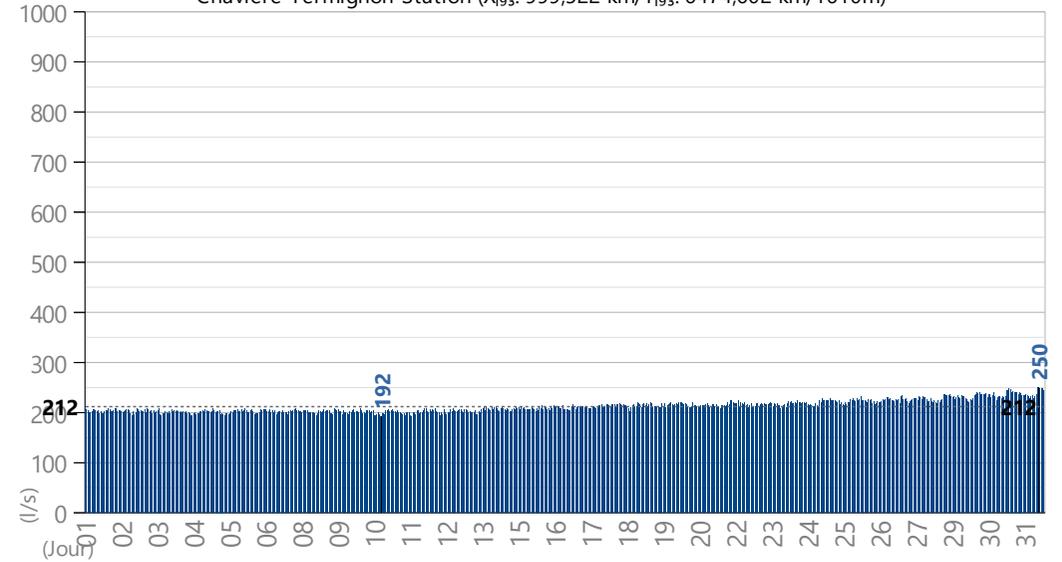
Débits horaires moyen - Février 2021

Chavière-Termignon-Station (X₁₉₃: 999,522 km/Y₁₉₃: 6474,602 km/1610m)



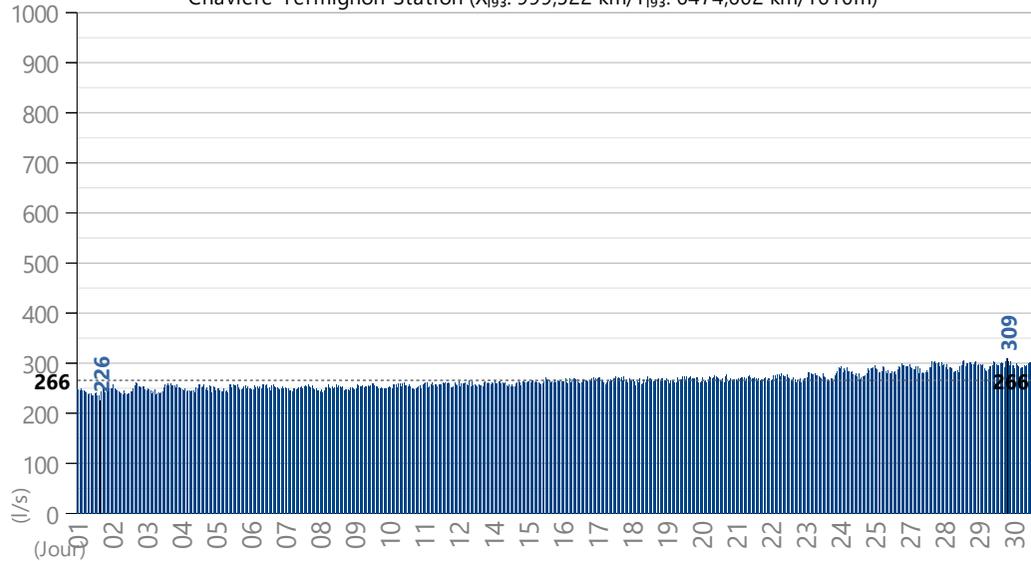
Débits horaires moyen - Mars 2021

Chavière-Termignon-Station (X₁₉₃: 999,522 km/Y₁₉₃: 6474,602 km/1610m)



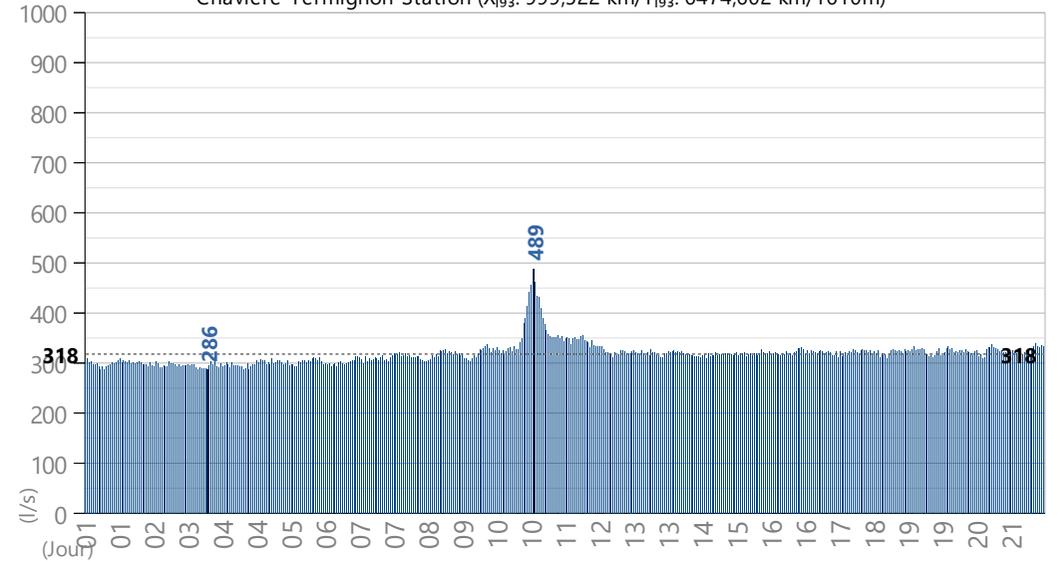
Débits horaires moyen - Avril 2021

Chavière-Termignon-Station (X₁₉₃: 999,522 km/Y₁₉₃: 6474,602 km/1610m)



Débits horaires moyen - Mai 2021 (mois incomplet)

Chavière-Termignon-Station (X₁₉₃: 999,522 km/Y₁₉₃: 6474,602 km/1610m)



La synthèse des ces mesures est donnée dans le tableau :

Désignation	Date	Intervalle inf	Valeur	Intervalle sup
Débit horaire minimal	03/02/2021 à 10h00	175,47 l/s	190,36 l/s	206,52 l/s
Débit horaire maximal	21/05/2020 à 19h00	1 027,57 l/s	1114,77 l/s	1 209,39 l/s
Débit horaire moyen	-	304,25 l/s	330,07 l/s	358,08 l/s

Les résultats des mesures montrent une régularité des débits.

Ce soutien d'alimentation peut être expliqué par :

- la participation du lac de Plan du bois à l'alimentation,
- la présence, en rive gauche, d'un contact géologique important capable, par son réseau de faille, de favoriser le drainage de sa zone d'alimentation,
- l'altitude élevée du bassin versant (> 3000 m pour les parties hautes) et, en conséquence, la présence de neige quasiment toute l'année.

La forte baisse de débit mesurée le 3 octobre 2020 correspond aux premières chutes de neige conséquente de l'année sur le secteur de Plan du Bois et sans doute à l'arrêt, de l'alimentation du ruisseau de la Chavière par celui-ci.

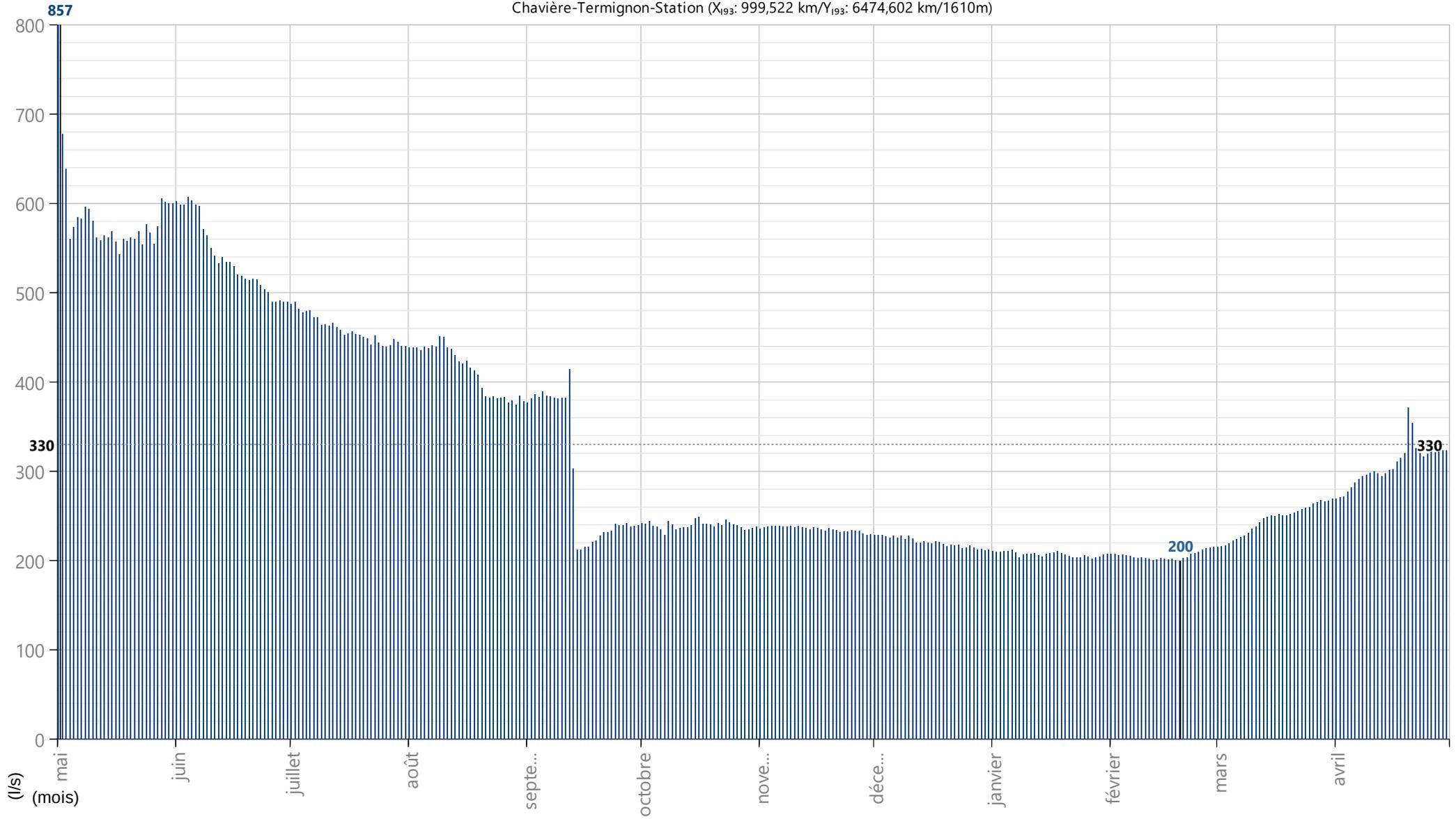
III.1.3. Débit journaliers calculés

Les débits journaliers calculés présentés à la page suivante comprennent :

- le débit journalier moyen minimal calculé,
- le débit journalier moyen maximal calculé,
- le débit journalier moyen calculé.

Débit journalier moyen - 21-05-20 ->20-05-21 (365 jours)

Chavière-Termignon-Station (X₁₉₃: 999,522 km/Y₁₉₃: 6474,602 km/1610m)

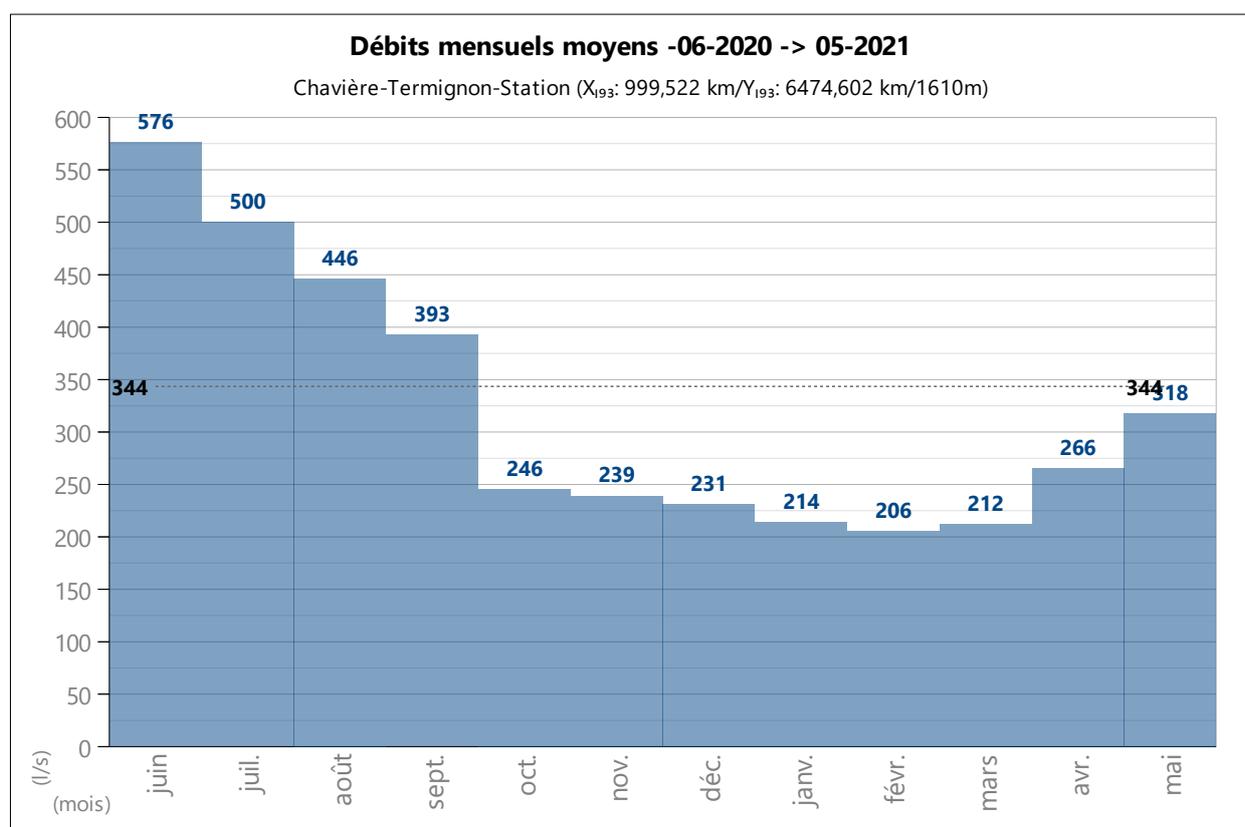


La synthèse des ces mesures est donnée dans le tableau ci-dessous :

Désignation	Date	Intervalle inf	Valeur	Intervalle sup
Débit journalier moyen minimal	06/01/21 → 05/02/21	184,00 l/s	199,61 l/s	216,55 l/s
Débit journalier moyen maximal	27/05/2021	790,20 l/s	857,27 l/s	930,03 l/s
Débit journalier moyen	-	304,26 l/s	330,08 l/s	358,10 l/s

III.1.4. Débits mensuels moyens calculés

Ils sont donnés dans les graphiques ci-dessous.



La synthèse des ces mesures est donnée dans le tableau ci-dessous :

Désignation	Date	Intervalle inf	Valeur	Intervalle sup
Débit mensuel moyen minimal	Février 2021	189,62 l/s	205,71 l/s	233,17 l/s
Débit mensuel moyen maximal	Juin 2020	531,20 l/s	576,28 l/s	625,19 l/s
Débit mensuel moyen	-	295,51 l/s	320,59 l/s	347,80 l/s

III.2. Résultats des mesures ponctuelles de débit

Les résultats des mesures ponctuelles de débit sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Date	Quantité injectée	Concentration moyenne mesurée	Temps de passage	Débit		
				Intervalle inf	Valeur moy	Intervalle sup
28/03/2019	1 000 g	17,25 mg/l	281 s	203,25 l/s	206,31 l/s	209,44 l/s
02/05/2019	1 000 g	14,05 mg/l	330 s	212,45 l/s	215,66 l/s	218,92 l/s
07/06/2019	2 000 g	23,97 mg/l	152 s	542,06 l/s	548,85 l/s	555,78 l/s
09/07/2019	1 000 g	17,31 mg/l	159 s	357,84 l/s	363,24 l/s	368,74 l/s
21/08/2019	1 000 g	12,59 mg/l	279 s	280,35 l/s	284,58 l/s	288,89 l/s
20/09/2019	1 000 g	18,81 mg/l	192 s	272,78 l/s	276,89 l/s	281,09 l/s
18/09/2019	1 000 g	24,38 mg/l	139 s	290,63 l/s	295,01 l/s	299,49 l/s
18/11/2019	1 000 g	22,20 mg/l	160 s	277,30 l/s	281,48 l/s	285,75 l/s
07/01/2020	1 021 g	29,45 mg/l	156 s	218,92 l/s	222,20 l/s	225,54 l/s
25/02/2020	1 000 g	22,28 mg/l	191 s	231,49 l/s	234,98 l/s	238,54 l/s
21/04/2020	1 600 g	26,25 mg/l	194 s	310,03 l/s	314,12 l/s	318,28 l/s
20/05/2020	2 000 g	23,05 mg/l	111 s	772,11 l/s	781,79 l/s	791,66 l/s
18/06/2020	1 000 g	14,50 mg/l	107 s	635,10 l/s	644,67 l/s	654,44 l/s
09/09/2020	1 000 g	14,25 mg/l	174 s	397,19 l/s	403,18 l/s	409,29 l/s
19/11/2020	1 000 g	25,51 mg/l	205 s	188,38 l/s	191,22 l/s	194,12 l/s
11/03/2021	1 000 g	16,90 mg/l	261 s	223,36 l/s	226,73 l/s	230,16 l/s
27/05/2021	1 045 g	18,02 mg/l	169 s	338,11 l/s	343,14 l/s	348,31 l/s

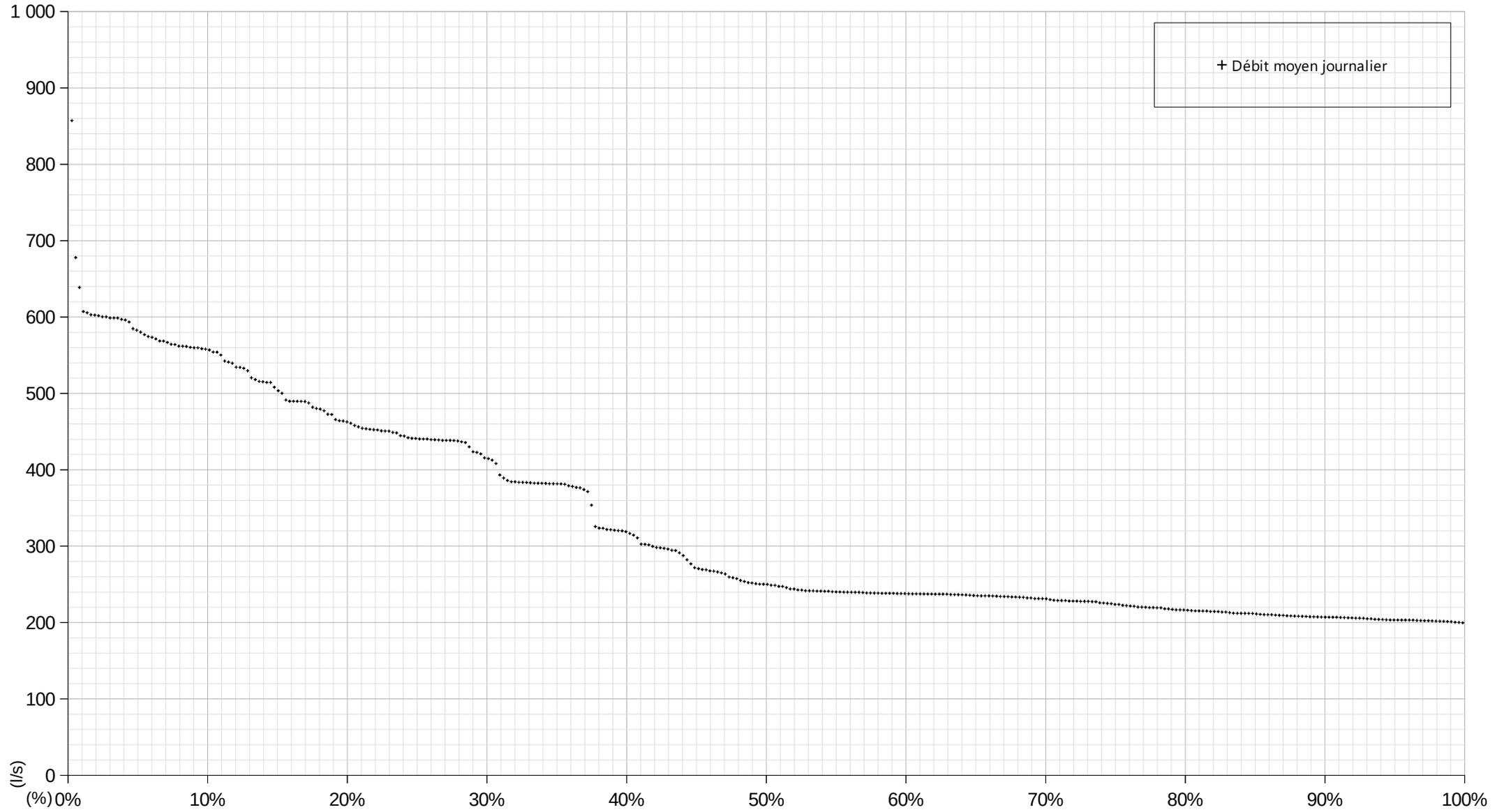
IV. ANALYSE

IV.1. Courbe des débits journaliers classés

En considérant les 365 valeurs centrales de débit journaliers **non nuls** calculés, (21/05/2020 → 20/03/2021) la courbe des débits journaliers classés est présentée sur le graphique de la page suivante.

Fréquence de dépassement des débits journaliers moyens (21/05/20 -> 20/05/21 - 365 valeurs)

Chavière-Termignon-Station (X_{193} : 999,522 km/ Y_{193} : 6474,602 km/1610m)



On peut déduire de cette courbe les caractéristiques hydrologiques suivantes :

Désignation	Débit journalier mesuré (valeurs centrales) 21/05/20 → 20/05/21
Q99,9	199,61 l/s
Q99	201,1 l/s
Q98	201,93 l/s
Q95	203,32 l/s

Ce tableau nous montre qu'entre le 21 mai 2020 et le 20 mai 2021:

- le débit de 199,61 l/s a été dépassé 99,9 % du temps, soit au moins 364 jours,
- le débit de 201,1 l/s a été dépassé 99 % du temps, soit au moins 361 jours,
- le débit de 201,93 l/s a été dépassé 98% du temps, soit au moins 358 jours,
- le débit de 203,32 l/s a été dépassé 95% du temps, soit 347 jours.

IV.2. Débits caractéristiques

Les débits caractéristiques du cycle de mesures (21/05/2020 → 20/05/2021) sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Désignation	Valeur
Débit journalier moyen	330,08 l/s [304,26 ; 358,10]
Débit spécifique	27,45 l/s/km ²
Débit mensuel minimal [Février]	205,71 l/s [189,62 ; 233,17]
VCN ₃₀ [11/02/21 → 13/03/21]*	203,55 l/s [187,63 ; 220,83]
VCN ₁₀ [02/03/21 → 11/03/21]*	201,38 l/s [185,63 ; 218,47]

* Le VCN_n est la plus faible moyenne des débits journaliers de n jours consécutifs.

IV.3. Caractérisation interannuelle

IV.3.1. Sur la base de la pluviométrie

IV.3.1.1. Préambule

La caractérisation interannuelle peut-être effectuée à partir des données pluviométriques de la station Météo-France de Termignon (X_{L93} : 998,994 km, Y_{L93} : 6471,133 km, $Z_{(MNT\ IGN)}$: 1291 m) qui se situe à 3,5 km au Sud-Ouest de la station de mesures.

IV.3.1.2. Analyse

Sur la période de mesures (de juin 2020 à mai 2021), le cumul pluviométrique mesuré par la station Météo-France a été de **643 mm**.

Sur la même période (de juin à mai), le cumul pluviométrique interannuel (5 ans) mesuré par la station Météo-France s'établit à **717 mm**.

Sur cette même période (de juin à mai), le cumul pluviométrique minimal des 5 dernières années mesuré par la station Météo-France s'est établi à **545 mm** en 2018-2019.

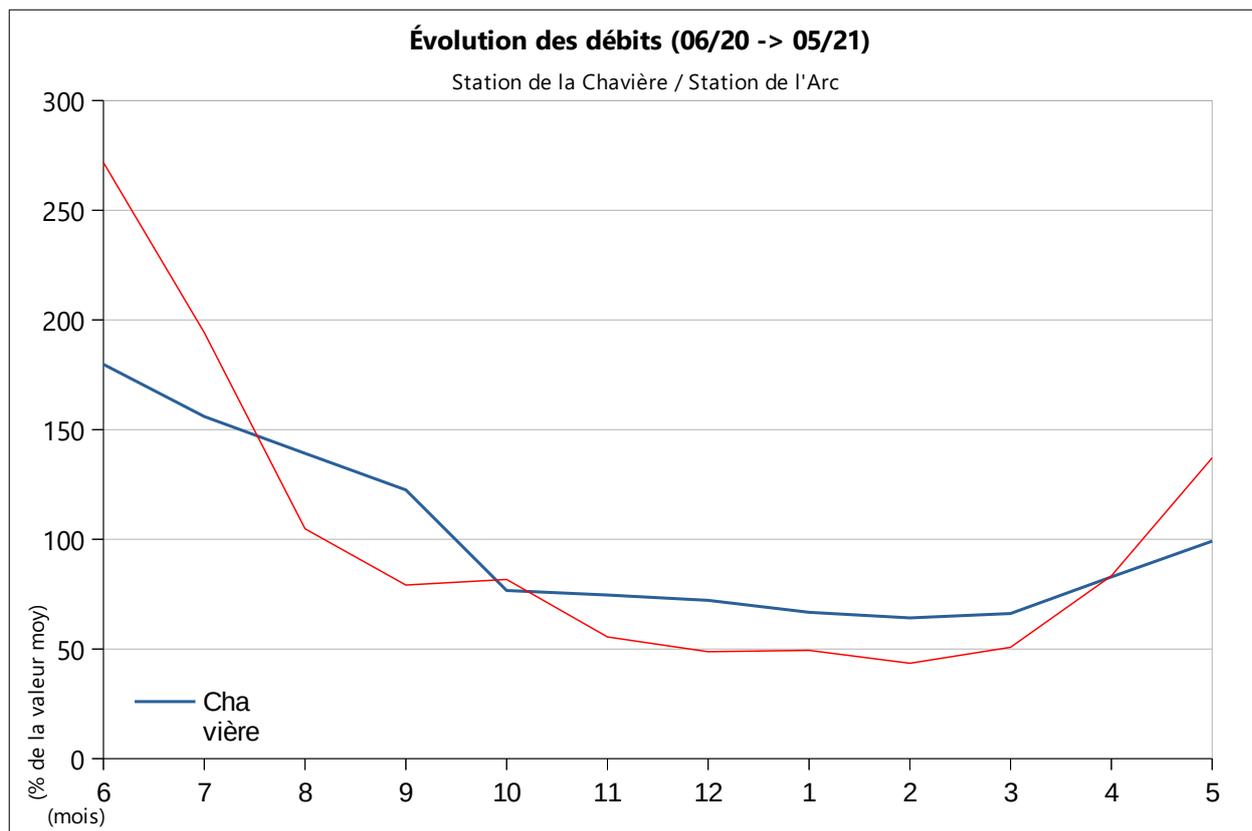
L'analyse des données interannuelles montre que les mesures ont été effectuées sur une année dont la pluviométrie est de **11 % inférieure** à la moyenne.

IV.3.2. Sur la base des données de l'Arc

IV.3.2.1. Préambule

Notre analyse est basée sur l'étude par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie de la rivière Arc à Lanslebourg (X_{L93} : 1004,717 km, Y_{L93} : 6472,653 km, $Z_{(MNT\ IGN)}$: 1382 m) située à 5,5 km au Sud-Est de la station de mesures.

Le graphique ci-dessous, qui compare, sur la période de mesures (06/20 → 05/21) les débits de la Chavière au niveau de la station de mesures et de l'Arc, montre une certaine concordance dans leur évolution.



La comparaison entre les 2 stations peut-être envisagée.

IV.3.2.2. Analyse

Le débit moyen interannuel de l'Arc à Lanslebourg est de 4,97 m³/s.

Le débit moyen annuel de l'Arc sur la période de mesures (6/20 → 05/21) est de 3,6 m³/s.

L'analyse de ces données nous montre que sur la période de mesures, le débit moyen de l'Arc a été de **18 %** inférieur à la moyenne.

Le débit spécifique moyen de l'Arc à Lanslebourg, sur la période de mesure, avec une valeur de 11,46 l/s/km² (pour un bassin versant de 314 km²) représente **42 %** du débit spécifique de la Chavière à la station (27,45 l/s/km²).

Le débit minimal mensuel de retour 5 ans (QMNA₅) de l'Arc à Lanslebourg est de 1,02 m³/s, soit un débit spécifique minimal mensuel de retour 5 ans (Q_{spé}MNA₅) de 3,25 l/s/km².

Si cette valeur est applicable au bassin versant de la Chavière, le QMNA₅ du ruisseau de la Chavière au droit de la station est de 39,06 l/s.

Si on pondère cette valeur par le coefficient des débits spécifiques, le débit spécifique minimal mensuel de retour 5 ans applicable au ruisseau de la Chavière est de 7,74 l/s km². Dans ce cas, le QMNA₅ du ruisseau de la Chavière au droit de la station est de 93,04 l/s.

Sur la base de cette analyse, l'estimation du **QMNA₅ de la Chavière** au droit de la station est comprise entre **39,06 l/s** et **93,04 l/s**.

Pour déterminer la valeur exacte de ce débit, il serait nécessaire de disposer d'au moins 15 années de mesures.

V. **CONCLUSION**

Nous avons installé le 20 mai 2020 pour la société CAYROL International une station de mesure de débit sur la Chavière, sur la commune de Val-Cenis-Termignon, au point de coordonnées suivantes :

- $X_{L93} = 999,522$ km,
- $Y_{L93} = 6474,602$ km,
- $Z = 1610$ m.

Le ruisseau de la Chavière a fait l'objet de 17 mesures de débit ponctuelles dont 6 de calibrage de la station.

La hauteur d'eau en amont du déversoir a été suivie par un enregistreur piézométrique à raison d'une mesure toutes les heures.

Les résultats et analyse des mesures effectuées sur la période de mesures (21/05/20 → 20/05/21), sont les suivants :

- Débit moyen annuel : 330,08 l/s,
- Débit spécifique : 27,45 l/s/km²,
- Débit minimal journalier: 199,61 l/s,
- Débit maximal journalier: 857,27 l/s,
- Débit minimal mensuel (VCN₃₀) : 203,55 l/s.

La comparaison du cumul pluviométrique de la période de mesure à la moyenne montre une valeur inférieure de 11 % à la moyenne.

La comparaison du débit de l'Arc à Lanslebourg de la période de mesure à la moyenne montre une valeur inférieure de 18 % à la moyenne.

L'analyse des débits spécifiques de la Chavière et de l'Arc nous permet de conclure que le débit minimal mensuel de retour 5 ans de la Chavière (QMNA₅) doit avoir une valeur comprise entre 39 l/s et 93 l/s.



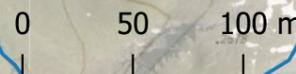
E 19-08.1 - Annexe 1

ETUDE HYDROLOGIQUE
Chavière - TERMIGNON

PLAN DE SITUATION

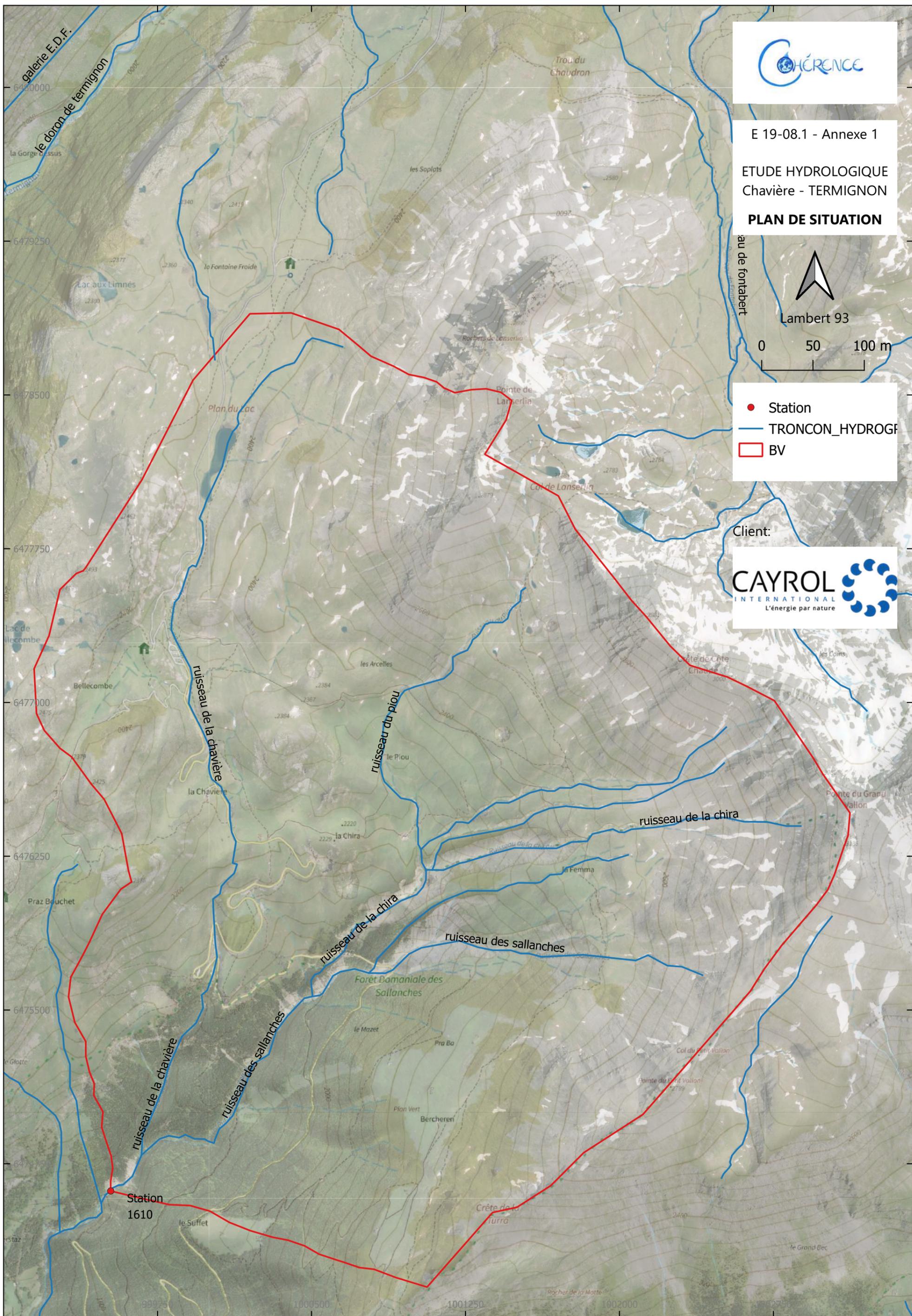


Lambert 93



- Station
- TRONCON_HYDROG
- BV

Client:



**ÉTUDE HYDROLOGIQUE
DE LA CHAVIERE A TERMIGNON
- CYCLE 1 (21/05/20 → 20/05/21) -**

Annexe 2 : Fiches de visite

Sarl au capital de 5000 €
RCS Chambéry : 518 386 511 Code APE : 7112 B

E 19-08.1

Juin 2021





29, place Pierre Bonnet
73 460 Grésy-sur-Isère
04-79-31-21-03
contact@coherence-eau.fr

Station de mesure de débit sur la Chavière à Termignon (73) - Relève et mesure de débit -



170 route de la Combe
73 220 Argentine
04-79-36-23-02



Mesure ponctuelle de hauteur – seuil calibré

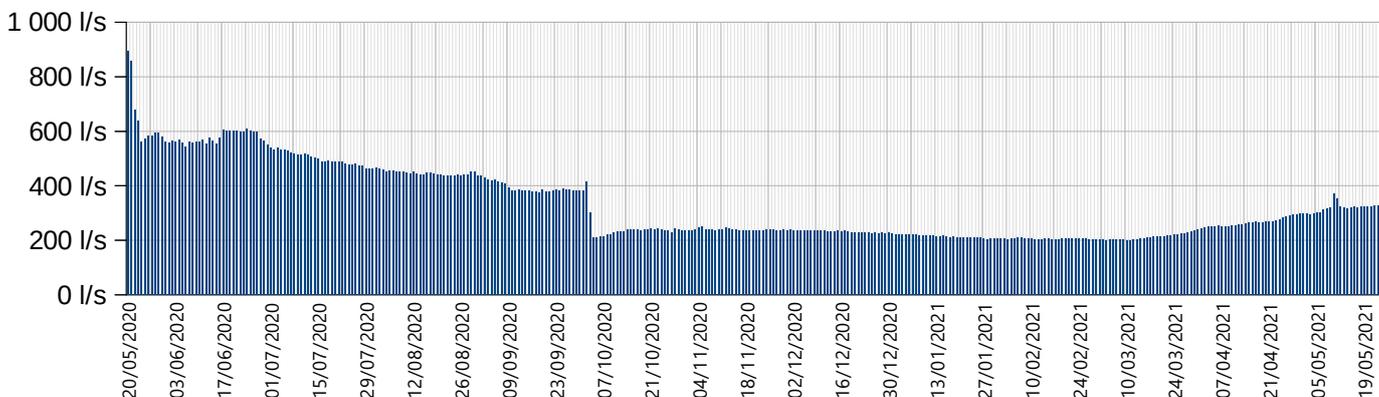
0,68 m	1,05 m	H mesurée	0,20 m	Débit	311,62 l/s
--------	--------	-----------	--------	-------	-------------------

Mesure ponctuelle par dilution chimique

X (L93)	999,52 km	Quantité injectée	1 045,00 g		
Y (L93)	6 474,62 km	Concentration moyenne me	18,02 mg/l	Débit	343,14 l/s
Z	1 610 m	temps de passage	169 s		

Mesures continues

Mesures horaires			Débit min	Moyennes journalières		
175,47 l/s	190,36 l/s	206,52 l/s		184,00 l/s	199,61 l/s	216,55 l/s
1 027,57 l/s	1 114,77 l/s	1 209,39 l/s	824,47 l/s	894,45 l/s	970,36 l/s	
304,62 l/s	330,48 l/s	358,52 l/s	305,63 l/s	331,56 l/s	359,70 l/s	
			Débit max			
			824,47 l/s			
			Débit moy			
			305,63 l/s			



Moyenne mensuelle			Moyenne mensuelle		
06/20	531,20 l/s	576,28 l/s	12/20	213,33 l/s	231,43 l/s
07/20	461,01 l/s	500,13 l/s	01/21	197,18 l/s	213,91 l/s
08/20	411,63 l/s	446,56 l/s	02/21	189,62 l/s	205,71 l/s
09/20	362,03 l/s	392,76 l/s	03/21	195,48 l/s	212,08 l/s
10/20	226,60 l/s	245,83 l/s	04/21	244,77 l/s	265,55 l/s
11/20	220,53 l/s	239,25 l/s	05/21	294,87 l/s	319,90 l/s
					347,05 l/s



29, place Pierre Bonnet
73 460 Grésy-sur-Isère
04-79-31-21-03
contact@coherence-eau.fr

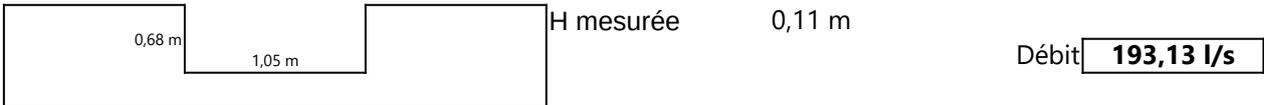
Station de mesure de débit sur la Chavière à Termignon (73) - Relève et mesure de débit -



170 route de la Combe
73 220 Argentine
04-79-36-23-02



Mesure ponctuelle de hauteur – seuil calibré

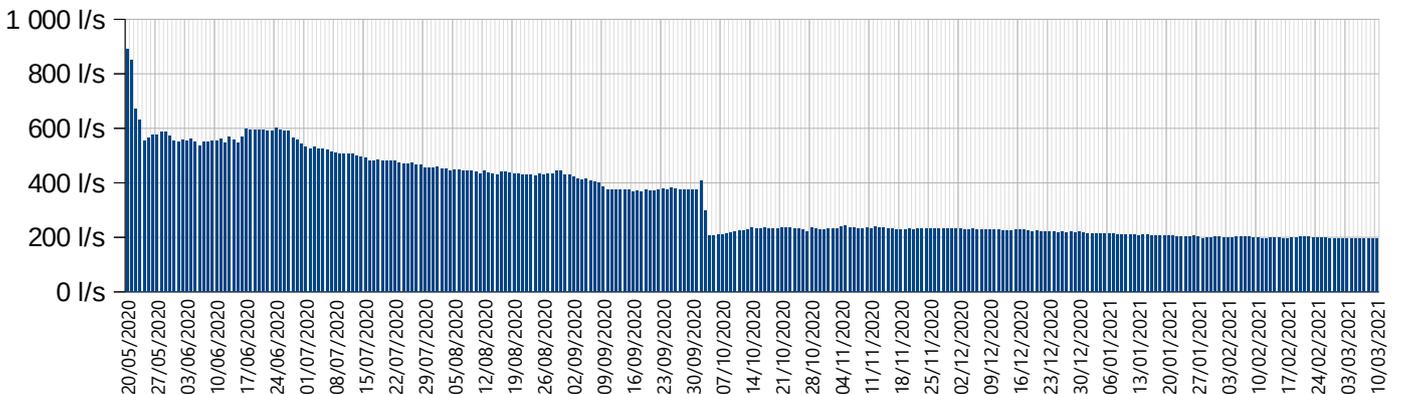


Mesure ponctuelle par dilution chimique

X (L93)	999,52 km	Quantité injectée	1 000,00 g		
Y (L93)	6 474,62 km	Concentration moyenne me:	16,90 mg/l	Débit	226,73 l/s
Z	1 610 m	temps de passage	261 s		

Mesures continues

Mesures horaires			Débit min	Moyennes journalières		
171,28 l/s	184,53 l/s	198,80 l/s		180,25 l/s	194,19 l/s	209,21 l/s
1 032,30 l/s	1 112,13 l/s	1 198,13 l/s	Débit max	889,15 l/s	957,91 l/s	
314,74 l/s	339,08 l/s	365,30 l/s	Débit moy	340,61 l/s	366,95 l/s	



Moyenne mensuelle			Moyenne mensuelle		
05/20	589,10 l/s	634,65 l/s	11/20	216,07 l/s	232,78 l/s
06/20	527,96 l/s	568,79 l/s	12/20	208,90 l/s	225,06 l/s
07/20	457,14 l/s	492,49 l/s	01/21	192,84 l/s	207,75 l/s
08/20	407,42 l/s	438,93 l/s	02/21	185,33 l/s	199,66 l/s
09/20	357,58 l/s	385,24 l/s			
10/20	222,18 l/s	239,36 l/s			



29, place Pierre Bonnet
73 460 Grésy-sur-Isère
04-79-31-21-03
contact@coherence-eau.fr

Station de mesure de débit sur la Chavière à Termignon (73) - Relève et mesure de débit -



170 route de la Combe
73 220 Argentine
04-79-36-23-02



Mesure ponctuelle de hauteur – seuil calibré

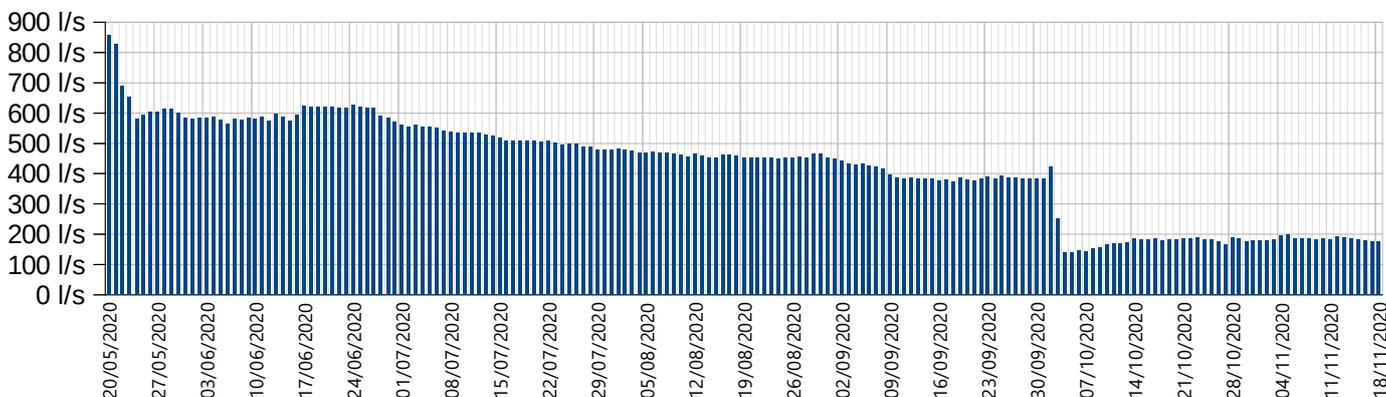
0,68 m	1,05 m	H mesurée	0,15 m	Débit 188,50 l/s
		C moy	0,698	

Mesure ponctuelle par dilution chimique

X (L93)	999,52 km	Quantité injectée	1 000,00 g	Débit 191,22 l/s
Y (L93)	6 474,62 km	Concentration moyenne me	25,51 mg/l	
Z	1 610 m	temps de passage	205 s	

Mesures continues

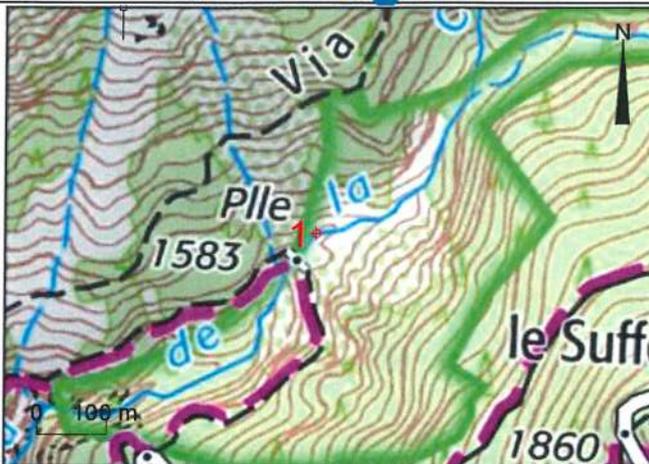
Mesures horaires			Débit min	Moyennes journalières		
112,90 l/s	122,22 l/s	131,90 l/s		129,48 l/s	139,36 l/s	149,59 l/s
972,09 l/s	999,29 l/s	1 026,95 l/s	Débit max	831,98 l/s	856,79 l/s	882,05 l/s
403,24 l/s	419,72 l/s	436,59 l/s	Débit moy	405,44 l/s	421,96 l/s	438,87 l/s



	Moyenne mensuelle		
05/20	630,45 l/s	651,63 l/s	673,23 l/s
06/20	576,38 l/s	596,57 l/s	617,18 l/s
07/20	500,78 l/s	519,51 l/s	538,64 l/s
08/20	443,28 l/s	460,85 l/s	478,81 l/s
09/20	380,46 l/s	396,71 l/s	413,34 l/s
10/20	178,77 l/s	190,04 l/s	201,67 l/s

Moyenne mensuelle		

Station de mesure de débit sur la Chavière à Termignon (73) - Relève et mesure de débit -



Mesure ponctuelle de hauteur – seuil calibré

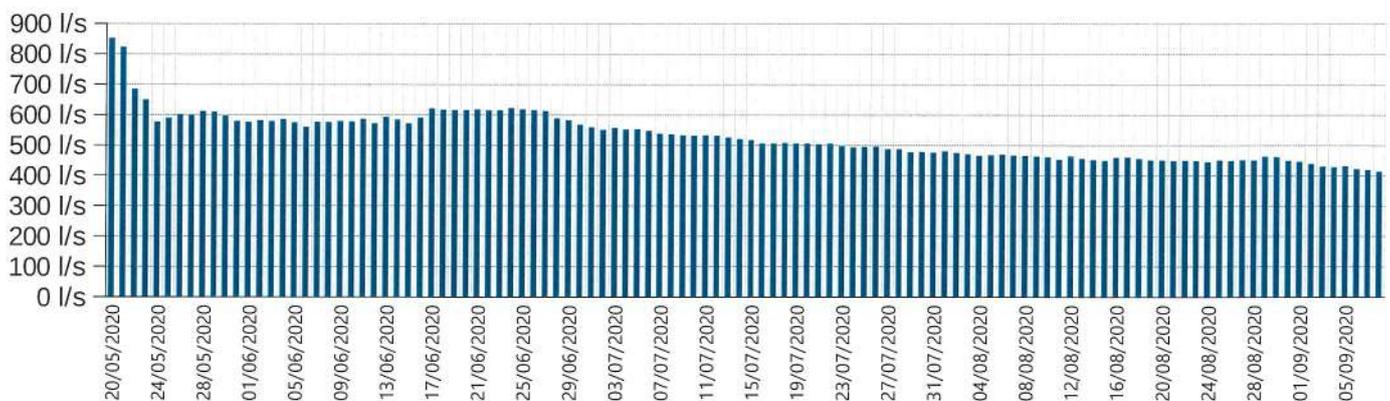
0,68 m	1,05 m	H mesurée	0,25 m	Débit	403,63 l/s
		C moy	0,694		

Mesure ponctuelle par dilution chimique

X (L93)	999,52 km	Quantité injectée	1 000,00 g	Débit	403,18 l/s
Y (L93)	6 474,62 km	Concentration moyenne me	14,25 mg/l		
Z	1 610 m	temps de passage	174 s		

Mesures continues

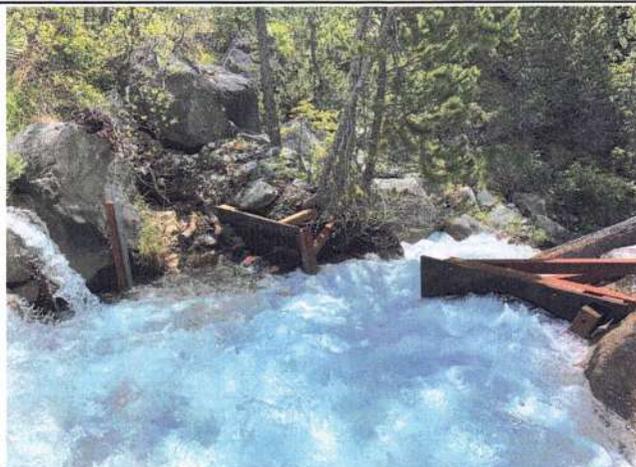
Mesures horaires			Moyennes journalières			
387,36 l/s	401,95 l/s	416,82 l/s	Débit min	399,19 l/s	413,98 l/s	429,04 l/s
971,76 l/s	994,48 l/s	1 017,50 l/s	Débit max	831,70 l/s	852,67 l/s	873,94 l/s
510,27 l/s	526,78 l/s	543,58 l/s	Débit moy	512,68 l/s	529,23 l/s	546,06 l/s



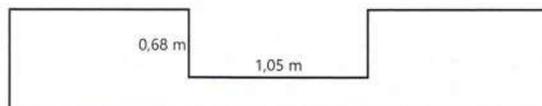
	Moyenne mensuelle		
05/20	630,24 l/s	648,49 l/s	667,04 l/s
06/20	576,19 l/s	593,70 l/s	611,50 l/s
07/20	500,62 l/s	517,01 l/s	533,68 l/s
08/20	443,13 l/s	458,63 l/s	474,41 l/s

	Moyenne mensuelle		

Station de mesure de débit sur la Chavière à Termignon (73) - Relève et mesure de débit -



Mesure ponctuelle de hauteur – seuil calibré



H mesurée 0,33 m
C moy 0,695

Débit **612,47 l/s**

Mesure ponctuelle par dilution chimique

X (L93) 999,52 km
Y (L93) 6 474,62 km
Z 1 610 m

Quantité injectée 1 000,00 g
Concentration moyenne me 14,50 mg/l
temps de passage 107 s

Débit **644,67 l/s**

Mesures continues

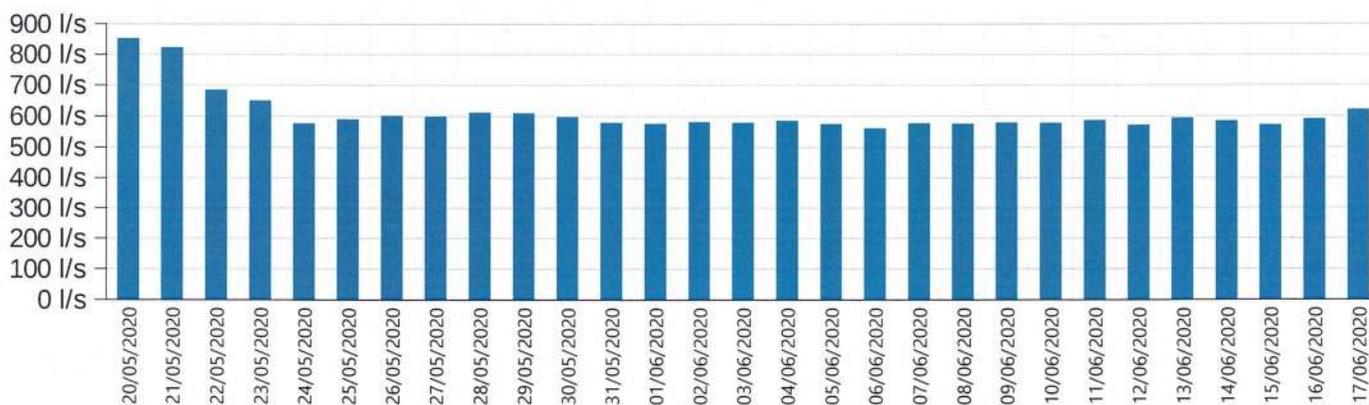
Mesures horaires

513,53 l/s **531,49 l/s** 549,82 l/s
969,75 l/s **995,04 l/s** 1 020,71 l/s
584,91 l/s **604,11 l/s** 623,66 l/s

Débit min
Débit max
Débit moy

Moyennes journalières

542,78 l/s **561,26 l/s** 580,10 l/s
829,98 l/s **853,14 l/s** 876,69 l/s
590,71 l/s **610,00 l/s** 629,65 l/s



Moyenne mensuelle

05/20 628,94 l/s **648,86 l/s** 669,14 l/s

Moyenne mensuelle

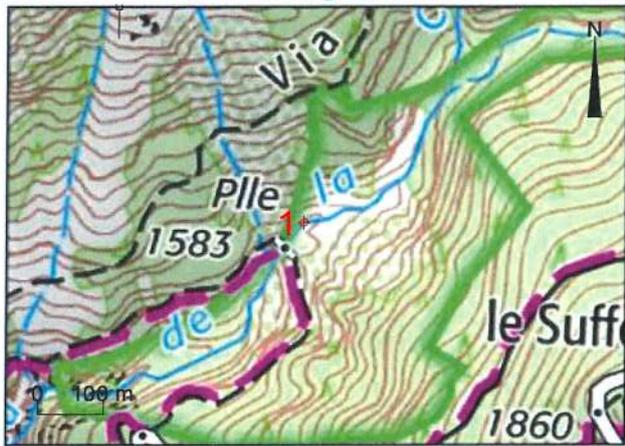


29, place Pierre Bonnet
73 460 Grésy-sur-Isère
04-79-31-21-03
contact@coherence-eau.fr

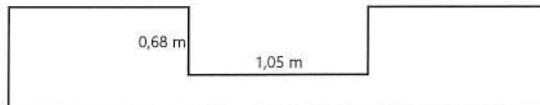
Station de mesure de débit sur la Chavière à Termignon (73) - Installation et mesure de débit -



170 route de la Combe
73 220 Argentine
04-79-36-23-02



Mesure ponctuelle de hauteur – seuil calibré



H mesurée 0,39 m
C moy 0,690

Débit **781,79 l/s**

Mesure ponctuelle par dilution chimique

X (L93) 999,52 km
Y (L93) 6 474,62 km
Z 1 610 m

Quantité injectée 2 000,00 g
Concentration moyenne me 23,05 mg/l
temps de passage 111 s

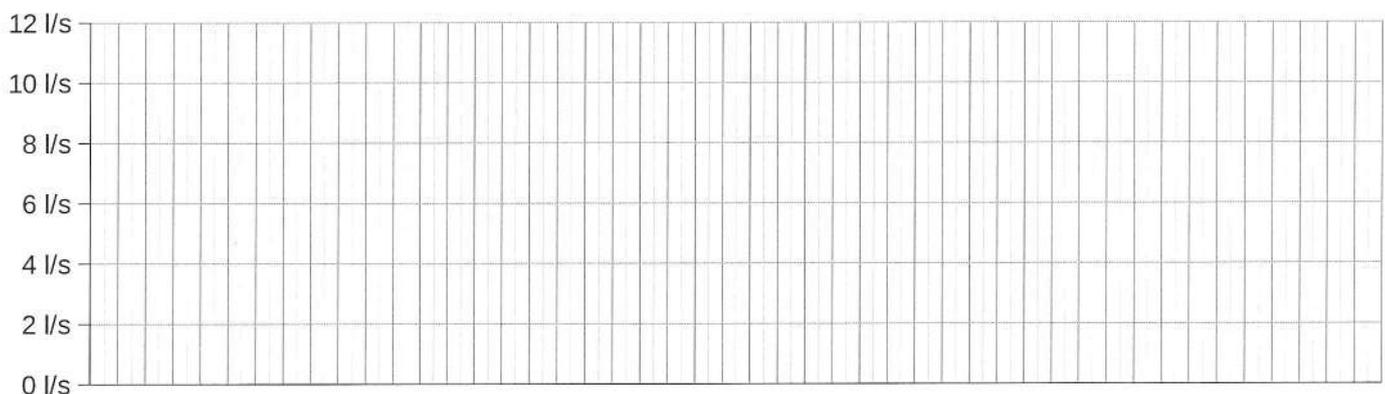
Débit **781,79 l/s**

Mesures continues

Mesures horaires

Débit min
Débit max
Débit moy

Moyennes journalières



Moyenne mensuelle

Moyenne mensuelle



29, place Pierre Bonnet
73 460 Grésy-sur-Isère
04-79-31-21-03
contact@coherence-eau.fr

Mesure de débit sur la Chavière à Termignon – Mesures de débit du 21 avril 2020 –



La Combe
73 220 Argentine
04-79-36-23-02

X 999,513 km

Y 6474,459 km

Z 1635 m

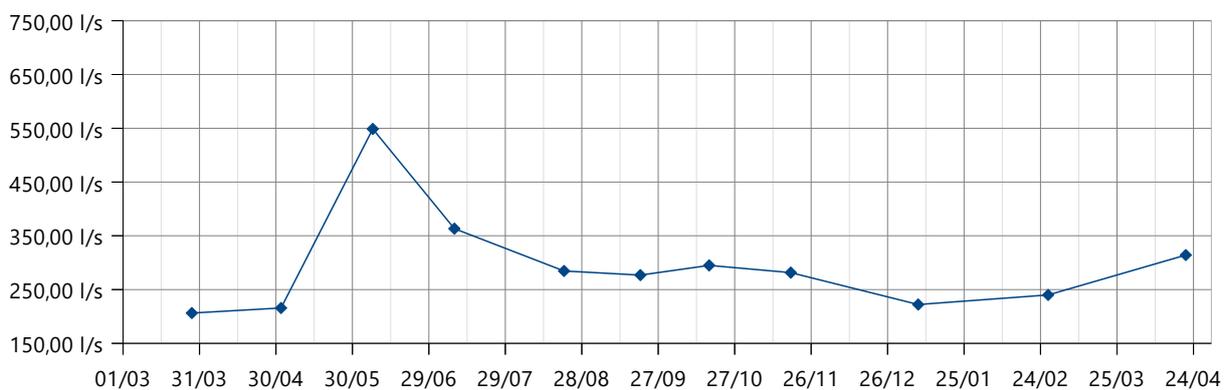


Mesure ponctuelle de débit par dilution chimique

Quantité injectée **1 600,00 g**
Concentration moy mesurée **26,25 mg/l**
temps de passage **194,00 s**

Débit **314,12 l/s**

Évolution du débit



Remarques

Nous avons procédé le 21 avril 2020 à la onzième mesure de débit.

Nous avons également estimé le débit de l'affluent rive droite situé 5m en aval à **1,7 l/s**.

Mesure de débit sur la Chavière à Termignon – Mesures de débit du 25 février 2020 –

X 999,513 km

Y 6474,459 km

Z 1635 m

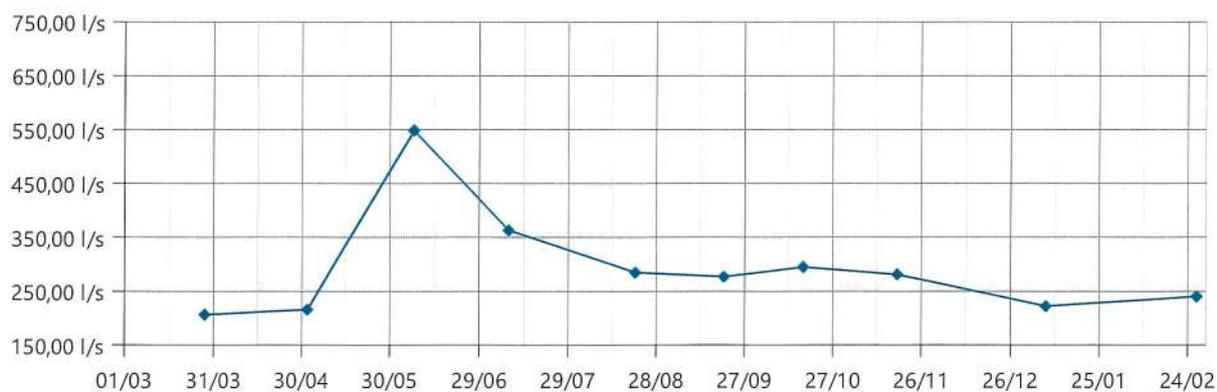


Mesure ponctuelle de débit par dilution chimique

Quantité injectée **1 000,00 g**
Concentration moy mesurée **22,28 mg/l**
temps de passage **191,00 s**

Débit **239,91 l/s**

Évolution du débit



Remarques

Nous avons procédé le 27 février 2020 à la dixième mesure de débit.

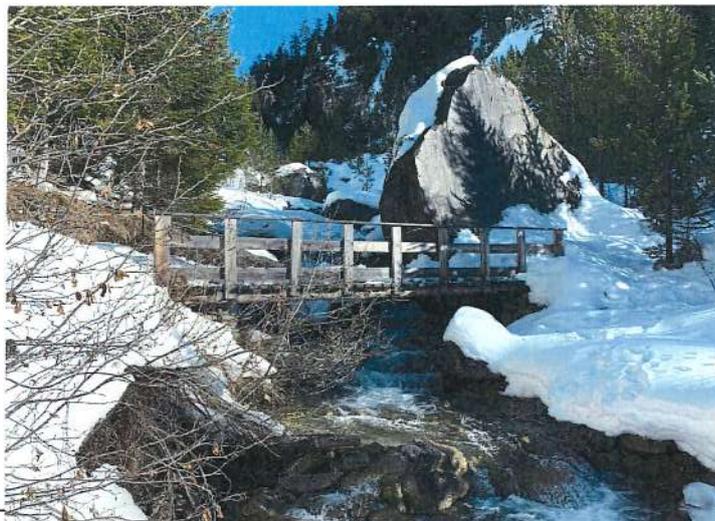
Nous avons également estimé le débit de l'affluent rive droite situé 5m en aval à moins de **1 l/s**.

Mesure de débit sur la Chavière à Termignon - Mesures de débit du 07 janvier 2020 -

X 999,513 km

Y 6474,459 km

Z 1635 m

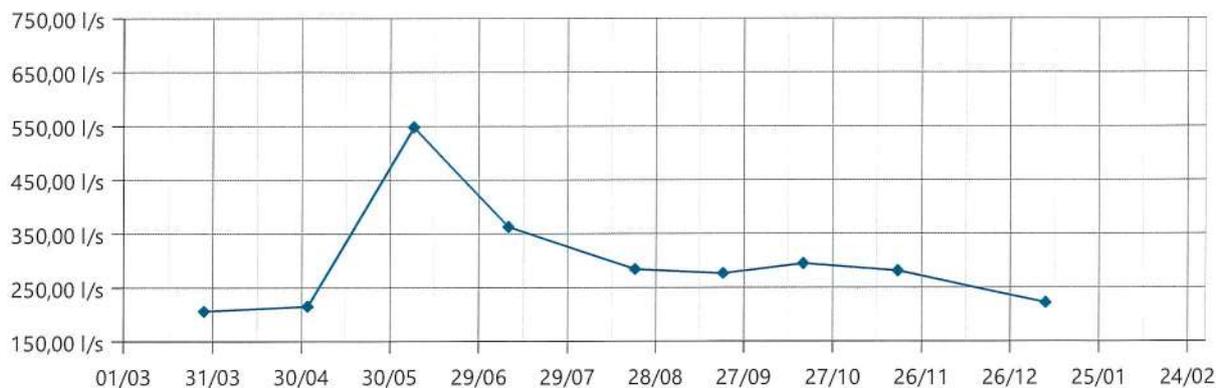


Mesure ponctuelle de débit par dilution chimique

Quantité injectée	1 000,00 g
Concentration moy mesurée	29,45 mg/l
temps de passage	156,00 s

Débit **222,20 l/s**

Évolution du débit



Remarques

Nous avons procédé le 07 janvier 2020 à la neuvième mesure de débit.

Nous avons également estimé le débit de l'affluent rive droite située 5m en aval de la passerelle à moins de **0,3 l/s**.
Les venues étaient tellement diffuses et peu importantes qu'aucune mesure n'a été possible.



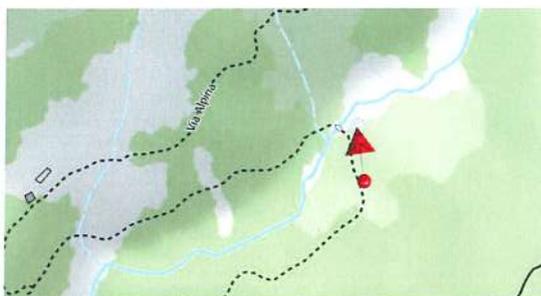
29, place Pierre Bonnet
73 460 Grésy-sur-Isère
04-79-31-21-03
contact@coherence-eau.fr

Mesure de débit sur la Chavière à Termignon - Mesures de débit du 18 novembre 2019 -



La Combe
73 220 Argentine
04-79-36-23-02

X 999,513 km
Y 6474,459 km
Z 1635 m

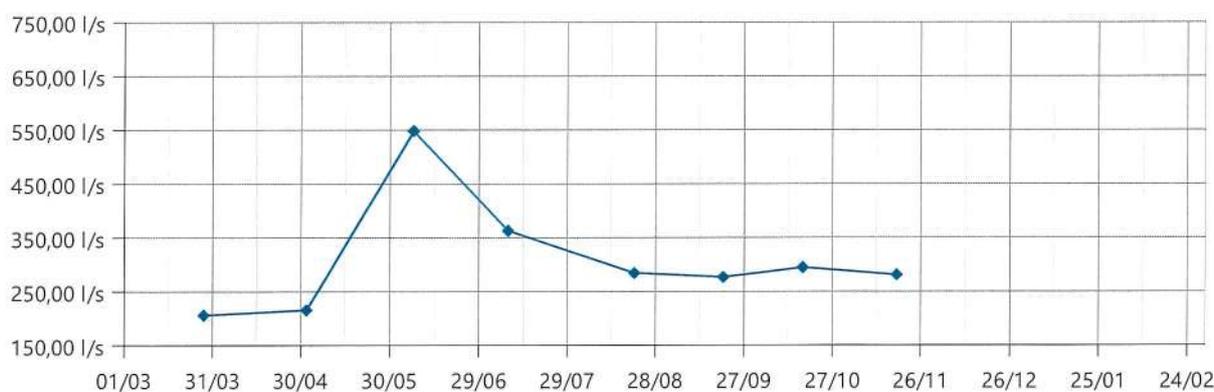


Mesure ponctuelle de débit par dilution chimique

Quantité injectée **1 000,00 g**
Concentration moy mesurée **22,20 mg/l**
temps de passage **160,00 s**

Débit **281,48 l/s**

Évolution du débit



Remarques

Nous avons procédé le 18 novembre 2019 à la huitième mesure de débit.

Nous avons également estimé le débit de l'affluent rive droite située 5m en aval de la passerelle à moins de **0,1 l/s**.
Les venues étaient tellement diffuses et peu importantes qu'aucune mesure n'a été possible.



29, place Pierre Bonnet
73 460 Grésy-sur-Isère
04-79-31-21-03
contact@coherence-eau.fr

Mesure de débit sur la Chavière à Termignon - Mesures de débit du 18 octobre 2019 -

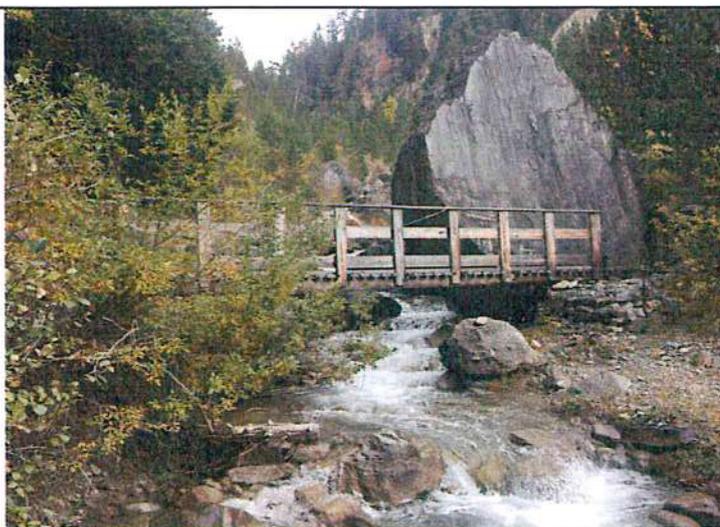
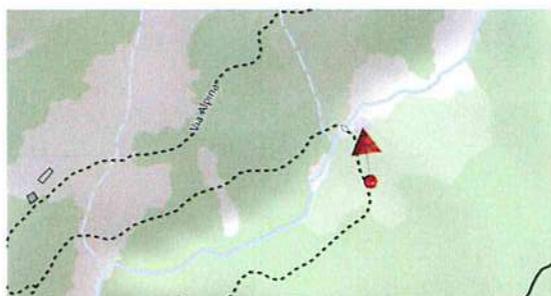


La Combe
73 220 Argentine
04-79-36-23-02

X 999,513 km

Y 6474,459 km

Z 1635 m

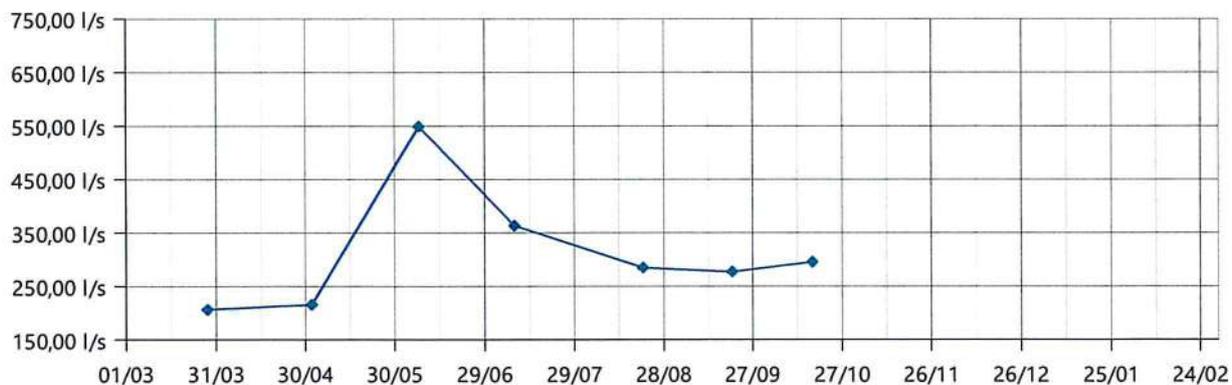


Mesure ponctuelle de débit par dilution chimique

Quantité injectée **1 000,00 g**
Concentration moy mesurée **24,38 mg/l**
temps de passage **139,00 s**

Débit **295,01 l/s**

Évolution du débit



Remarques

Nous avons procédé le 18 octobre 2019 à la septième mesure de débit.

Nous avons également estimé le débit de l'affluent rive droite située 5m en aval de la passerelle à **0,1 l/s**. Les venues étaient tellement diffuses et peu importantes qu'aucune mesure n'a été possible.



29, place Pierre Bonnet
73 460 Grésy-sur-Isère
04-79-31-21-03
contact@coherence-eau.fr

Mesure de débit sur la Chavière à Termignon – Mesures de débit du 20 septembre 2019 –

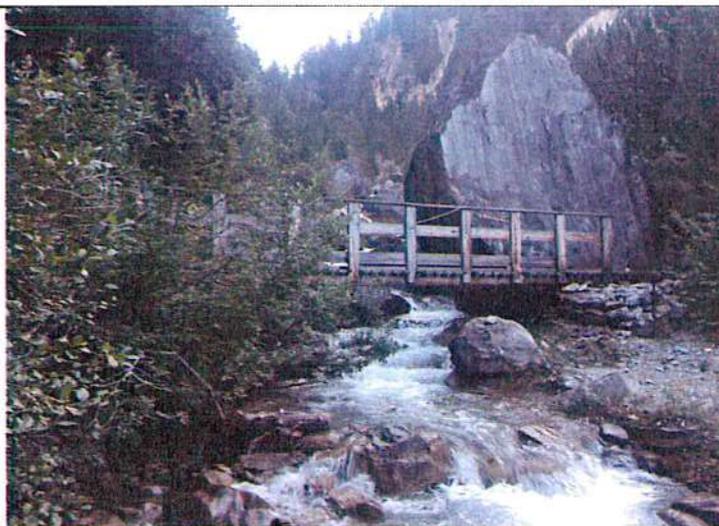
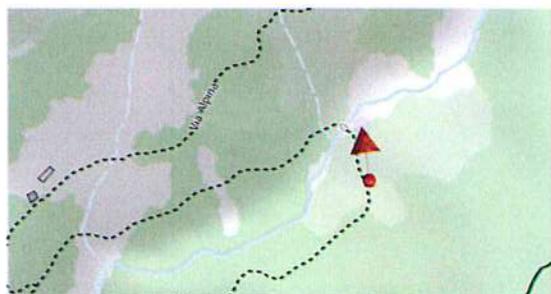


La Combe
73 220 Argentine
04-79-36-23-02

X 999,513 km

Y 6474,459 km

Z 1635 m

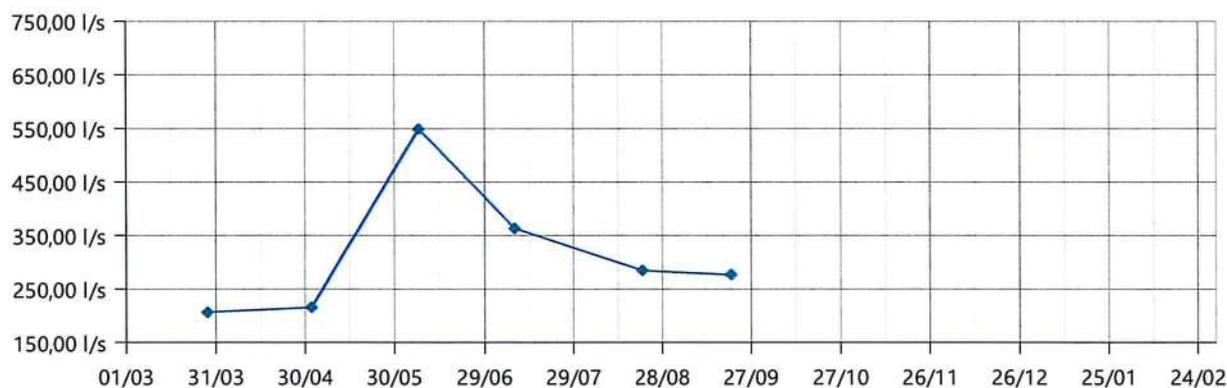


Mesure ponctuelle de débit par dilution chimique

Quantité injectée **1 000,00 g**
Concentration moy mesurée **18,81 mg/l**
temps de passage **192,00 s**

Débit **276,89 l/s**

Évolution du débit



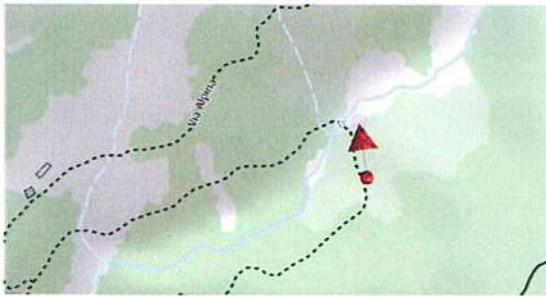
Remarques

Nous avons procédé le 20 septembre 2019 à la sixième mesure de débit.

Nous avons également estimé le débit de l'affluent rive droite située 5m en aval de la passerelle à **0,2 l/s**. Les venues étaient tellement diffuses et peu importantes qu'aucune mesure n'a été possible.

Mesure de débit sur la Chavière à Termignon - Mesures de débit du 21 août 2019 -

X 999,513 km
Y 6474,459 km
Z 1635 m

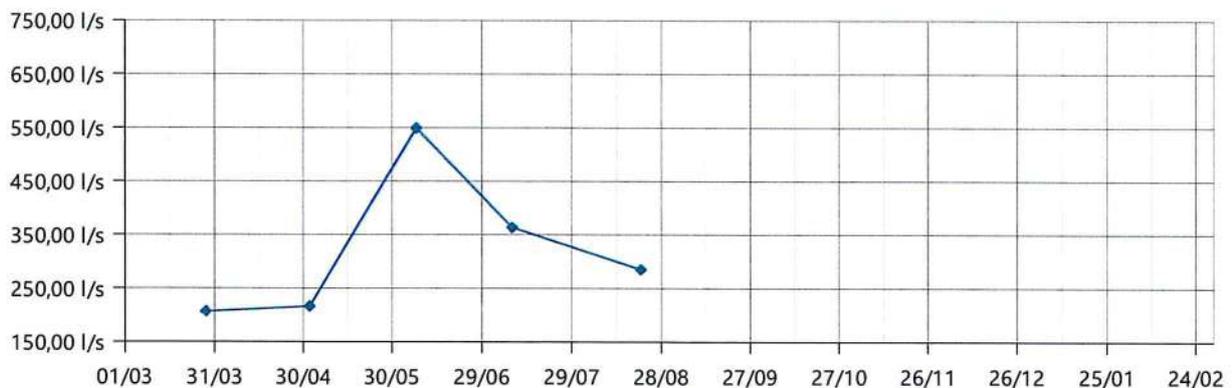


Mesure ponctuelle de débit par dilution chimique

Quantité injectée **1 000,00 g**
Concentration moy mesurée **12,59 mg/l**
temps de passage **279,00 s**

Débit **284,58 l/s**

Évolution du débit



Remarques

Nous avons procédé le 21 août 2019 à la cinquième mesure de débit.

Nous avons également mesuré le débit de l'affluent rive droite située 5m en aval de la passerelle au seuil et au chronomètre et celui-ci s'est établi à **0,6 l/s**.

Mesure de débit sur la Chavière à Termignon - Mesures de débit du 09 juillet 2019 -

X 999,513 km

Y 6474,459 km

Z 1635 m

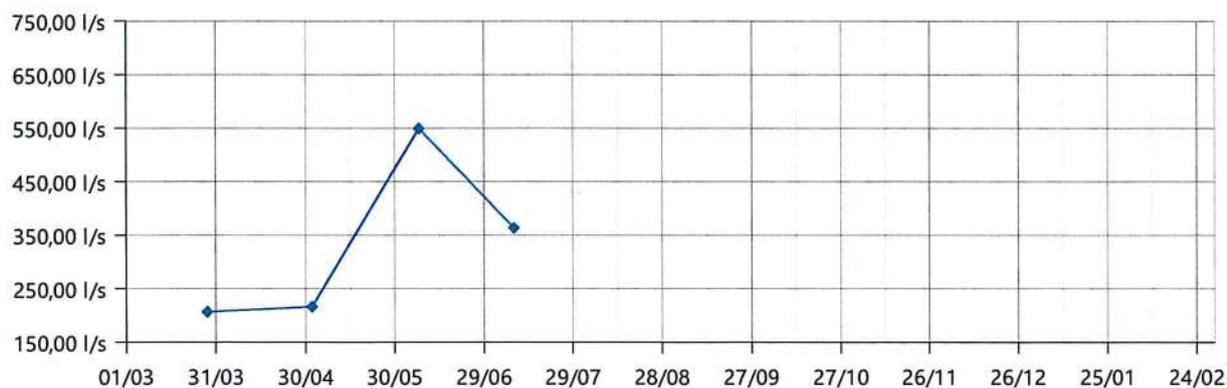


Mesure ponctuelle de débit par dilution chimique

Quantité injectée **1 000,00 g**
Concentration moy mesurée **17,31 mg/l**
temps de passage **159,00 s**

Débit **363,24 l/s**

Évolution du débit



Remarques

Nous avons procédé le 09 juillet 2019 à la quatrième mesure de débit.

Nous avons également mesuré le débit de l'affluent rive droite située 5m en aval de la passerelle au seau et au chronomètre et celui-ci s'est établi à **0,8 l/s**.



29, place Pierre Bonnet
73 460 Grésy-sur-Isère
04-79-31-21-03
contact@coherence-eau.fr

Mesure de débit sur la Chavière à Termignon – Mesures de débit du 07 juin 2019 –



La Combe
73 220 Argentine
04-79-36-23-02

X 999,513 km
Y 6474,459 km
Z 1635 m

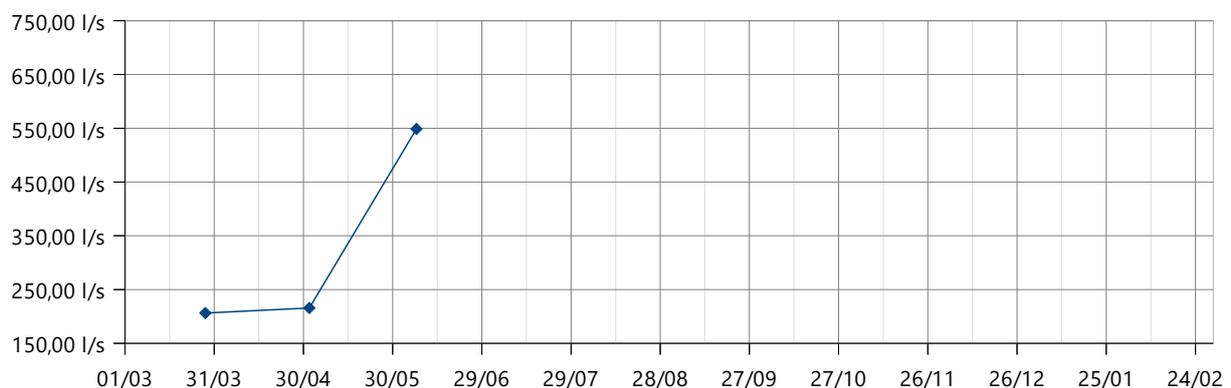


Mesure ponctuelle de débit par dilution chimique

Quantité injectée **2 000,00 g**
Concentration moy mesurée **23,97 mg/l**
temps de passage **152,00 s**

Débit **548,85 l/s**

Évolution du débit



Remarques

Nous avons procédé le 07 juin 2019 à la troisième mesure de débit.

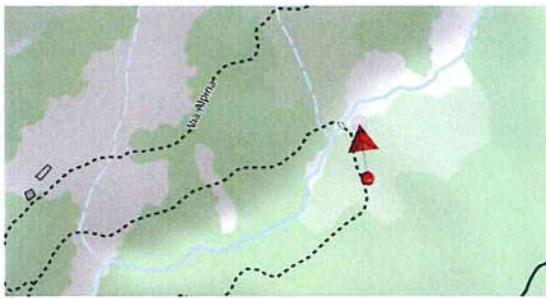
Nous avons également mesuré le débit de l'affluent rive droite située 5m en aval de la passerelle au seuil et au chronomètre et celui-ci s'est établi à **0,6 l/s**.

Mesure de débit sur la Chavière à Termignon - Mesures de débit du 02 mai 2019 -

X 999,513 km

Y 6474,459 km

Z 1635 m

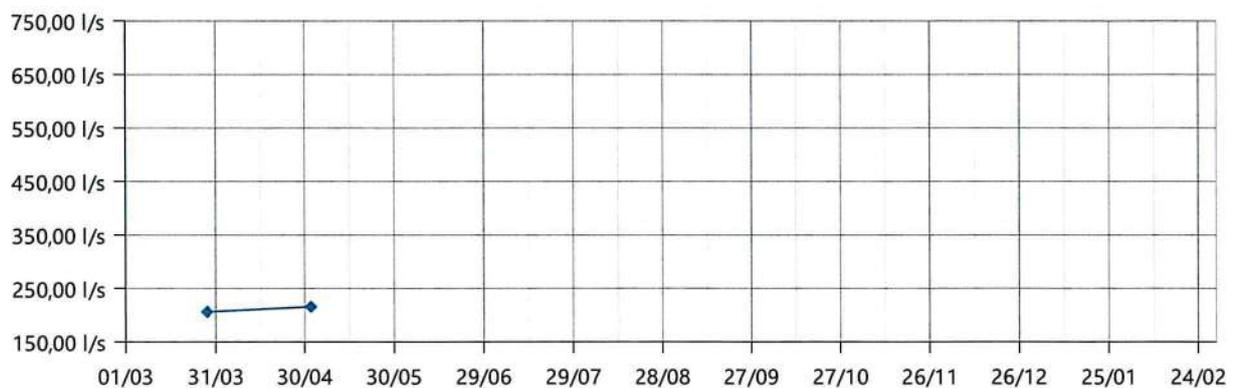


Mesure ponctuelle de débit par dilution chimique

Quantité injectée **1 000,00 g**
Concentration moy mesurée **14,05 mg/l**
temps de passage **330,00 s**

Débit **215,66 l/s**

Évolution du débit



Remarques

Nous avons procédé le 02 mai 2019 à la seconde mesure de débit.

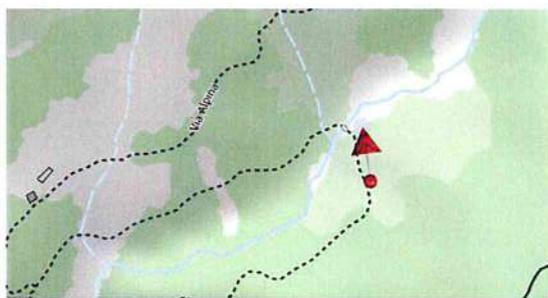
Nous avons également mesuré le débit de l'affluent rive droite située 5m en aval de la passerelle au seuil et au chronomètre et celui-ci s'est établi à **0,5 l/s**.

Mesure de débit sur la Chavière à Termignon – Mesures de débit du 28 mars 2019 –

X 999,513 km

Y 6474,459 km

Z 1635 m

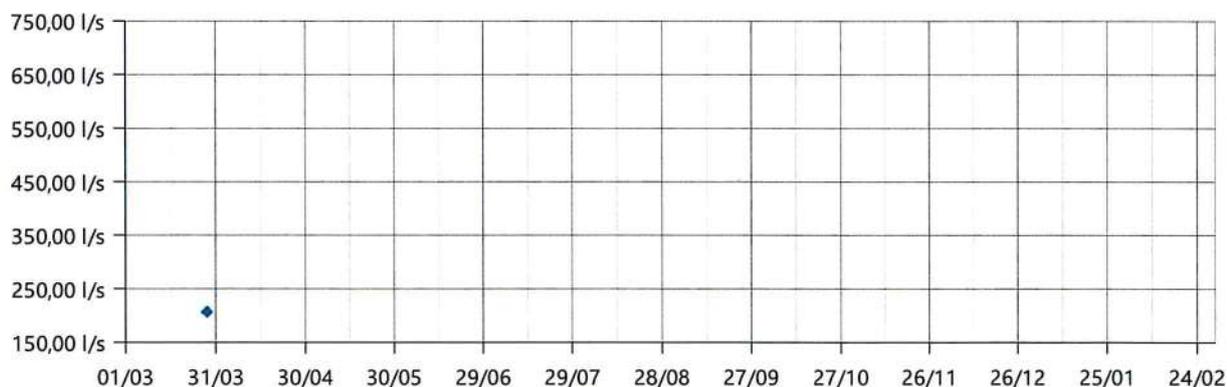


Mesure ponctuelle de débit par dilution chimique

Quantité injectée **1 000,00 g**
Concentration moy mesurée **17,25 mg/l**
temps de passage **281,00 s**

Débit **206,31 l/s**

Évolution du débit



Remarques

Nous avons procédé le 28 mars 2019 à la première mesure de débit.

Nous avons également mesuré le débit de l'affluent rive droite située 5m en aval de la passerelle au seau et au chronomètre et celui-ci s'est établi à **0,44 l/s**.

CAYROL
INTERNATIONAL
L'énergie par nature



CAYROL INTERNATIONAL
170, route de la Combe
73 220 Argentine

Bureau d'études



29, place Pierre Bonnet
73460 Grésy-sur-Isère
04-79-31-21-03
contact@coherence-eau.fr
www.coherence-eau.fr

HYDROLOGIE DU COURS D'EAU DE LA CHAVIERE A TERMIGNON (73) - CYCLE 2 (21/05/21 → 20/05/22) -

Mémoire d'étude

Sarl au capital de 5000 €
RCS Chambéry : 518 386 511 Code APE : 7112 B

E 19-08-D4_V1_SR

Juin 2022

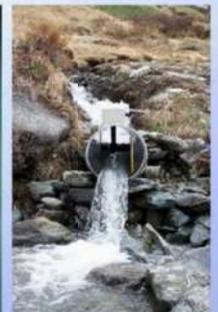


TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES ANNEXES.....	3
I. INTRODUCTION.....	5
II. PRÉSENTATION.....	5
II.1. La Chavière.....	5
II.2. La station de mesures.....	6
II.3. Les mesures ponctuelles et de calibrage.....	7
III. RÉSULTATS DES MESURES.....	8
III.1. Résultats des mesures continues.....	8
III.1.1. Principe.....	8
III.1.2. Débits horaires mesurés.....	9
III.1.3. Débit journaliers calculés.....	13
III.1.4. Débits mensuels moyens calculés.....	15
III.2. Résultats des mesures ponctuelles de débit.....	16
IV. ANALYSE.....	16
IV.1. Courbe des débits journaliers classés.....	16
IV.2. Débits caractéristiques.....	17
IV.3. caractéristiques interannuelles.....	18
IV.3.1. Débits moyens annuels et mensuels.....	18
IV.3.2. Débits caractéristiques interannuels.....	19
V. CONCLUSION.....	20

TABLE DES ANNEXES

Annexe n°1 : Plan de situation.....	5
Annexe n°2 : Fiches de visite.....	8
Annexe n°3 : Tableaux de mesures et de débit.....	8

I. INTRODUCTION

La société CAYROL INTERNATIONAL nous a missionnés, le 14 mars 2019 puis le 22 novembre 2019, afin de déterminer l'hydrologie du cours d'eau de la Chavière à Termignon en amont de la passerelle du chemin de randonnée, tout d'abord par la réalisation de mesures ponctuelles de débit puis par l'installation d'une station de mesures et la mise en place d'un suivi en continu du débit.

Les mesures ponctuelles des débit ont été réalisées entre mars 2019 et avril 2020, la station mise en service le 20 mai 2020 et les résultats des mesures ainsi que leur analyse sont consignés dans le dossier E 19-08.1 daté de juin 2020.

Le 10 juin 2021, elle nous confiait le suivi du débit en continu de la Chavière sur une année supplémentaire.

En parallèle, CAYROL INTERNATIONAL nous a confié, en octobre 2021, l'étude sommaire du bassin versant d'alimentation de la Chavière, qui fait l'objet du dossier E 19-08-D3.

Dans ce document, après avoir présenté la Chavière, la station de mesures et les mesures que nous avons faites, nous analyserons statistiquement les données afin de déterminer l'hydrologie de la Chavière sur le second cycle annuel de mesures. Nous concluons notre propos par la détermination de l'hydrologie sur les 2 années de mesures.

II. PRÉSENTATION

Annexe n°1 : Plan de situation

II.1. La Chavière

La base de données cartographiques mise à notre disposition par l'Institut Géographique National nous montre que le cours d'eau de la Chavière est un affluent rive gauche du Doron de Termignon, lui même affluent rive droite de l'Arc.

II.2. La station de mesures

1°/ Localisation

La station de mesure de débit est située au point dont les coordonnées sont les suivantes :

- $X_{L93} = 999,522$ km,
- $Y_{L93} = 6474,602$ km,
- $Z = 1610$ m.

En amont de la station, le ruisseau de la Chavière a une longueur de 4,5 km et draine un bassin versant topographique de 12,024 km².

2°/ Équipement

La station de mesures est constituée des éléments suivants :

- Un déversoir de section rectangulaire dont les caractéristiques sont les suivantes :
 - $B = 1,05$ m,
 - $H = 0,68$ m
- Un capteur/enregistreur piézométrique (dilatation/compression d'un cristal de quartz traduit par une résistance/conductance du courant électrique) dont les caractéristiques sont les suivantes :
 - Plage de mesure : 0 à 1 bar (0 – 10,22 mC.E.) ;
 - Précision : 5 mmC.E.,
 - périodicité : 1 enregistrement toutes les heures.

3°/ Mise en service - Relève

La station de mesures a fait l'objet de 10 visites de contrôle, calibrage et relève sur ce cycle de mesures aux dates suivantes (6 la première année, 4 la seconde) :

- le 20 mai 2020,
- le 18 juin 2020,
- le 09 septembre 2020,
- le 19 novembre 2020,
- le 11 mars 2021,
- le 27 mai 2021,
- le 31 août 2021,
- le 02 décembre 2021,

- le 24 mars 2022,
- le 31 mai 2022.

II.3. Les mesures ponctuelles et de calibrage

Les mesures ponctuelles de calibrage ont été réalisées sur le principe de la dilution chimique (injection de traceur et suivi de l'évolution de sa concentration en aval).

1°/ Localisation

L'injection a été réalisée dans le ruisseau de la Chavière au droit de la station de mesures et la mesure de concentration 32 m en aval de celle-ci au niveau d'une passerelle du chemin de randonnée.

2°/ Équipement

Les mesures ponctuelles ont été réalisées à l'aide des équipements suivants :

- Un traceur: le Chlorure de Sodium,
- Un capteur de données : La sonde Multiparamètres HANNA HI 9828 munie d'un capteur de sels dissous (mesure de la conductivité électrique de l'eau) dont les caractéristiques sont les suivantes :
 - Plage de mesure : 0 à 400000 mg/l
 - Précision : 1 % de la mesure
 - Résolution : 1 mg/l
- Un enregistreur de données : la sonde Multiparamètres HANNA HI 9828 :
 - Périodicité : 1 enregistrement par seconde

3°/ Mesures réalisées

21 mesures ponctuelles de débit ont été réalisées sur la Chavière aux dates suivantes :

- le 28 mars 2019
- le 02 mai 2019
- le 07 juin 2019
- le 09 juillet 2019,
- le 21 août 2019,

- le 20 septembre 2019,
- le 18 octobre 2019,
- le 18 novembre 2019,
- le 07 janvier 2020,
- le 25 février 2020,
- le 21 avril 2020,
- le 20 mai 2020,
- le 18 juin 2020,
- le 09 septembre 2020,
- le 19 novembre 2020,
- le 11 mars 2021,
- le 27 mai 2021,
- le 31 août 2021,
- le 02 décembre 2021,
- le 24 mars 2022,
- le 31 mai 2022.

III. RÉSULTATS DES MESURES

III.1. Résultats des mesures continues

Annexe n°2 : Fiches de visite
**Annexe n°3 : Tableaux de mesures
et de débit**

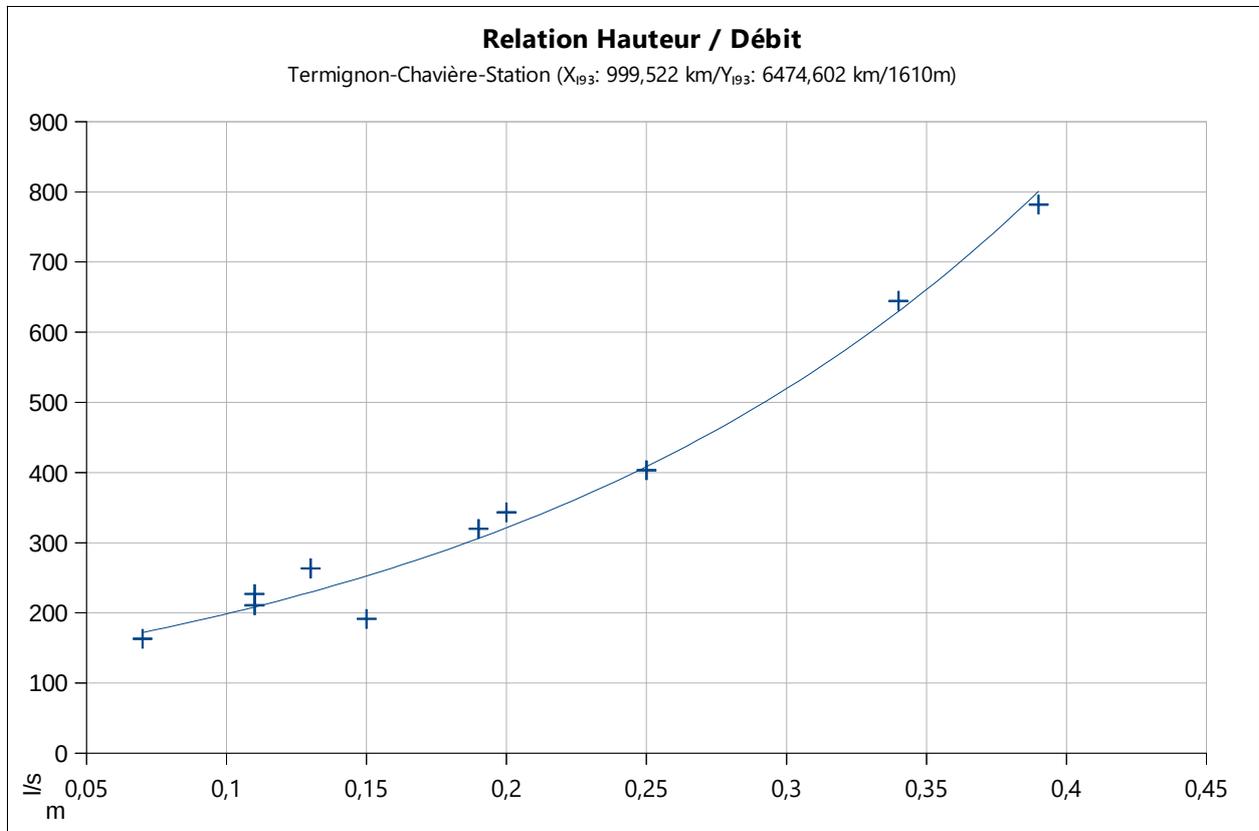
III.1.1. Principe

Le principe du déversoir est d'obtenir pour le cours d'eau une section dite « critique » qui permet d'avoir une relation **bijective** entre la hauteur et le débit. (Une seule hauteur pour un débit).

Le graphique ci-dessus donne, pour la relation hauteur/débit des 10 mesures ponctuelles de calibrage (6 la première année, 4 la seconde).

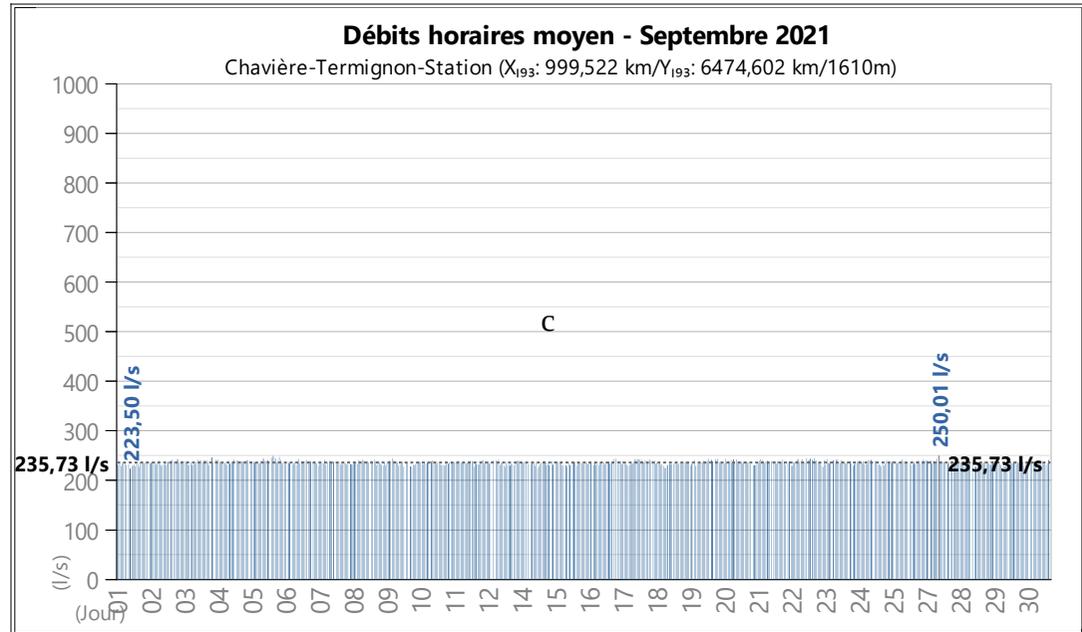
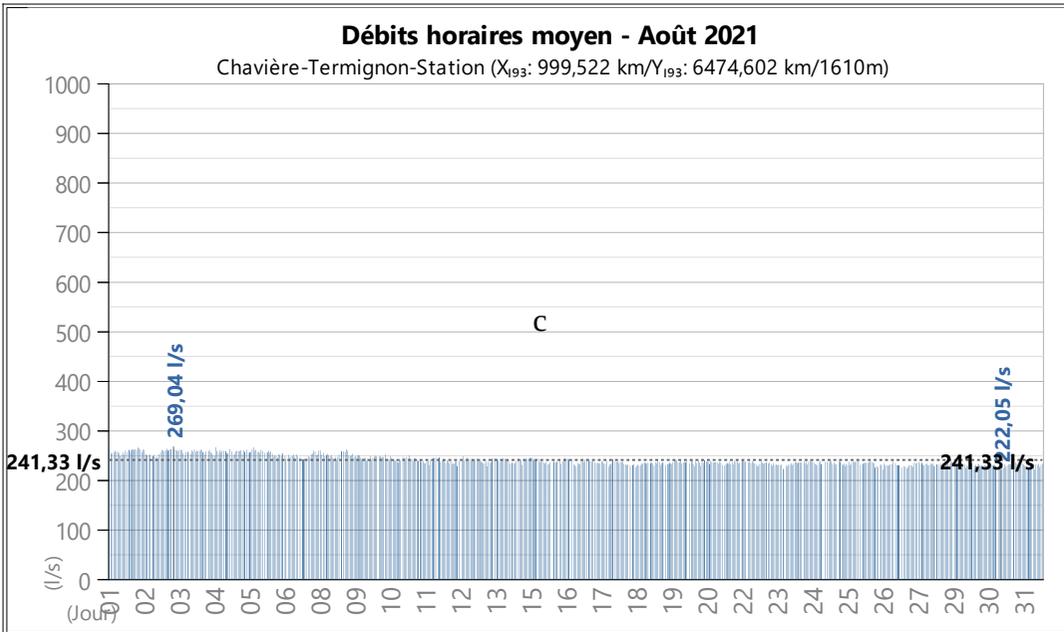
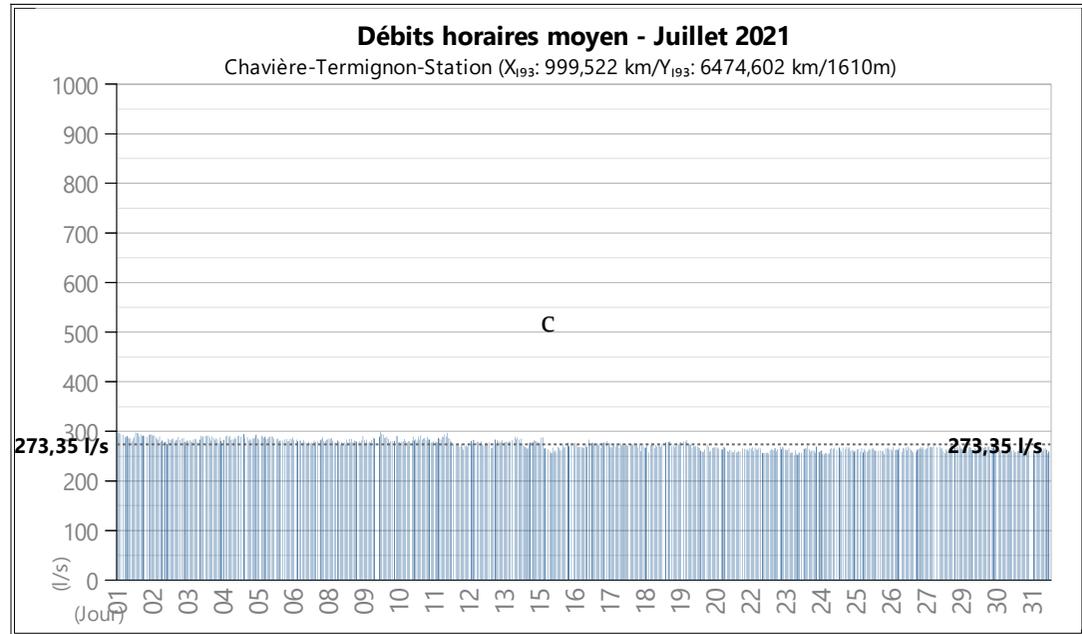
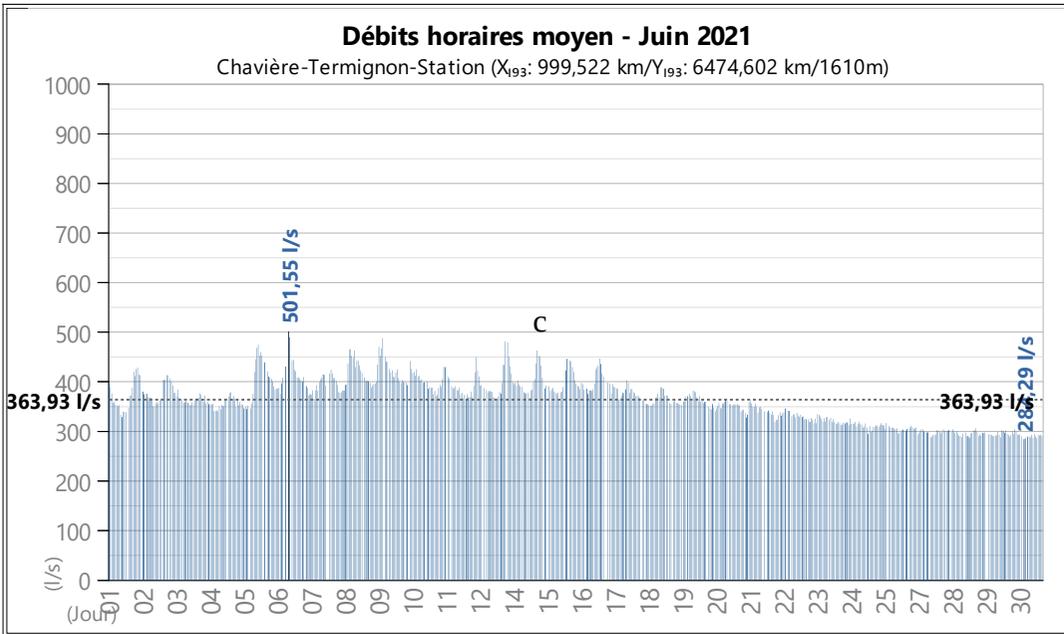
Cette courbe de type exponentielle obéit à l'équation :

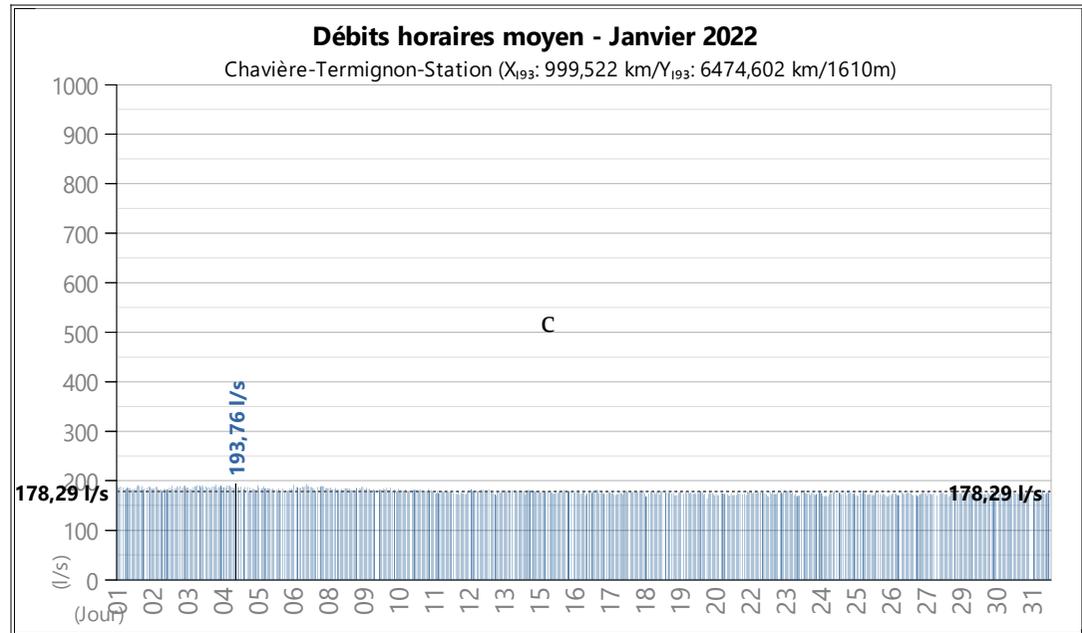
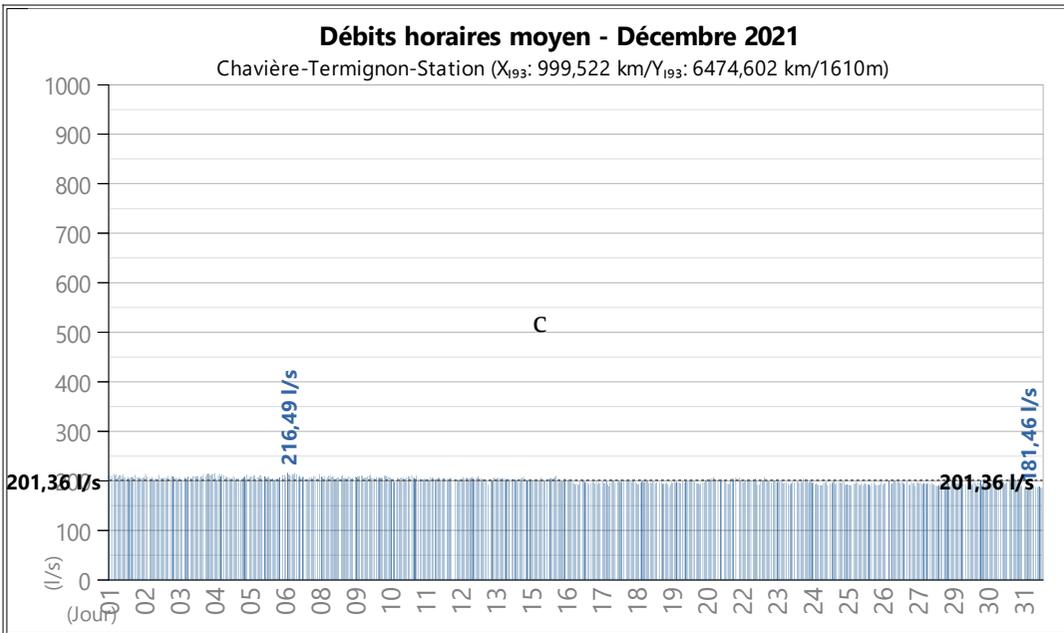
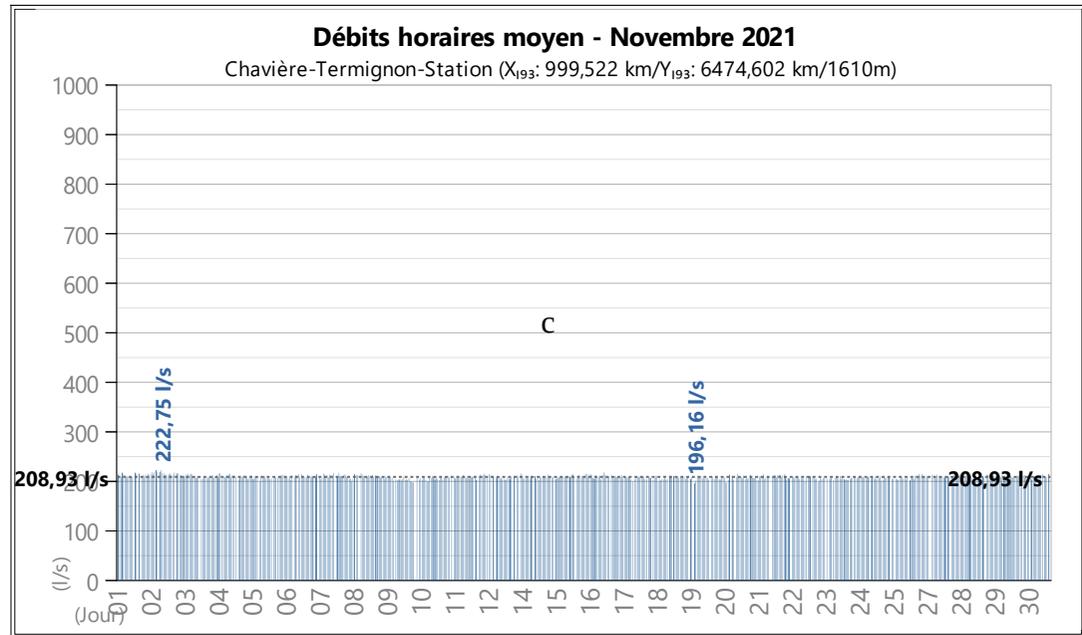
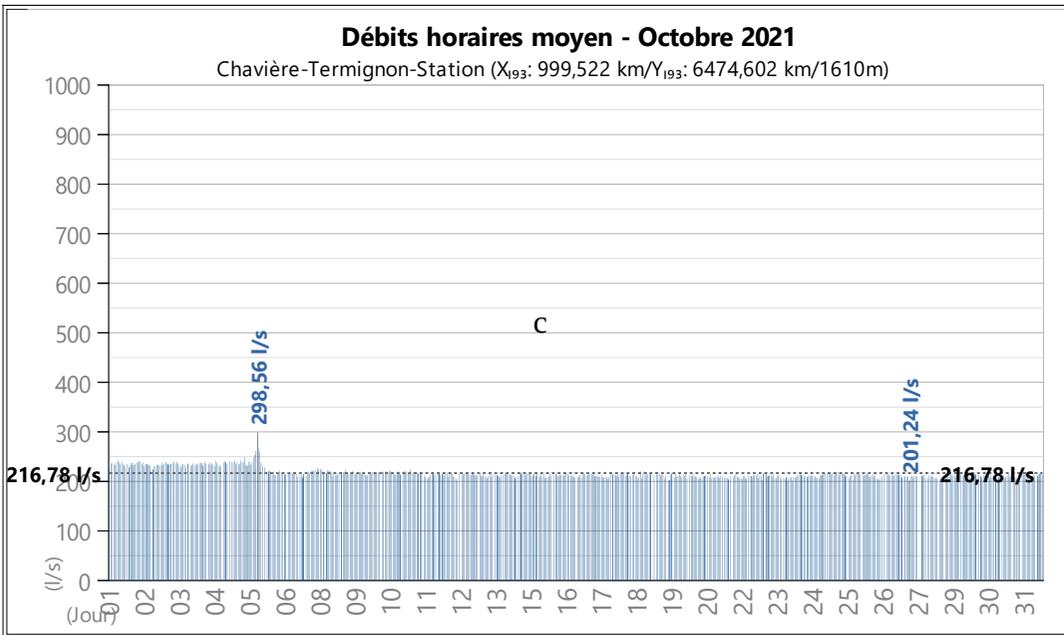
$$Y = 122,705. e^{(4,810 X)}$$

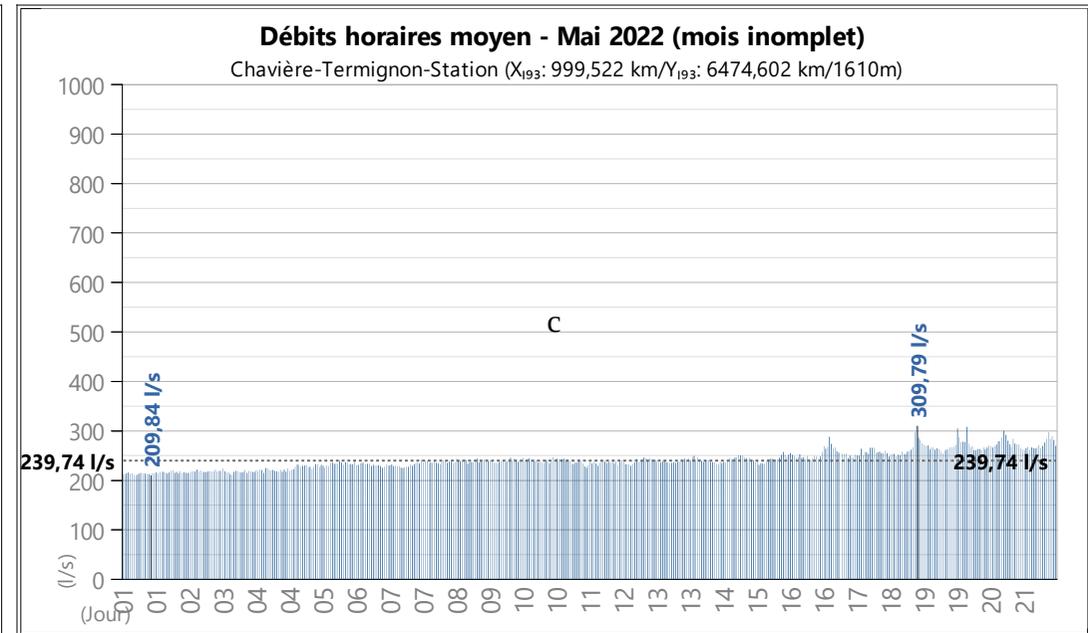
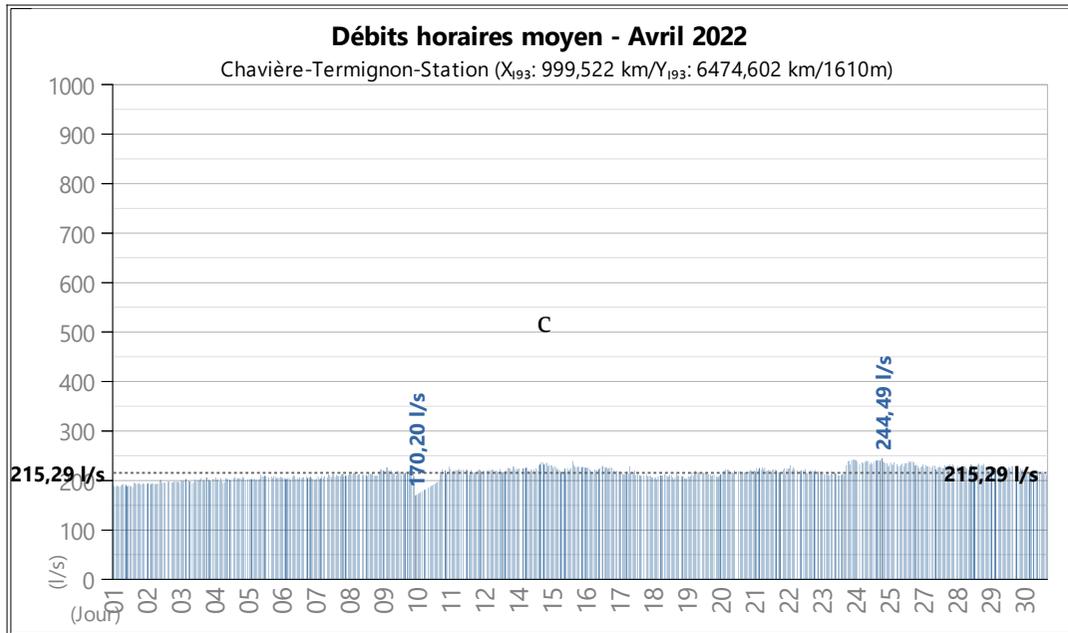
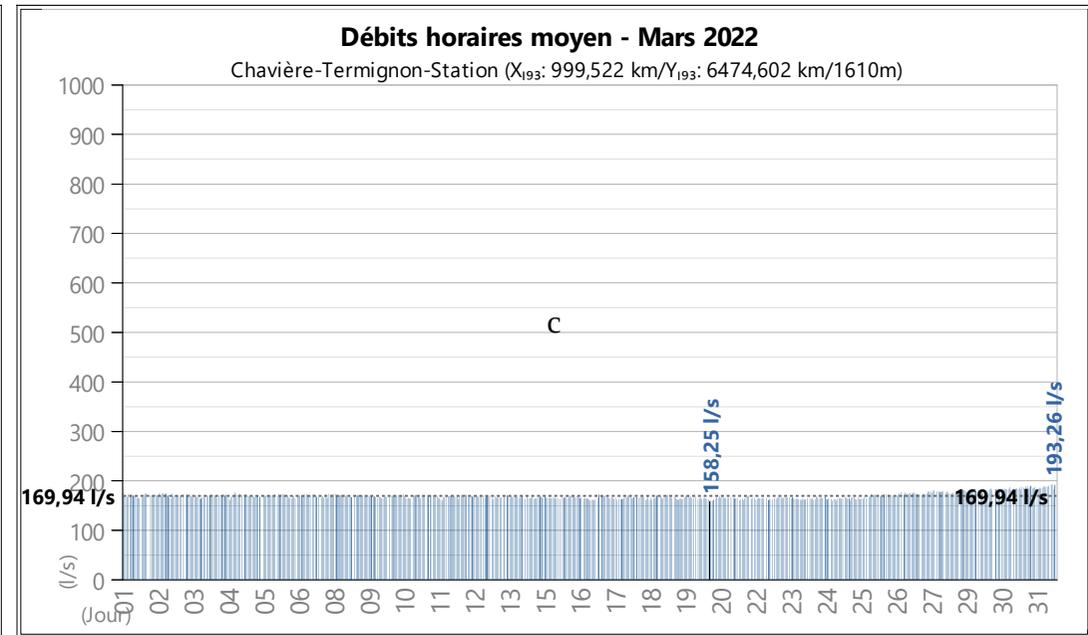
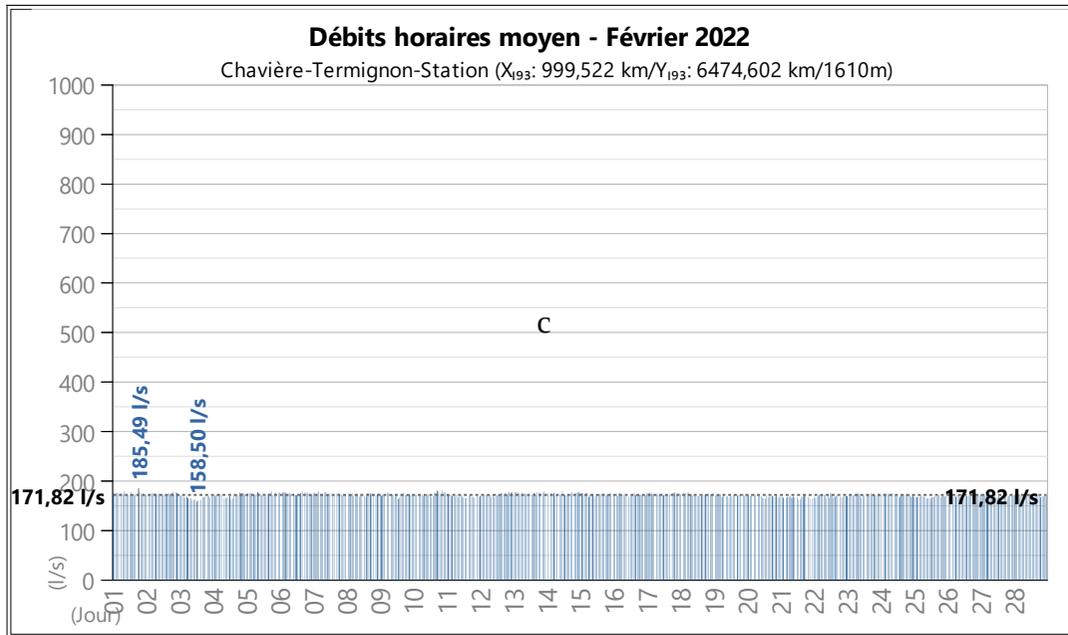


III.1.2. Débits horaires mesurés

Les débits horaires mesurés sont présentés dans les pages suivantes et sur chaque graphique apparaissent le débit horaire minimal mesuré, le débit horaire maximal mesuré et le débit horaire moyen calculé.







La synthèse des ces mesures est donnée dans le tableau :

Désignation	Date	Intervalle inf	Valeur	Intervalle sup
Débit horaire minimal	20/03/2022 à 11h00	147,08 l/s	158,25 l/s	170,28 l/s
Débit horaire maximal	06/06/2021 à 18h00	466,13 l/s	501,55 l/s	539,66 l/s
Débit horaire moyen	-	213,11 l/s	229,35 l/s	246,84 l/s

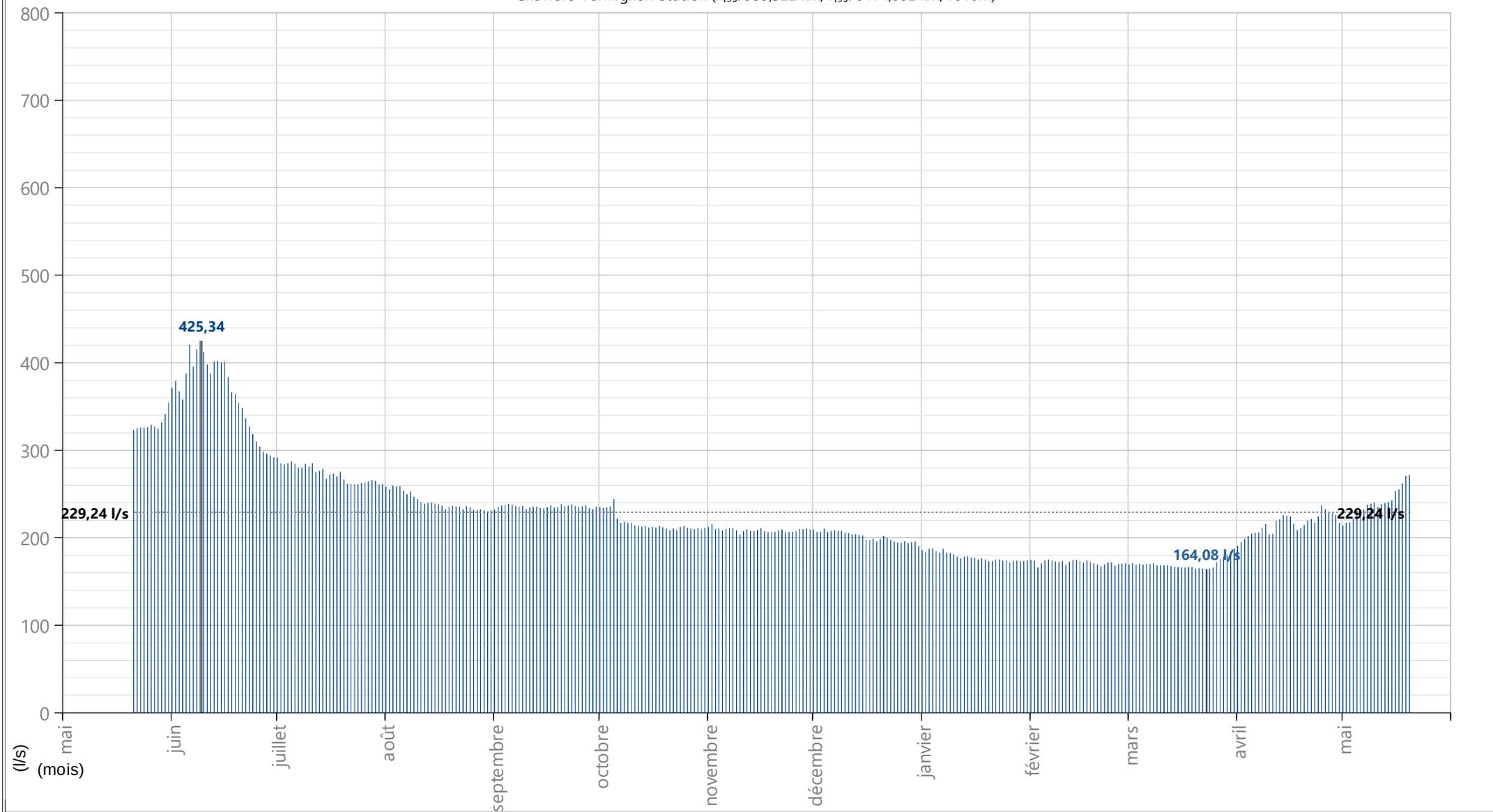
III.1.3. Débit journaliers calculés

Les débits journaliers calculés présentés à la page suivante comprennent :

- le débit journalier moyen minimal calculé,
- le débit journalier moyen maximal calculé,
- le débit journalier moyen calculé.

Débit journalier moyen - 21-05-21->20-05-22 (365 jours)

Chavière-Termignon-Station (X_{I93}: 999,522 km/Y_{I93}: 6474,602 km/1610m)

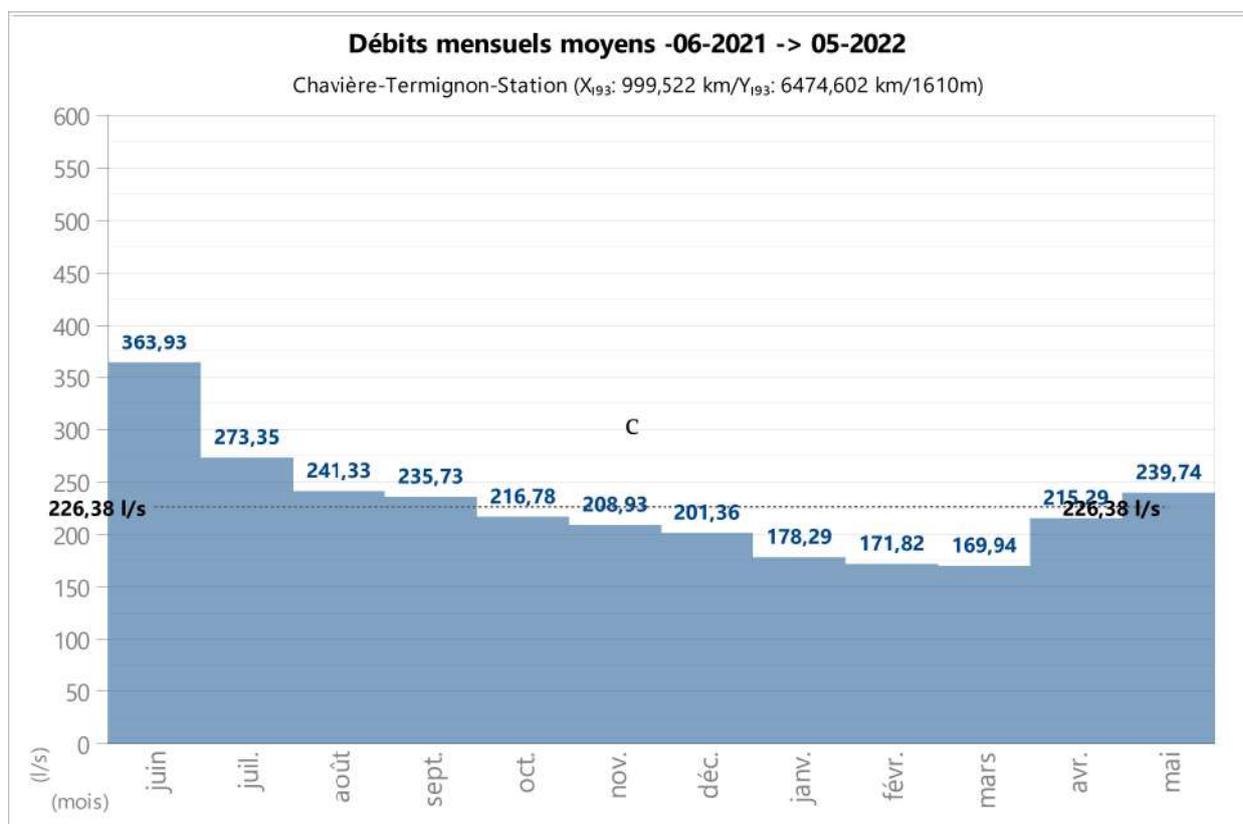


La synthèse des ces mesures est donnée dans le tableau ci-dessous :

Désignation	Date	Intervalle inf	Valeur	Intervalle sup
Débit journalier moyen minimal	23/03/2022	152,50 l/s	164,08 l/s	176,55 l/s
Débit journalier moyen maximal	09/06/2021	395,30 l/s	425,34 l/s	457,66 l/s
Débit journalier moyen	-	213,00 l/s	229,24 l/s	246,71 l/s

III.1.4. Débits mensuels moyens calculés

Ils sont donnés dans les graphiques ci-dessous (mai incomplet).



La synthèse des ces mesures est donnée dans le tableau ci-dessous :

Désignation	Date	Intervalle inf	Valeur	Intervalle sup
Débit mensuel moyen minimal	Mars 2022	157,93 l/s	169,94 l/s	182,85 l/s
Débit mensuel moyen maximal	Juin 2021	338,23 l/s	363,93 l/s	391,59 l/s
Débit mensuel moyen	-	210,39 l/s	226,38 l/s	243,58 l/s

III.2. Résultats des mesures ponctuelles de débit

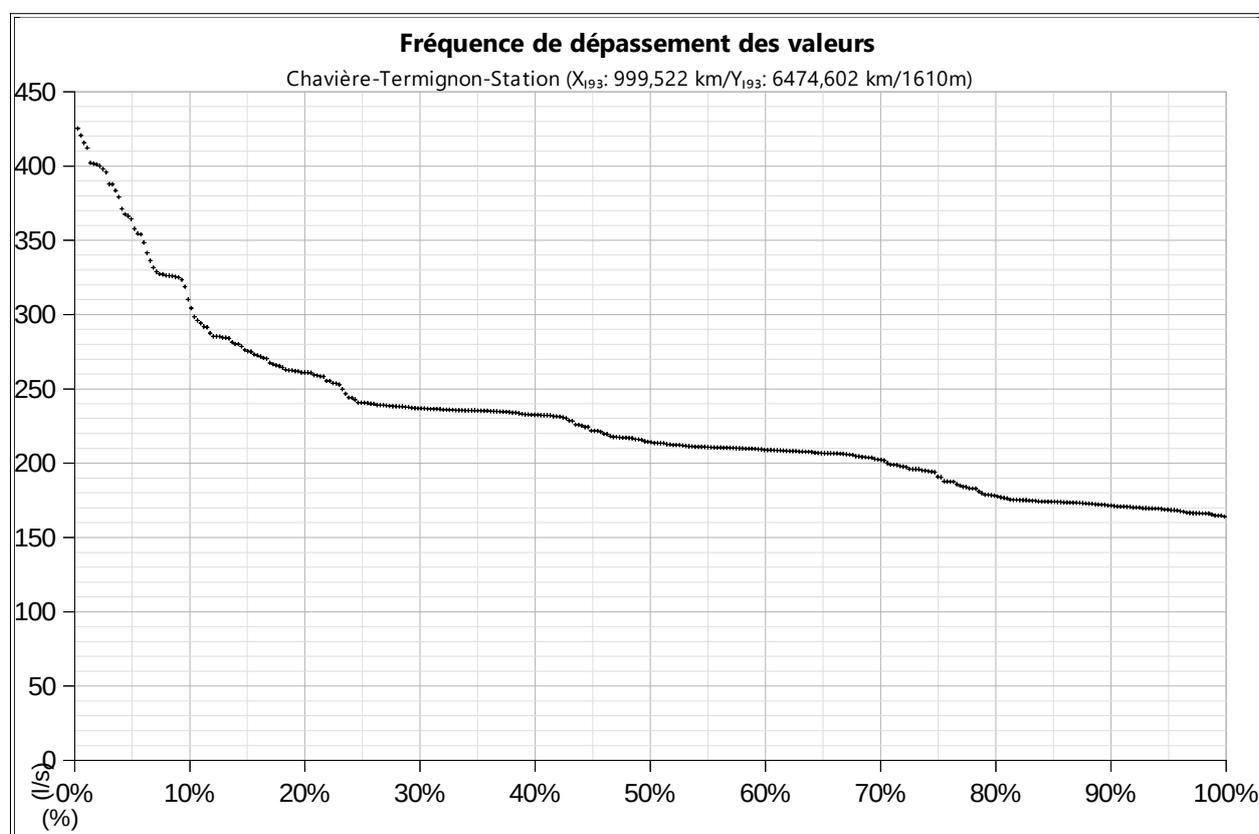
Les résultats des mesures ponctuelles de débit sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Date	Quantité injectée	Concentration moyenne mesurée	Temps de passage	Débit		
				Intervalle inf	Valeur moy	Intervalle sup
31/08/2021	1 000 g	19,09 mg/l	199 s	259,35 l/s	263,26 l/s	267,25 l/s
02/12/2021	1 000 g	24,97 mg/l	190 s	207,58 l/s	210,71 l/s	213,90 l/s
24/03/2022	1 000 g	28,39 mg/l	216 s	160,59 l/s	163,02 l/s	165,49 l/s
31/05/2022	1 000 g	18,40 mg/l	170 s	314,90 l/s	319,65 l/s	324,49 l/s

IV. ANALYSE

IV.1. Courbe des débits journaliers classés

En considérant les 365 valeurs centrales de débit journaliers calculés, (21/05/2021 → 20/05/2022) la courbe des débits journaliers classés est présentée sur le graphique ci-dessous.



On peut déduire de cette courbe les caractéristiques hydrologiques suivantes :

Désignation	Débit journalier mesuré (valeurs centrales) 21/05/21 → 20/05/22
Q99,9	164,08 l/s
Q90	171,51 l/s
Q50	214,04 l/s
Q0,1	412,15 l/s

Ce tableau nous montre qu'entre le 21 mai 2021 et le 20 mai 2022:

- le débit de 164,08 l/s a été dépassé 99,9 % du temps, soit au moins 364 jours,
- le débit de 171,51 l/s a été dépassé 90% du temps, soit au moins 328 jours,
- le débit de 214,04 l/s a été dépassé 50% du temps, soit au moins 182 jours,
- le débit de 412,15 l/s a été dépassé 1% du temps, soit 3 jours.

IV.2. Débits caractéristiques

Les débits caractéristiques du cycle de mesures (21/05/2021 → 20/05/2022) sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Désignation	Valeur
Débit journalier moyen	229,24 l/s [213,00 ; 246,71]
Débit spécifique	19,07 l/s/km ²
Débit mensuel minimal [Mars]	169,94 l/s [157,93 ; 182,85]
VCN ₃₀ [23/02/22 → 25/03/22]*	168,19 l/s [156,31 ; 180,97]
VCN ₁₀ [16/03/22 → 25/03/22]*	165,52 l/s [153,83 ; 178,10]

* Le VCN_n est la plus faible moyenne des débits journaliers de n jours consécutifs.

Sur la période de mesures (de juin 2021 à avril 2022 – mois de mai manquant), le cumul pluviométrique mesuré par la station Météo-France de Termignon (X_{L93}: 998,994 km, Y_{L93}: 6471,133 km, Z_(MNT IGN): 1291 m ; 3,5km SO) a été de **474,9 mm**.

Sur la même période (de juin à avril), le cumul pluviométrique interannuel (6 ans) mesuré par la station Météo-France s'établit à **611,55 mm**.

Le cumul observé durant le cycle juin 2021 → Avril 2022 est le **plus faible observé** sur les 6 dernières années.

L'analyse des données interannuelles montre que les mesures ont été effectuées sur une année dont la pluviométrie est de **22% inférieure à la moyenne**.

IV.3. caractéristiques interannuelles

IV.3.1. Débits moyens annuels et mensuels

1°/ Débits moyens annuels

Nous disposons de 2 années de mesures sur cette station et les débits moyens annuels sont les suivants.

Cycle hydrologique	Débit moyen annuel	Débit spécifique moyen
1 – 21/05/2020 → 20/05/2021	330,08 l/s	27,45 l/s/km ²
2 - 21/05/2021 → 20/05/2022	229,24 l/s	19,04 l/s/km ²

Le cumul pluviométrique mesurés par la station Météo-France de Termignon située à 3,5 km au Sud-Ouest de la station a été, sur les cycles de mesures :

- inférieur de **11 %** par rapport à la moyenne interannuelles (6 ans) pour le cycle 1,
- inférieur de **22 %** par rapport à la moyenne interannuelle (6 ans) pour le cycle 2

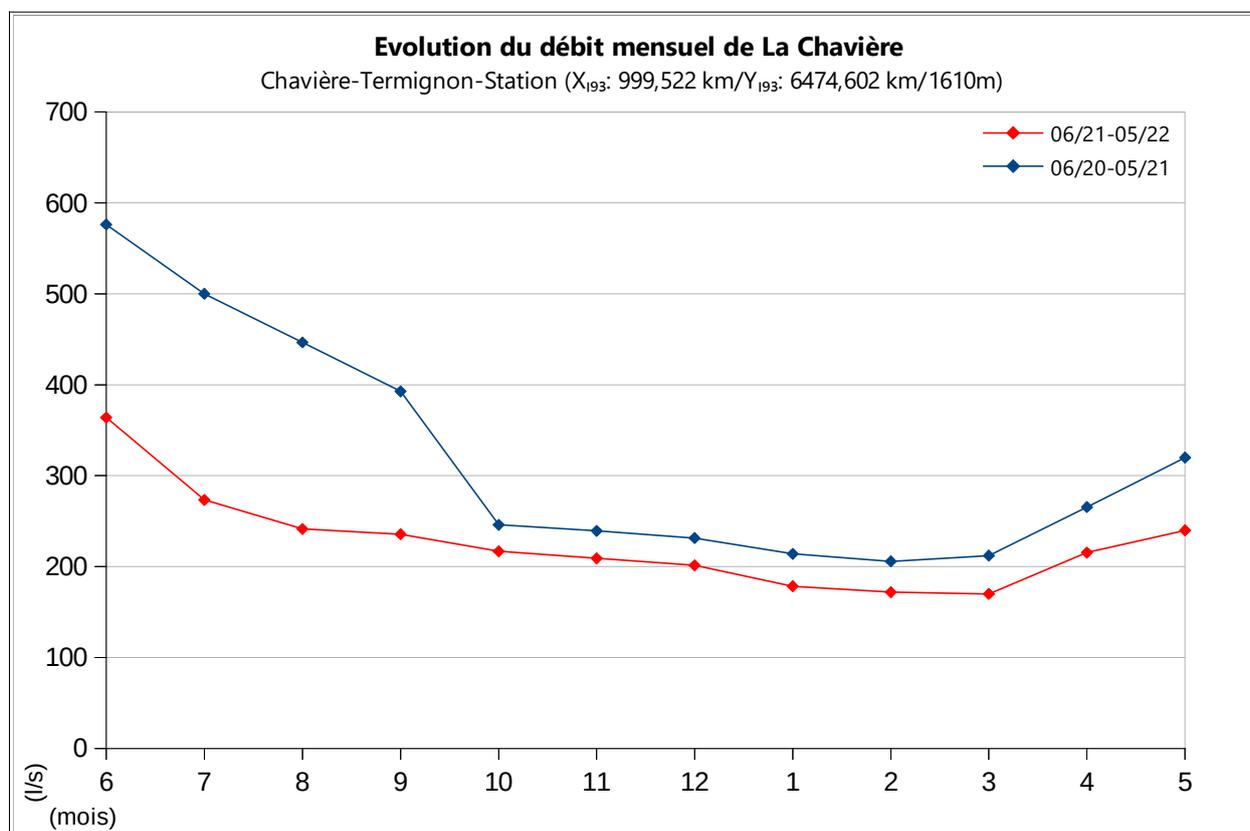
2°/ Débits moyens mensuels

Les débits moyens mensuels des 2 cycles hydrologiques que nous avons mesurés sont donnés dans le tableau et le graphique ci-dessous.

	1- 21/05/2020 → 20/05/2021	2- 21/05/2021 → 20/05/2022
Juin	576,00 l/s	364,00 l/s
Juillet	500,00 l/s	273,00 l/s
Août	446,00 l/s	241,00 l/s
Septembre	393,00 l/s	236,00 l/s
Octobre	246,00 l/s	217,00 l/s
Novembre	239,00 l/s	209,00 l/s
Décembre	231,00 l/s	201,00 l/s
Janvier	214,00 l/s	178,00 l/s
Février	206,00 l/s	172,00 l/s

	1- 21/05/2020 → 20/05/2021	2- 21/05/2021 → 20/05/2022
Mars	212,00 l/s	170 l/s
Avril	266,00 l/s	215 l/s
Mai	318,00 l/s	240 l/s*

* : mois incomplet



IV.3.2. Débits caractéristiques interannuels

Les débits caractéristiques interannuels sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Désignation	Valeur
Débit moyen interannuel	280 l/s
Débit spécifique	23,29 l/s/km ²
Débit mensuel minimal	169,94 l/s [Mars 2022]
VCN ₃₀	168,19 l/s [23/02/22 → 25/03/23]
VCN ₁₀	165,52 l/s [16/03/22 → 25/03/22]

V. CONCLUSION

Nous avons installé le 20 mai 2020 pour la société CAYROL INTERNATIONAL une station de mesure de débit sur la Chavière, sur la commune de Val-Cenis-Termignon, au point de coordonnées suivantes :

- $X_{L93} = 999,522$ km,
- $Y_{L93} = 6474,602$ km,
- $Z = 1610$ m.

Le ruisseau de la Chavière à fait l'objet de 17 mesures de débit ponctuelles dont 6 de calibrage de la station entre mars 2019 et mai 2021.

Il a fait l'objet de 4 mesures de calibrage entre mai 2021 et mai 2022.

La hauteur d'eau en amont du déversoir a été suivie par un enregistreur piézométrique à raison d'une mesure toutes les heures.

Les résultats et analyse des mesures effectuées sur la seconde année de mesures (21/05/21 → 20/05/22), sont les suivants :

- Débit moyen annuel : 229,24 l/s,
- Débit spécifique : 19,07 l/s/km²,
- Débit minimal journalier: 164,08 l/s,
- Débit maximal journalier: 425,34 l/s,
- Débit minimal mensuel (VCN₃₀) : 168,19 l/s.

Sur les 2 années de mesures, le débit moyen annuel s'établit à **280 l/s** et le débit spécifique à 23,29 l/s/km².

Sur le premier cycle de mesure (21/05/20 → 20/05/21), le cumul pluviométrique mesuré par la station météorologique de Termignon était de **11 %** inférieur à la moyenne interannuelle établie sur 6 ans.

Sur le second cycle de mesure (21/05/21 → 20/05/22), celui-ci était de **22 %** inférieur à la moyenne interannuelle établie sur 6 ans.

CAYROL
INTERNATIONAL
L'énergie par nature



CAYROL International
170, route de la Combe
73 220 Argentine

Bureau d'études



29, place Pierre Bonnet
73460 Grésy-sur-Isère
04-79-31-21-03
contact@coherence-eau.fr
www.coherence-eau.fr

INTÉGRATION DES MESURES DE LA STATION DE LA CHAVIERE A TERMIGNON A L'ÉTUDE HYDROLOGIQUE HYDRATEC

Mémoire d'étude

Sarl au capital de 5000 €
RCS Chambéry : 518 386 511 Code APE : 7112 B

E 19-08-D2_V5

Juin 2022

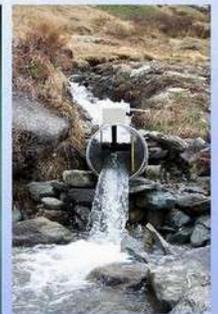
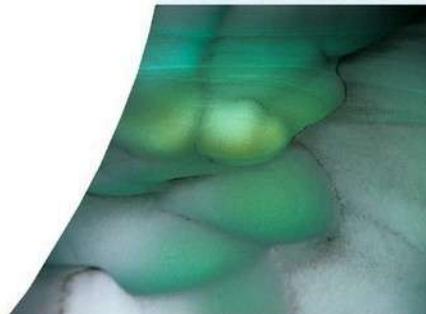


TABLE DES MATIÈRES

I. INTRODUCTION.....	5
II. PRÉSENTATION.....	6
II.1. Le ruisseau de la Chavière à Termignon.....	6
II.2. La station de mesure de débit en continu.....	6
II.3. L'hydrologie de la Chavière (06/20 → 05/22).....	7
II.3.1. Les mesures ponctuelles.....	7
II.3.2. Les mesures continues.....	7
II.3.3. Les débits caractéristiques.....	8
II.4. L'étude hydrologique d'HYDRATEC.....	8
II.4.1. Les stations de références.....	8
II.4.2. Les débits moyens mensuels.....	9
II.4.3. Les débits caractéristiques.....	9
III. ANALYSE.....	10
III.1. Comparaison des débits de la Chavière aux stations de référence.....	10
III.1.1. Préambule.....	10
III.1.2. Les mesures ponctuelles.....	10
III.1.3. Les débits journaliers du mois d'été.....	12
III.1.4. Les débits mensuels.....	14
III.1.5. Le débit annuel.....	16
III.1.6. Synthèse.....	16
III.2. Détermination des débits caractéristiques.....	17
III.2.1. Préambule.....	17
III.2.2. Le débit moyen interannuel (Module).....	17
III.2.3. Le débit minimal mensuel de retour 2 et 5 ans ($QMNA_2$; $QMNA_5$).....	17
III.2.4. Le débit moyen minimal sur 10 jours de retour 2 et 5 ans (VCN_{10} biennal et quinquennal).....	19
IV. CONCLUSION.....	20

I. INTRODUCTION

Dans le cadre d'un projet d'hydroélectricité, la société CAYROL a confié à HYDRATEC la réalisation d'une étude hydrologique des cours d'eau de la Chavière et du Doron sur Termignon (Commune déléguée de Val-Cenis).

Dans cette étude, datée du 26 janvier 2019, HYDRATEC a déterminé, à partir d'une comparaison à 5 stations de mesures existantes, les caractéristiques de référence des cours d'eau (Module, Débit minimal mensuel de retour 2 ans, 5 ans, Débit moyen minimal sur 10 jours consécutifs de retour 2 ans et 5 ans).

Suite à cette étude et toujours dans le cadre de ce projet, CAYROL nous a confié le 14 mars 2019 la réalisation de mesures ponctuelles de débit du cours d'eau de la Chavière par dilution chimique et le 22 novembre 2019 l'installation d'une station de mesure de débit en continu sur ce même cours d'eau.

Les mesures ponctuelles ont été réalisées entre le 28 mars 2019 et le 21 avril 2020.

La station de mesures a été réalisée le 20 mai 2020.

Le dossier *Cohérence/E 19-08.1/Juin 2021* fait état des résultats et analyses des mesures réalisées entre le 21/05/20 et le 20/05/21 et détermine l'hydrologie de ce cycle.

Le 16 juin 2021, CAYROL a souhaité que les mesures en continu soit poursuivies sur une année supplémentaire et nous en a confié la réalisation.

Le dossier *Cohérence/E 19-08-D4_V1/Juin 2022* fait état des résultats et analyses des mesures réalisées entre le 21/05/21 et le 20/05/22 et détermine l'hydrologie de ce cycle.

La société CAYROL a enfin souhaité que l'étude hydrologique d'Hydratec soit mise en perspective par la prise en compte des cycles de mesures « 21/05/20 → 20/05/21 » et « 21/05/21 → 20/05/22 » et nous a confié cette mission le 23 juin 2022.

Ce dossier présente les résultats de cette étude.

II. PRÉSENTATION

II.1. Le ruisseau de la Chavière à Termignon

Les données cartographiques mise à notre disposition par l'Institut Géographique National nous montrent que le cours d'eau de la Chavière est un affluent rive gauche du Doron de Termignon, lui même affluent rive droite de l'Arc.

Sa longueur, en amont de la station de mesure, est de 4,5 km et draine un bassin versant topographique de 12,024 km² dont l'altitude maximale atteint 3136 m (Pointe du Grand Vallon).

II.2. La station de mesure de débit en continu

La station de mesure de débit est située au point dont les coordonnées sont les suivantes :

- $X_{L93} = 999,522$ km,
- $Y_{L93} = 6474,602$ km,
- $Z = 1610$ m.

Elle est constituée des élément suivants :

- Un déversoir de section rectangulaire dont les caractéristiques sont les suivantes :
 - $B = 1,05$ m,
 - $H = 0,68$ m
- Un capteur/enregistreur piézométrique dont les caractéristiques sont les suivantes :
 - Plage de mesure : 0 à 1 bar (0 – 10,22 mC.E.) ;
 - Précision : 5 mmC.E.,
 - périodicité : 1 enregistrement toutes les heures.

Elle a fait l'objet de 6 visites de contrôle, calibrage et relève sur ce cycle de mesures aux dates suivantes :

- le 20 mai 2020,
- le 18 juin 2020,
- le 09 septembre 2020,

- le 19 novembre 2020,
- le 11 mars 2021,
- le 27 mai 2021,
- le 31 août 2021,
- le 02 décembre 2021,
- le 24 mars 2022,
- le 31 mai 2022.

II.3. L'hydrologie de la Chavière (06/20 → 05/22)

II.3.1. Les mesures ponctuelles

Les résultats des mesures ponctuelles et de calage, effectuées au droit de la station de mesures, sont données dans le tableau ci-dessous.

2019	Débit		2020	Débit		2021	Débit		2021	Débit
			7/01	222,20 l/s						
			25/02	234,98 l/s						
28/03	206,31 l/s					11/03	226,73 l/s		24/03	163,02 l/s
			21/04	314,12 l/s						
02/05	215,66 l/s		20/05	781,79 l/s		27/05	343,14 l/s		31/05	319,65 l/s
07/06	548,85 l/s		18/06	644,67 l/s						
09/07	363,24 l/s									
21/08	284,58 l/s					31/08	263,26 l/s			
20/09	276,89 l/s		09/09	403,18 l/s						
18/10	295,01 l/s									
18/11	281,48 l/s		19/11	191,22 l/s						
						02/12	210,71 l/s			

II.3.2. Les mesures continues

1°/ 21/05/20 → 20/05/21

La synthèse des résultats des mesures continues est donnée dans le tableau ci-dessous.

Désignation	Débit horaire	Débit journalier	Débit mensuel
Valeur minimale	190,4 l/s (03/02/21, 10h)	199,6 l/s (11/03/21)	205,7 l/s (02/21)
Valeur maximale	1114,8 l/s (21/5/20, 19h)	857,3 l/s (25/05/21)	576,3 (06/20)
Valeur moyenne	330,1 l/s	330,1 l/s	321,6 l/s

2°/ 21/05/21 → 20/05/22

La synthèse des résultats des mesures continues est donnée dans le tableau ci-dessous.

Désignation	Débit horaire	Débit journalier	Débit mensuel
Valeur minimale	158,2 l/s (20/03/22, 11h)	164,08 l/s (23/03/22)	169,94 l/s (03/22)
Valeur maximale	501,6 l/s (06/06/21, 18h)	425,34 l/s (09/06/21)	363,93 (06/21)
Valeur moyenne	229,35 l/s	229,24 l/s	226,38 l/s

II.3.3. Les débits caractéristiques

L'analyse des mesures effectuées nous a permis de déterminer les débits caractéristiques qui sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Désignation	21/05/20 → 20/05/21	21/05/21 → 20/05/22
Débit journalier moyen (module)	330,08 l/s	229,24 l/s
Débit spécifique	27,45 l/s/km ²	19,07 l/s/km ²
VCN ₃₀	203,55 l/s	168,19 l/s
VCN ₁₀	201,38 l/s	165,52 l/s

II.4. L'étude hydrologique d'HYDRATEC

II.4.1. Les stations de références

Afin d'évaluer les débits caractéristiques du cours d'eau de la Chavière, HYDRATEC a basé son étude sur l'application des débits spécifiques de stations de référence (données BANQUE HYDRO) à la surface du bassin versant drainé par la Chavière au point d'étude.

Les stations de références localisées sur le plan de situation annexé à ce mémoire et étudiées sont les suivantes :

- L'Isère à Val d'Isère, (Δ Dist : 20 km N-E, Δ Alt : +221 m, Δ BV : + 34 km²)

- L'Avérole à Bessans, (Δ Dist : 20 km E, Δ Alt : +340 m, Δ BV : + 33,4 km²)
- La Durance à Val-des-Près, (Δ Dist : 42 km S, Δ Alt : -250 m, Δ BV : + 191 km²)
- La Guisane au Monétier-Les-Bains, (Δ Dist : 44 km S-O, Δ Alt : - 110 m, Δ BV : + 71 km²)
- Le Doron de Bozel à la Perrière, (Δ Dist : 25 km N-O, Δ Alt : -993 m, Δ BV : + 318 km²)

HYDRATEC estime que la station de la Durance à Val-des-Près est la plus représentative de la Chavière parmi les stations étudiées.

II.4.2. Les débits moyens mensuels

Les résultats de l'application des débits spécifiques mensuels moyens au bassin versant de la Chavière sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Mois	Moyenne des stations	Station de la Durance
Janvier	130 l/s [49 - 200]	110 l/s
Février	120 l/s [38 - 190]	110 l/s
Mars	130 l/s [37 - 220]	130 l/s
Avril	230 l/s [77 - 320]	270 l/s
Mai	640 l/s [500 - 780]	720 l/s
Juin	1100 l/s [880 - 1500]	880 l/s
Juillet	1000 l/s [440 - 1800]	450 l/s
Août	680 l/s [230 - 1100]	230 l/s
Septembre	420 l/s [190 - 610]	190 l/s
Octobre	290 l/s [220 - 360]	210 l/s
Novembre	200 l/s [130 - 280]	180 l/s
Décembre	160 l/s [74 - 230]	130 l/s

II.4.3. Les débits caractéristiques

Les résultats de l'application des débits spécifiques de référence des stations prises en compte au bassin versant de la Chavière sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Désignation	Moyenne des stations	Station de la Durance
Module	430 l/s [300 - 520]	300 l/s
QMNA ₅	95 l/s [26 - 160]	85,2 l/s

Désignation	Moyenne des stations	Station de la Durance
QMNA ₂	110 l/s [33 - 180]	103,2 l/s
VCN ₁₀ quinquennal	87 l/s [23 - 160]	79,2 l/s
VCN ₁₀ biennal	100 l/s [29 - 170]	98,4 l/s

III. ANALYSE

III.1. Comparaison des débits de la Chavière aux stations de référence

III.1.1. Préambule

Dans cette analyse, étant donné sa proximité avec notre station de mesures, nous ajouterons la station de mesures de l'Arc à Lanslebourg dont les caractéristiques sont les suivantes :

- L'Arc à Lanslebourg, (Δ Dist : 5,5 km N-E, Δ Alt : -228 m, Δ BV : + 302 km²)

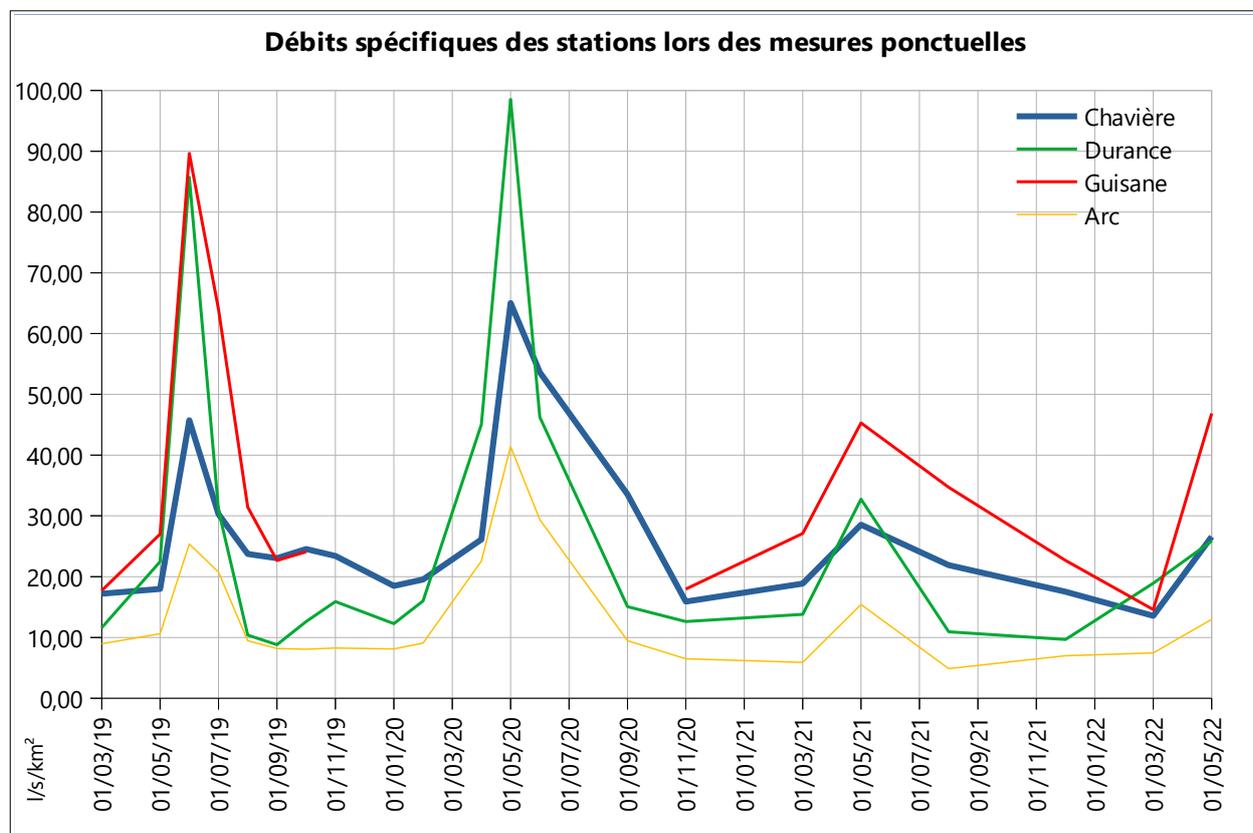
III.1.2. Les mesures ponctuelles

Le graphique et le tableau ci-dessous comparent les débits spécifiques ponctuels des stations de référence à ceux mesurés sur la Chavière entre le 28/03/2019 et le 31/08/2021, pour l'ensemble des mesures ponctuelles que nous avons réalisées.

Nous ne pouvons intégrer les stations de l'Isère à Val d'Isère, l'Avérole à Bessans et le Doron de Bozel à la Perrière car ces stations n'étaient plus en service sur la période de mesures. Nous ne disposons ainsi d'aucune données.

Débits spécifiques en l/s/km ²				
Date	Chavière	Durance	Guisane	Arc
28/03/19	17,19	11,63	17,71	8,95
02/05/19	17,97	22,46	26,99	10,61
07/06/19	45,74	85,71	89,64	25,38
09/07/19	30,27	30,94	63,98	20,73
21/08/19	23,72	10,39	31,45	9,46

Débits spécifiques en l/s/km ²				
Date	Chavière	Durance	Guisane	Arc
20/09/19	23,03	8,82	22,65	8,18
18/10/19	24,54	12,61	24,10	8,06
18/11/19	23,41	15,91		8,25
07/01/20	18,48	12,27		8,12
25/02/20	19,54	16,01		9,08
21/04/20	26,12	45,07		22,58
20/05/20	65,02	98,52		41,40
18/06/20	53,62	46,26		29,36
09/09/20	33,53	15,07		9,46
19/11/20	15,9	12,61	17,95	6,50
11/03/21	18,86	13,79	27,11	5,89
27/05/21	28,54	30,76	45,30	15,41
31/08/21	21,89	10,94	34,70	4,87
02/12/21	17,52	9,66	22,65	7,00
24/03/22	13,56	18,92	14,57	7,45
31/05/22	26,58	25,86	46,87	12,99



Le tableau ci-dessous donne, à titre de comparaison, la moyenne des rapports des débits spécifiques et les écarts-types correspondants.

Rapport des débits spécifiques (Chavière / stations)			
Désignation	Durance	Guisane	Arc
Moyenne	1,39	0,774	2,36
Écart-type	0,63	0,19	0,81

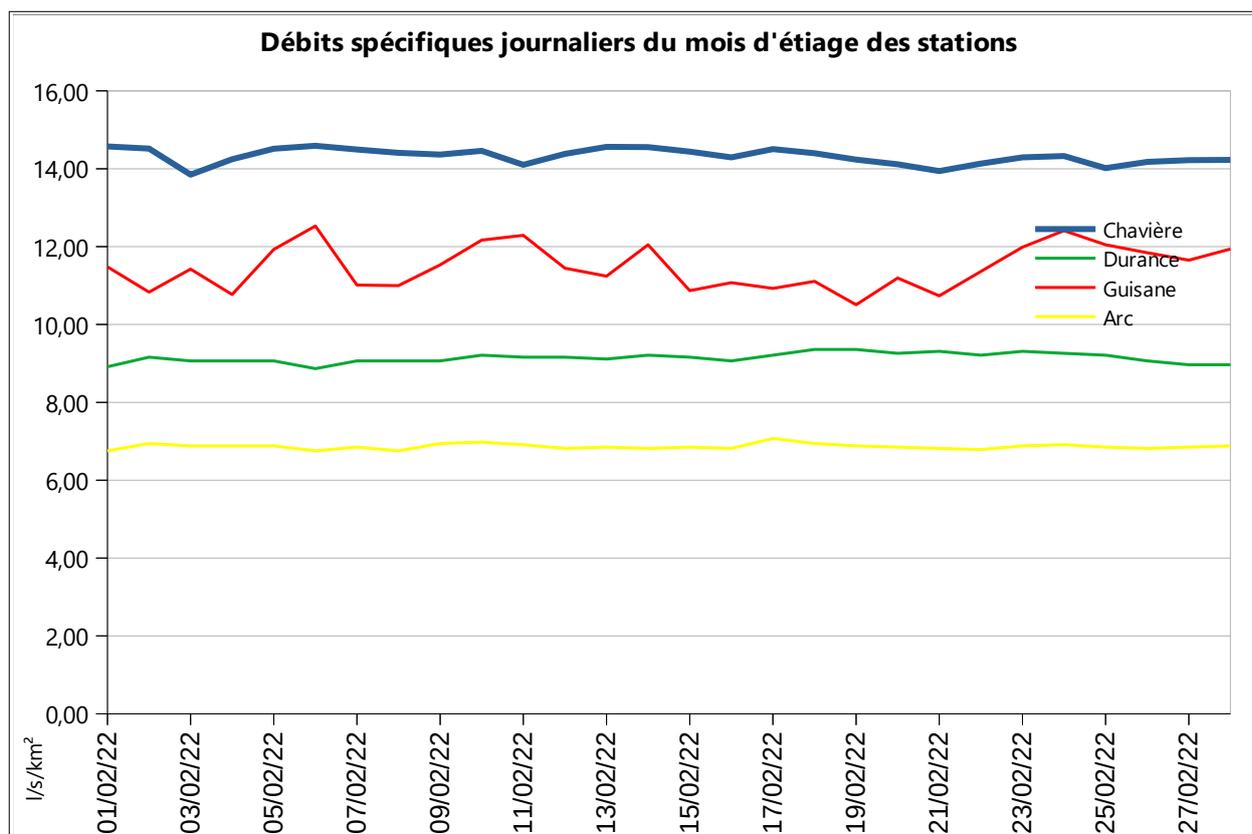
Sur la base de cette analyse, la station de la **Guisane** au Monétier-Les-Bains montre les variations de débit spécifique les plus proches de celles de la Chavière. Toutefois, les statistiques pour cette dernière sont faites avec un nombre inférieur de valeur (13).

III.1.3. Les débits journaliers du mois d'été

Etant donné que notre objectif premier est la détermination des débits caractéristiques d'été, le graphique et le tableau ci-dessous comparent les débits spécifiques journaliers du mois d'été des stations de référence à ceux mesurés sur la Chavière, c'est à dire le mois de février.

Débits spécifiques en l/s/km²				
Date	Chavière	Durance	Guisane	Arc
01/02/22	14,57	8,92	11,48	6,75
02/02/22	14,52	9,16	10,83	6,94
03/02/22	13,85	9,06	11,42	6,88
04/02/22	14,25	9,06	10,77	6,88
05/02/22	14,51	9,06	11,93	6,88
06/02/22	14,59	8,87	12,53	6,75
07/02/22	14,49	9,06	11,01	6,85
08/02/22	14,41	9,06	11,00	6,75
09/02/22	14,37	9,06	11,53	6,94
10/02/22	14,46	9,21	12,17	6,97
11/02/22	14,10	9,16	12,29	6,91
12/02/22	14,38	9,16	11,45	6,82
13/02/22	14,56	9,11	11,24	6,85
14/02/22	14,56	9,21	12,05	6,82
15/02/22	14,44	9,16	10,87	6,85

Débits spécifiques en l/s/km ²				
Date	Chavière	Durance	Guisane	Arc
16/02/22	14,29	9,06	11,07	6,82
17/02/22	14,50	9,21	10,93	7,07
18/02/22	14,40	9,36	11,11	6,94
19/02/22	14,23	9,36	10,51	6,88
20/02/22	14,12	9,26	11,19	6,85
21/02/22	13,94	9,31	10,73	6,82
22/02/22	14,13	9,21	11,36	6,78
23/02/22	14,29	9,31	11,99	6,88
24/02/22	14,33	9,26	12,41	6,91
25/02/22	14,01	9,21	12,05	6,85
26/02/22	14,17	9,06	11,84	6,82
27/02/22	14,22	8,97	11,65	6,85
28/02/22	14,23	8,97	11,94	6,88



Le tableau ci-dessous donne, à titre de comparaison, la moyenne des rapports des débits spécifiques et les écarts-types correspondants.

Rapport des débits spécifiques (Chavière / stations)			
Désignation	Durance	Guisane	Arc
Moyenne	1,567	1,250	2,087
Écart-type	0,03	0,06	0,04

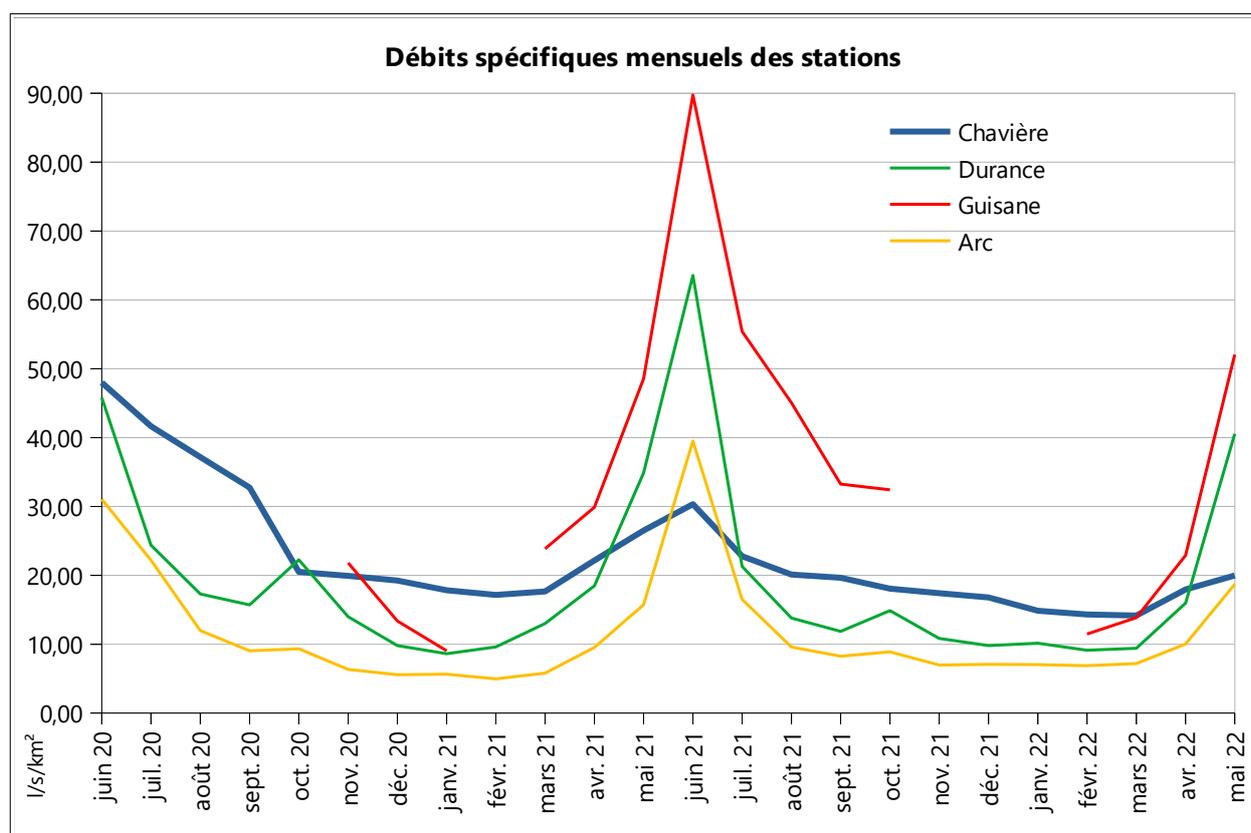
Sur la base de cette analyse, la station de la **Durance** à Val-des-Près montre les variations de débit spécifique les plus proches de celles de la Chavière.

III.1.4. Les débits mensuels

Le graphique et le tableau ci-dessous comparent les débits spécifiques mensuels des stations de référence à ceux mesurés sur la Chavière entre le 21/05/2020 et le 20/05/2021.

Débits spécifiques en l/s/km²				
Date	Chavière	Durance	Guisane	Arc
Juin 2020	48,0	11,63	17,71	8,95
Juillet 2020	41,7	22,46	26,99	10,61
Août 2020	37,2	85,71	89,64	25,38
Septembre 2020	32,8	30,94	63,98	20,73
Octobre 2020	20,5	10,39	31,45	9,46
Novembre 2020	19,9	8,82	22,65	8,18
Décembre 2020	19,3	12,61	24,10	8,06
Janvier 2021	17,8	15,91		8,25
Février 2021	17,2	12,27		8,12
Mars 2021	17,7	16,01		9,08
Avril 2021	22,2	45,07		22,58
Mai 2021	26,5	98,52		41,40
Juin 2021	30,3	63,55	89,76	39,49
Juillet 2021	22,8	21,28	55,42	16,50
Août 2021	20,1	13,79	45,06	9,59
Septembre 2021	19,6	11,87	33,25	8,25
Octobre 2021	18,1	14,88	32,41	8,89
Novembre 2021	17,4	10,84		6,97

Débits spécifiques en l/s/km ²				
Date	Chavière	Durance	Guisane	Arc
Décembre 2021	16,8	9,80		7,07
Janvier 2022	14,9	10,15		7,04
Février 2022	14,3	9,11	11,48	6,88
Mars 2022	14,2	9,41	13,86	7,20
Avril 2022	17,9	15,96	22,89	10,03
Mai 2022	20,0	40,54	52,05	18,69



Le tableau ci-dessous donne, à titre de comparaison, la moyenne des rapports des débits spécifiques et les écarts-types correspondants.

Rapport des débits spécifiques (Chavière / stations)			
Désignation	Durance	Guisane*	Arc
Moyenne	1,409	0,809	2,299
Écart-type	0,47	0,45	0,77

* Les calculs ont été effectués avec un nombre de valeurs inférieurs aux autres stations, les données n'étant pas disponibles.

Sur la base de cette analyse, la station de la **Durance** à Val-des-Près montre les variations de débit spécifique les plus proches de celles de la Chavière.

L'écart-type du rapport entre la Chavière et la Guisane montre une valeur inférieure à celui de la Durance, mais le calcul a été effectué sur un nombre de valeur inférieur (15)

III.1.5. Le débit annuel

Le tableau ci-dessous compare les débits spécifiques annuels des stations de référence à celui mesuré sur la Chavière entre le 21/05/2020 et le 20/05/2021.

Débits spécifiques en l/s/km²				
Date	Chavière	Durance	Guisane	Arc
21/05/20 → 20/05/21	27,45	20,61	-	11,37
21/05/21 → 20/05/22	19,07	19,26	-	12,21

Rapport des débits spécifiques (Chavière / stations)			
Désignation	Durance	Guisane	Arc
21/05/20 → 20/05/21	1,33	-	2,41
21/05/21 → 20/05/22	0,99		1,56
MOYENNE	1,16		1,99

III.1.6. Synthèse

L'analyse des débits spécifiques des différentes stations nous montrent :

- que la **Guisane** montre une variation des débits spécifiques proche de celle de la Chavière pour les mesures ponctuelles, avec toutefois des statistiques effectuées sur un nombre de valeur inférieur aux autres stations, les données étant manquantes,
- que la **Durance** montre une variation des débits spécifiques proche de celle de la Chavière pour les débits journaliers du mois d'étiage,
- que la **Durance** montre une variation des débits spécifiques proche de celle de la Chavière pour les débits mensuels de la période de mesure.

Etant donné que la finalité de cette comparaison est la détermination des débits d'étiage de référence et du module du cours d'eau de la Chavière, nous retiendrons la station de la **Durance** à Val-des-Près comme station de référence et base de nos calculs.

III.2. Détermination des débits caractéristiques.

III.2.1. Préambule

Afin de calculer les débits caractéristiques du ruisseau de la Chavière au niveau du point de mesure, nous allons appliquer aux débits spécifiques de référence de la station de la Durance à Val-des-Près le rapport des débits spécifiques issu des mesures que nous avons faites.

III.2.2. Le débit moyen interannuel (Module)

Le module interannuel (sur 72 ans) de la Durance à Val-des-Près est de 5,1 m³/s [4,8 ; 5,5] soit un débit spécifique de **25,1 l/s/km²** [23,64 ; 27,09] (BV de 203 km²).

Le rapport des débits spécifiques moyens annuel entre la Chavière et la Durance est de **1,16**.

L'estimation du module du cours d'eau de la Chavière au droit de la station de mesures est donnée dans le tableau ci-dessous.

Désignation	Valeur basse	Valeur moyenne	Valeur haute
Débit spécifique moyen	27,42 l/s/km ²	29,12 l/s/km²	31,42 l/s/km ²
Module	329,07 l/s	349,39 l/s	377,09 l/s

A titre de comparaison, le **débit moyen annuel** de la Chavière entre le 21/05/20 et le 20/05/21 a été mesuré à **330,1 l/s** et entre le 21/05/21 et le 20/05/22 à **229,2 l/s**.

La valeur du module déterminée par HYDRATEC est de 430 l/s [300; 520].

III.2.3. Le débit minimal mensuel de retour 2 et 5 ans (QMNA₂ ; QMNA₅)

1°/ QMNA₂

Le débit minimal mensuel de retour 2 ans (sur 72 ans) de la Durance à Val-des-Près est de 1,75 m³/s [1,65 ; 1,85] soit un débit spécifique de **8,62 l/s/km²** [812; 9,11] (BV de 203 km²).

Le rapport des débits spécifiques du mois d'étiage entre la Chavière et la Durance est de **1,57**.

L'estimation du QMNA₂ du cours d'eau de la Chavière au droit de la station de mesures est donnée dans le tableau ci-dessous.

Désignation	Valeur basse	Valeur moyenne	Valeur haute
Débit spécifique moyen	12,75 l/s/km ²	13,53 l/s/km²	14,30 l/s/km ²
QMNA ₂	152,98 l/s	162,40 l/s	171,63 l/s

A titre de comparaison, le **débit mensuel minimal** de la Chavière entre le 21/05/20 et le 20/05/22 a été mesuré à **169,9 l/s**.

La valeur du QMNA₂ déterminée par HYDRATEC est de 110 l/s [33; 180].

1°/ QMNA₅

Le débit minimal mensuel de retour 5 ans (sur 72 ans) de la Durance à Val-des-Près est de 1,45 m³/s [1,35 ; 1,54] soit un débit spécifique de **7,14 l/s/km²** [6,65; 7,58] (BV de 203 km²).

Le rapport des débits spécifiques du mois d'étiage entre la Chavière et la Durance est de **1,57**.

L'estimation du QMNA₅ du cours d'eau de la Chavière au droit de la station de mesures est donnée dans le tableau ci-dessous.

Désignation	Valeur basse	Valeur moyenne	Valeur haute
Débit spécifique moyen	10,44 l/s/km ²	11,21 l/s/km²	11,90 l/s/km ²
QMNA ₅	125,29 l/s	134,52 l/s	142,81 l/s

A titre de comparaison, le **débit mensuel minimal** de la Chavière entre le 21/05/20 et le 20/05/22 a été mesuré à **169,9 l/s**.

La valeur du QMNA₅ déterminée par HYDRATEC est de 95 l/s [26; 160].

III.2.4. Le débit moyen minimal sur 10 jours de retour 2 et 5 ans (VCN₁₀ biennal et quinquennal

1°/VCN₁₀ biennal

Le débit moyen minimal sur 10 jours de retour 2 ans (sur 72 ans) de la Durance à Val-des-Près est de 1,66 m³/s [1,56; 1,77] soit un débit spécifique de **8,18 l/s/km²** [7,68; 8,72] (BV de 203 km²).

Le rapport des débits spécifiques du mois d'étiage entre la Chavière et la Durance est de **1,57**.

L'estimation du VCN₁₀ biennal du cours d'eau de la Chavière au droit de la station de mesures est donnée dans le tableau ci-dessous.

Désignation	Valeur basse	Valeur moyenne	Valeur haute
Débit spécifique moyen	12,06 l/s/km ²	12,84 l/s/km²	13,69 l/s/km ²
VCN ₁₀ biennal	144,69 l/s	154,11 l/s	164,28 l/s

A titre de comparaison, le **débit moyen minimal sur 10 jours** de la Chavière entre le 21/05/20 et le 20/05/22 a été mesuré à **165,52 l/s**.

La valeur du VCN₁₀ biennal déterminée par HYDRATEC est de 100 l/s [29; 170].

2°/ VCN₁₀ quinquennal

Le débit moyen minimal sur 10 jours de retour 5 ans (sur 72 ans) de la Durance à Val-des-Près est de 1,36 m³/s [1,25; 1,45] soit un débit spécifique de **6,69 l/s/km²** [6,16; 7,14] (BV de 203 km²).

Le rapport des débits spécifiques du mois d'étiage entre la Chavière et la Durance est de **1,57**.

L'estimation du VCN₁₀ quinquennal du cours d'eau de la Chavière au droit de la station de mesures est donnée dans le tableau ci-dessous.

Désignation	Valeur basse	Valeur moyenne	Valeur haute
Débit spécifique moyen	9,67 l/s/km ²	10,50 l/s/km²	11,21 l/s/km ²
VCN ₁₀ quinquennal	116,05 l/s	126,04 l/s	134,52 l/s

A titre de comparaison, le **débit moyen minimal sur 10 jours** de la Chavière entre le 21/05/20 et le 20/05/22 a été mesuré à **165,52 l/s**.

La valeur du VCN₁₀ quinquennal déterminée par HYDRATEC est de 87 l/s [23; 160]

III.3. Analyse qualitative de l'influence de la neige et de la température

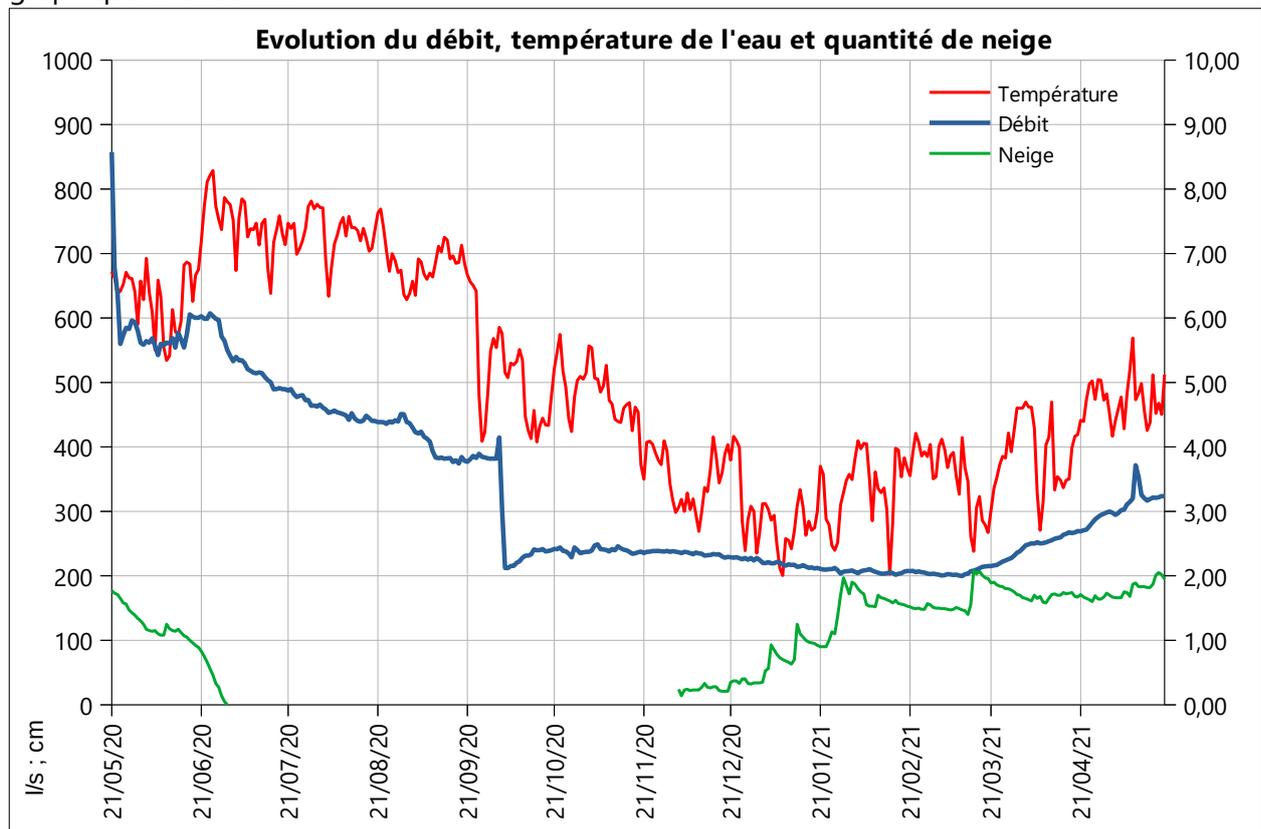
III.3.1.1. Préambule

Notre analyse est basée sur :

- les mesures de débit enregistrées en continu par l'équipement de la station de la Chavière de mai 2020 à mai 2021,
- les mesures de température de l'eau enregistrées en continu par l'équipement de la station de la Chavière,
- les mesures de hauteur de neige enregistrées en continu par Météo-France par l'équipement de la station « NIVOSE-BONNEVAL » située à 2720 m d'altitude au point de coordonnées X_{L93} : 1017, 115 km, Y_{L93} : 6480,586 km (à 18,6 km au Nord-Est de la station). De part sa proximité et son altitude, l'évolution de ces données va être représentative de celle des parties hautes du bassin versant du cours d'eau de la Chavière.

III.3.1.2. Analyse

La synthèse des valeurs de débit, température de l'eau et hauteur de neige est donnée dans le graphique ci-dessous.



On peut ainsi déduire de la comparaison de ces données que :

- l'augmentation « brutale » de la température de l'eau entre le 20 et le 24 juin est concomitante à la disparition totale de la neige. Le cours d'eau ne va dès lors plus être alimenté par la fonte de la neige,
- la baisse importante de débit observée le 3 octobre 2020 est accompagnée d'une baisse importante de la température de l'eau. Ce changement pourrait correspondre à l'arrêt d'une des alimentations du cours d'eau de la Chavière, peut-être dû à l'apparition des gelées en altitude,
- l'augmentation de la hauteur de neige engendre une baisse du débit du cours d'eau. L'eau des précipitations est ainsi stockée sur les hauteurs du bassin versant et n'est pas immédiatement restituée au cours d'eau.

IV. CONCLUSION

Dans le cadre d'un projet d'hydroélectricité qu'elle mène sur le cours d'eau de La Chavière située sur Termignon (commune déléguée de Val-Cenis), la société CAYROL a souhaité que l'étude hydrologique menée par Hydratec soit mise en perspective par la prise en compte des mesures de débit ponctuelles et en continu que nous avons réalisées depuis 2019 sur le cours d'eau.

Dans son étude, Hydratec a déterminé les débits caractéristiques du cours d'eau de la Chavière en appliquant les débits spécifiques de 5 stations de mesures de références et a obtenu les valeurs suivantes :

- Module : 430 l/s [300 ; 520] ;
- QMNA₂ : 110 l/s [33 ; 180],
- QMNA₅ : 95 l/s [26; 160],
- VCN₁₀ biennal : 100 l/s [29; 170],
- VCN₁₀ quinquennal : 87 l/s [23; 160],

Les mesures ponctuelles et en continu que nous avons réalisées sur le cours d'eau de la Chavière depuis 2019 nous ont permis de

- confirmer que l'évolution du débit de la Chavière était la plus proche de celle du débit de la **Durance** à Val-des-Près,
- déterminer **le rapport de débit spécifique annuel, mensuel et journalier** pour le mois d'étiage.

Ainsi, les valeurs de débit caractéristiques que nous calculons par l'application de ces données sont les suivantes :

- Module : 349,4 l/s [329,07; 377,09] ;
- QMNA₂ : 162,4 l/s [152,98; 171,63],
- QMNA₅ : 134,52 l/s [125,29; 142,81],
- VCN₁₀ biennal : 154,11 l/s [144,69; 164,28],
- VCN₁₀ quinquennal : 126,04 l/s [116,05; 134,52],

La mise en perspective de l'étude hydrologique d'Hydratec par les mesures que nous avons effectuées depuis 2019 a permis :

- de constater une **diminution** de la valeur du module et surtout de **son intervalle d'encadrement**,
- de constater une hausse des débits d'étiage caractéristiques, mais une **diminution des intervalles d'encadrement**.

CAYROL
INTERNATIONAL
L'énergie par nature



CAYROL INTERNATIONAL
170, route de la Combe
73 220 Argentine

Bureau d'études



29, place Pierre Bonnet
73460 Grésy-sur-Isère
04-79-31-21-03
contact@coherence-eau.fr
www.coherence-eau.fr

ÉTUDE SOMMAIRE DE L'ORIGINE DE L'EAU DE LA CHAVIÈRE À TERMIGNON

Mémoire d'étude

Sarl au capital de 5000 €
RCS Chambéry : 518 386 511 Code APE : 7112 B

E 19-08/D3/V3

Novembre 2021

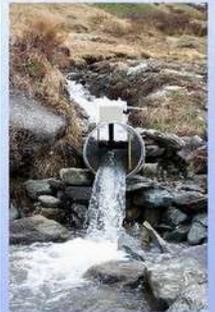
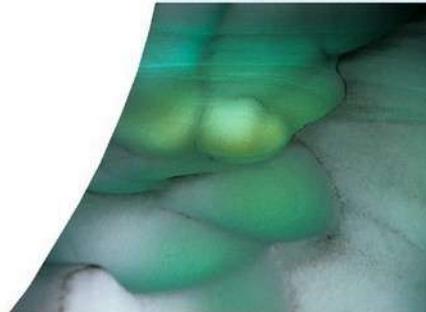


TABLE DES MATIÈRES

I. INTRODUCTION.....	5
II. PRÉSENTATION.....	5
II.1. Le torrent de la Chavière à Termignon.....	5
II.2. La station de mesure de débit en continu.....	6
III. INVESTIGATIONS RÉALISÉES.....	6
<i>III.1.1. Préambule.....</i>	6
<i>III.1.2. Description des points de mesures.....</i>	6
IV. ANALYSE.....	11
V. CONCLUSION.....	13

I. INTRODUCTION

Dans le cadre d'un projet d'hydroélectricité, la société CAYROL INTERNATIONAL nous a confié le 14 mars 2019 la réalisation de mesures ponctuelles de débit du cours d'eau de la Chavière par dilution chimique et le 22 novembre 2019 l'installation d'une station de mesure de débit en continu sur ce même cours d'eau.

Le dossier *Cohérence/E 19-08.1/Juin 2021* fait état des résultats et analyses des mesures réalisées entre le 21/05/20 et le 20/05/21 et détermine l'hydrologie de ce cycle.

Le 16 juin 2021, CAYROL INTERNATIONAL a souhaité que les mesures en continu soient poursuivies sur une année supplémentaire et nous en a confié la réalisation.

Ce cycle de mesures est actuellement en cours.

Devant la particularité de l'hydrologie de la Chavière mise en évidence par le dossier E 19-08.1 la société CAYROL INTERNATIONAL a souhaité que nous réalisions une étude sommaire de l'origine de l'eau de la Chavière.

Ce dossier présente les résultats de cette étude.

II. PRÉSENTATION

II.1. Le torrent de la Chavière à Termignon

Les données cartographiques mise à notre disposition par l'Institut Géographique National et synthétisées nous montrent que le cours d'eau de la Chavière est un affluent rive gauche du Doron de Termignon, lui même affluent rive droite de l'Arc.

Le bassin versant topographique de ce cours d'eau au niveau de la station de mesures est de 12,024 km² dont l'altitude maximale atteint 3136 m (Pointe du Grand Vallon).

II.2. La station de mesure de débit en continu

La station de mesure de débit est située au point dont les coordonnées sont les suivantes :

- $X_{L93} = 999,522$ km,
- $Y_{L93} = 6474,602$ km,
- $Z = 1610$ m.

III. INVESTIGATIONS RÉALISÉES

III.1.1. Preamble

Les investigations de terrains suivantes ont été réalisées le 27 octobre 2021 :

- mesure du débit à la station,
- parcours du lit des cours d'eau d'aval en amont,
- relevé des points caractéristiques (émergence, perte),
- mesure de la conductivité électrique de l'eau compensée à 25°C,
- mesure de la température de l'eau,
- évaluation du débit des points de mesures

III.1.2. Description des points de mesures

Le détail des mesures effectuées est donné dans le tableau ci-dessous.

Les différents points de mesures sont localisés sur le **Plan de situation** annexé à ce document.

N°	Désignation	PHOTO
1	<p>Station C (25°C) = 1140 µS/cm T° = 4,07 °C Débit : 220 l/s</p>	
2	<p>Chavière C (25°C) = 719 µS/cm T° = 4,85 °C Débit : 70 l/s</p>	
3	<p>Émergence 1 C (25°C) = 762 µS/cm T° = 5,14 °C Débit : >10 l/s</p>	

N°	Désignation	PHOTO
4	<p>Perte 1 C (25°C) = 796 µS/cm T° = 3,56 °C Débit : 2 l/s</p>	
5	<p>Chavière C (25°C) = 794 µS/cm T° = 3,8 °C Débit : 8 l/s</p>	
6	<p>Émergence 2 C (25°C) = 794 µS/cm T° = 4,35 °C Débit : >10 l/s</p>	

N°	Désignation	PHOTO
12	<p>Sallanches C (25°C) = 1331 µS/cm T° = 3,91 °C Débit : 150 l/s</p>	
13	<p>Sallanches C (25°C) = 1334 µS/cm T° = 4,37 °C</p>	
14	<p>Émergence 3 C (25°C) = 1580 µS/cm T° = 4,75 °C</p>	

N°	Désignation	PHOTO
15	<p>Émergence 4 C (25°C) = 1705 µS/cm T° = 4,8 °C</p>	
16	<p>Sallanches C (25°C) = 1005 µS/cm T° = 3,94 °C</p>	
17	<p>Sallanches C (25°C) = 296 µS/cm T° = 7,2 °C</p>	

N°	Désignation	PHOTO
18	<p>Sallanches C (25°C) = 303 µS/cm T° = 1,64 °C</p>	
19	<p>Sallanches C (25°C) = 1075 µS/cm T° = 3,8 °C</p>	

IV. ANALYSE

Le jour de notre visite (le 27 octobre 2021), le débit mesuré par la station était de **220 l/s**.

1°/ La Chavière

Par proportion des conductivités mesurées et mesure sommaire, le débit de la Chavière, en amont de la confluence du torrent des Sallanches, était de **70 l/s**.

La longueur de la partie en eau de la Chavière était de **530 m**.

En amont de l'émergence E2 et jusque Plan du Lac, le talweg de la Chavière était sec.

En aval de l'émergence E2, le débit de la Chavière est voisin de 10 l/s.

La portion E2 → P1 est une zone d'infiltration puisque le débit du torrent diminue régulièrement pour être nul en P1.

A l'émergence E1, le débit est supérieur à 10 l/s et la conductivité plus faible que celle relevée à l'émergence E2, peut signifier qu'il existe en ce point une alimentation supplémentaire à celle de E1.

Il ressort de nos investigations que la **totalité** du débit de la Chavière en amont de la confluence des Sallanches est d'origine **souterraine**.

La présence de roches solubles (Cargneules) qui favorisent les écoulements souterrains au travers de chenaux de dissolution est en partie responsable de la morphologie du torrent de la Chavière.

2°/ Les Sallanches

Par proportion des conductivités mesurées et mesure sommaire, le débit du torrent des Sallanches, en amont de la confluence avec la Chavière, était de **150 l/s**.

La longueur de la partie en eau du torrent des Sallanches était de **2030 m**.

Au niveau des points 14 et 15, les émergences E3 et E4 (rive gauche et rive droite) ont été mises en évidence au droit d'une zone de contact géologique.

Par proportion des conductivités mesurées, le débit total de ces émergences a été calculé à **80 l/s**.

La différence des conductivités des points 16 et 17/18 montre qu'une ou plusieurs émergence(s) existe(nt) entre ces 2 parties du torrent. (E5)

Par proportion des conductivités mesurées et sur l'hypothèse d'une conductivité de l'émergence E5 équivalente à celle de E3 et E4, le débit de **E5** est estimé à **55 l/s**.

Nous avons également mis à jour au point 19 un écoulement qui, d'après la photographie aérienne, émergerait à 140 m au Sud-Est du point de mesure et s'infiltrerait à 108 m au Nord-Ouest de ce point.

Il ressort de nos investigations que **90%** du débit du torrent des Sallanches est d'origine **souterraine** (135 l/s).

La présence de roches solubles (Cargneules) qui favorisent les écoulements souterrains au travers de chenaux de dissolution, et de zones de contact géologique est en partie responsable de la morphologie du torrent des Sallanches.

V. CONCLUSION

Dans le cadre d'un projet d'hydroélectricité qu'elle mène sur le cours d'eau de La Chavière située sur Termignon (commune déléguée de Val-Cenis), la société CAYROL INTERNATIONAL a souhaité, en conséquence de l'hydrologie particulière du torrent mise en évidence par l'analyse des mesures de la station actuellement en place (*Cohérence/E 19-08.1/Juin 2021*), que nous réalisons une étude sommaire de l'origine de l'eau.

Nous avons réalisé dans ce cadre une série de mesures sur le torrent de la Chavière et son affluent, le torrent des Sallanches, le 27 octobre 2021 et avons mis en évidence que :

- la proportion de débit entre la Chavière et les Sallanches était de 1/3 – 2/3,
- la longueur active du torrent de la Chavière en amont de la confluence avec le torrent des Sallanches est de 530 m,
- la longueur active du torrent des Sallanches était de 2025 m,
- la totalité du débit du torrent de la Chavière (**70 l/s**), en amont de la confluence du torrent des Sallanches était d'origine souterraine,
- 90% du débit du torrent des Sallanches (**150 l/s**) était d'origine souterraine.

Ainsi, sur les 220 l/s mesurés par la station le 27 octobre 2021, 205 provenaient d'émergences souterraines, soit **93%**.

Cette étude confirme en outre les observations antérieures que nous avons pu faire.

Ainsi, le 27 mai 2021, lors d'une visite d'entretien et de relève de la station, nous sommes montés par la route départementale au parking du Plan du Lac et avons observé que le **torrent**

de la Chavière était totalement sec au moins entre le lac et le parking du Coêtet (point n°7), alors que nous étions en période de fonte des neiges (Observation faite sur la balise NIVOSE-BONNEVAL de Météo France).

Les roches solubles (Cargneules) qui composent une partie du bassin versant, par les cavités qu'elles possèdent, sont responsables du fonctionnement particulier de ce cours d'eau.

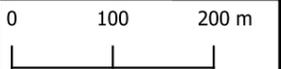
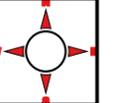
Le système d'infiltrations-émergences que nous avons mis en évidence **engendre une vitesse de transfert faible des eaux météoriques** et permet lorsque le débit d'infiltration est supérieur au débit d'émergence, de remplir les cavités et probablement d'activer des émergences temporaires.

Ce « pouvoir tampon » du bassin versant explique l'hydrologie atypique de ce cours d'eau et notamment :

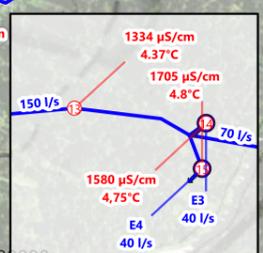
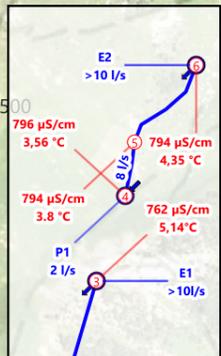
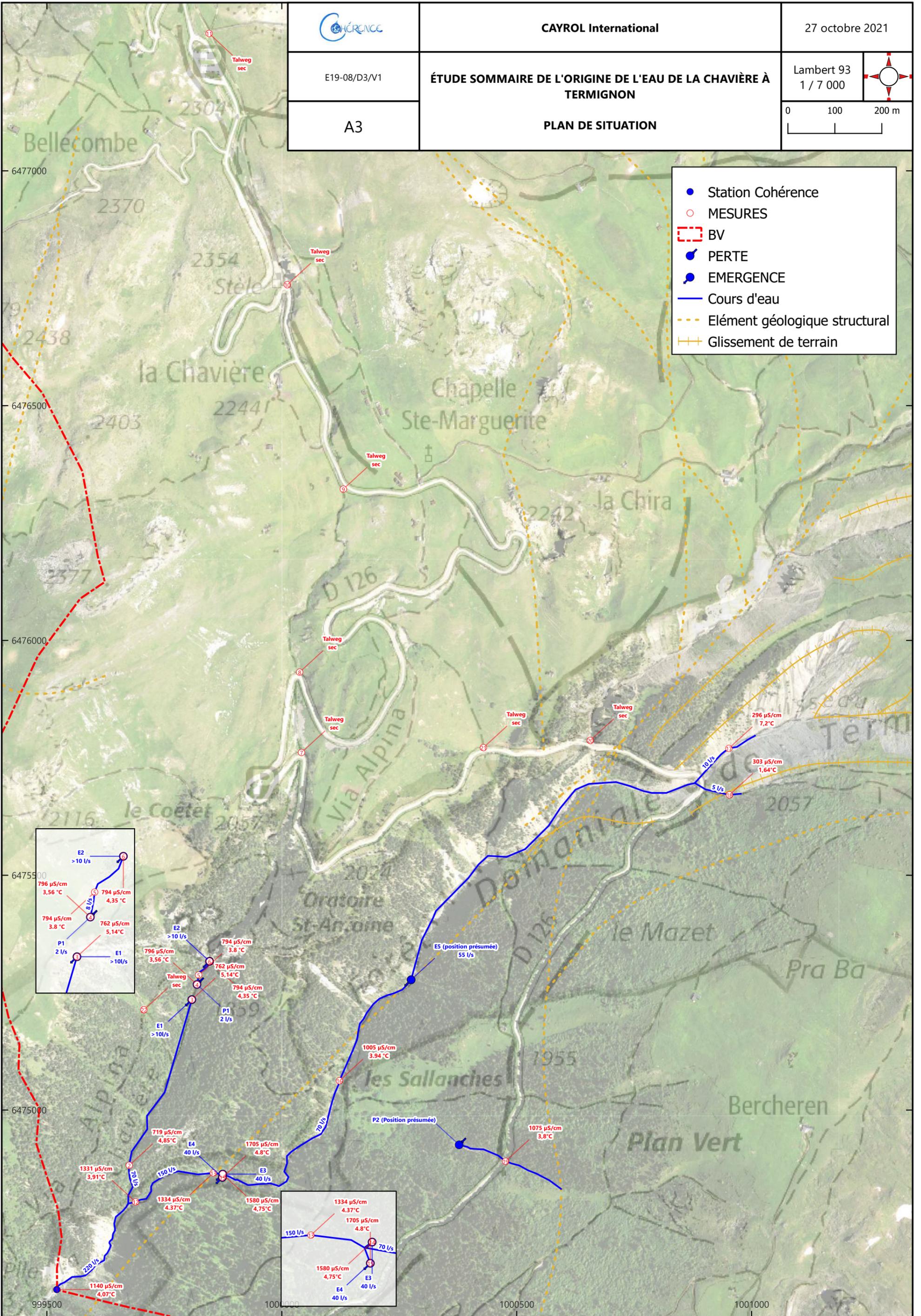
- la faible variation du débit durant le cycle hydrologique, ($Q_{\text{mens max}} = 1,8 \text{ fois } Q_{\text{moy}}$),
- la faible diminution du débit en période d'étiage,
- la faible réactivité du cours d'eau aux précipitations,
- la variation brusque du débit.

La débit spécifique annuel de la Chavière, proche de celui d'un cours d'eau représentatif (La Durance à Val-Des-Prés) montre que ce système d'infiltrations-émergences ne semble pas dépasser le bassin versant topographique.

En conséquence, le régime hydrologique du cours d'eau de la Chavière observé est différent d'un régime hydrologique nival typique car Les variations de débit entre les périodes d'étiage et de hautes-eaux ne sont pas significatives.



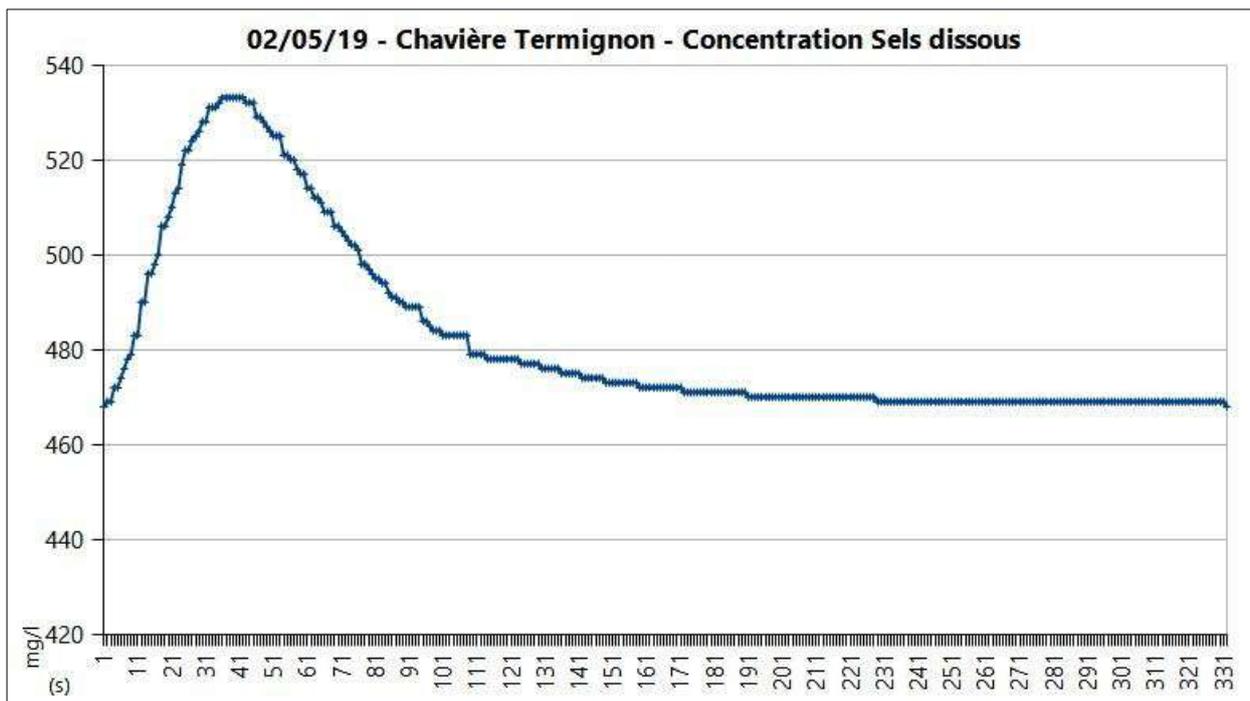
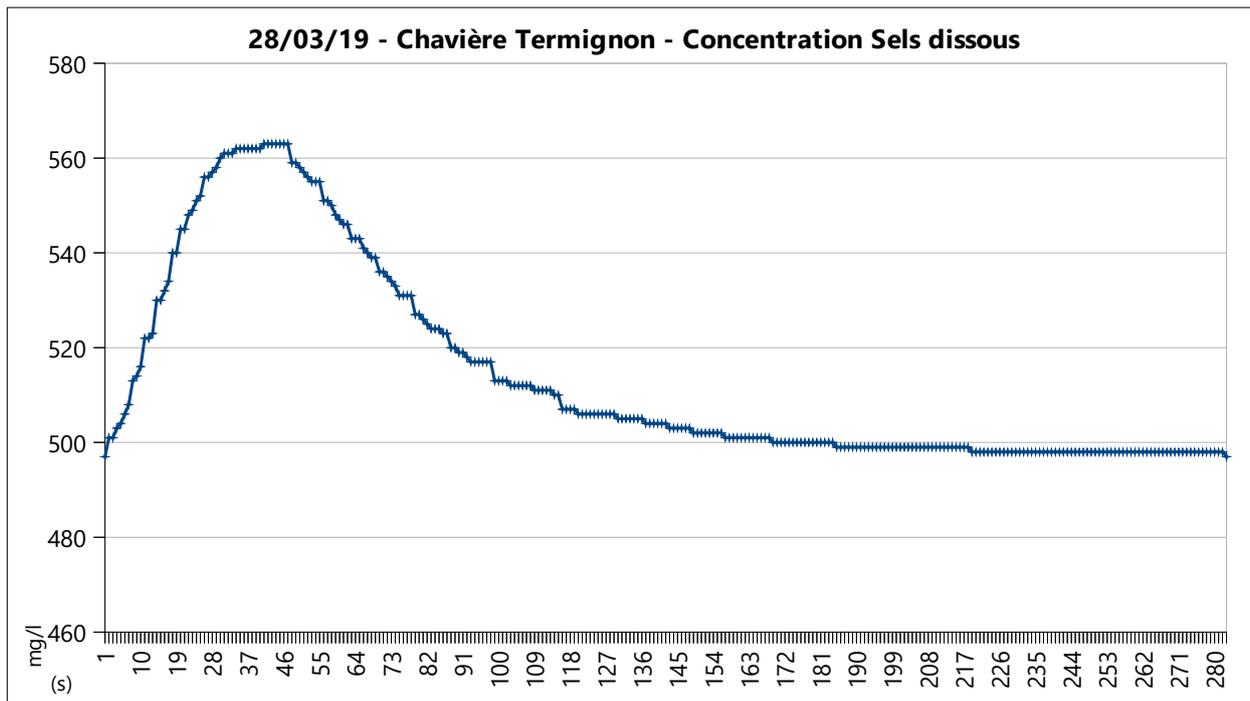
- Station Cohérence
- MESURES
- ▭ BV
- PERTE
- EMERGENCE
- Cours d'eau
- - - - - Elément géologique structural
- ++ Glissement de terrain

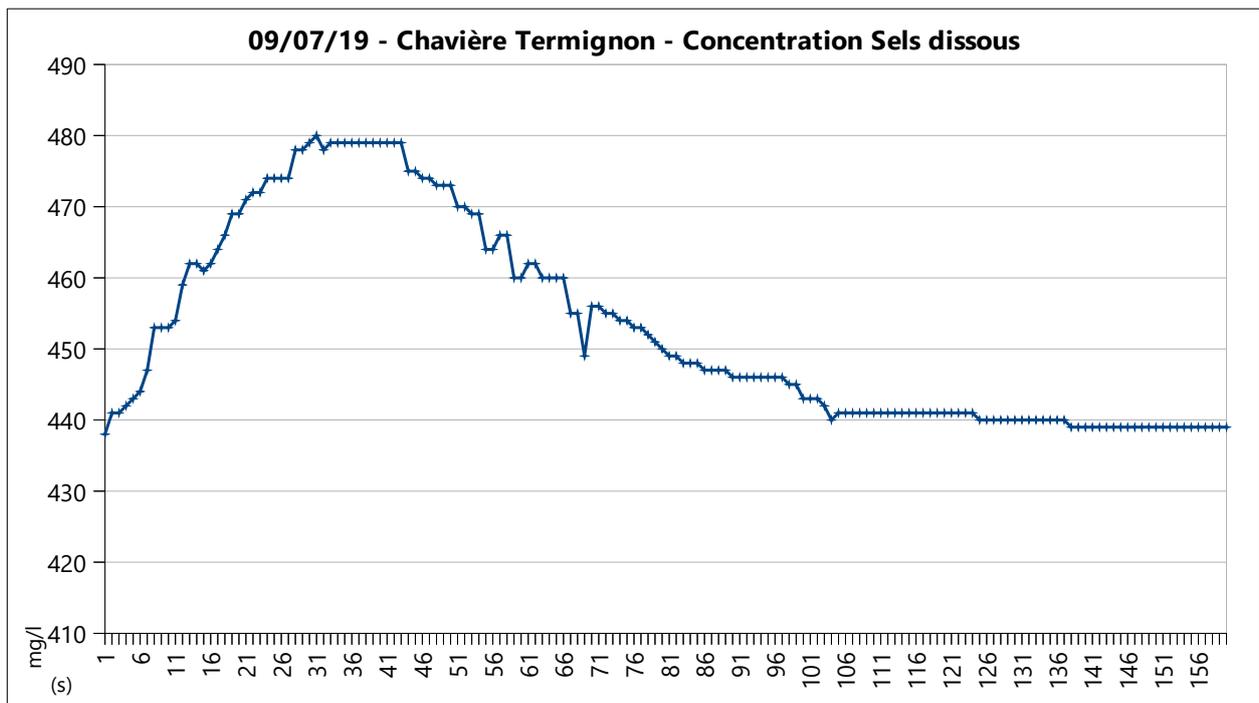
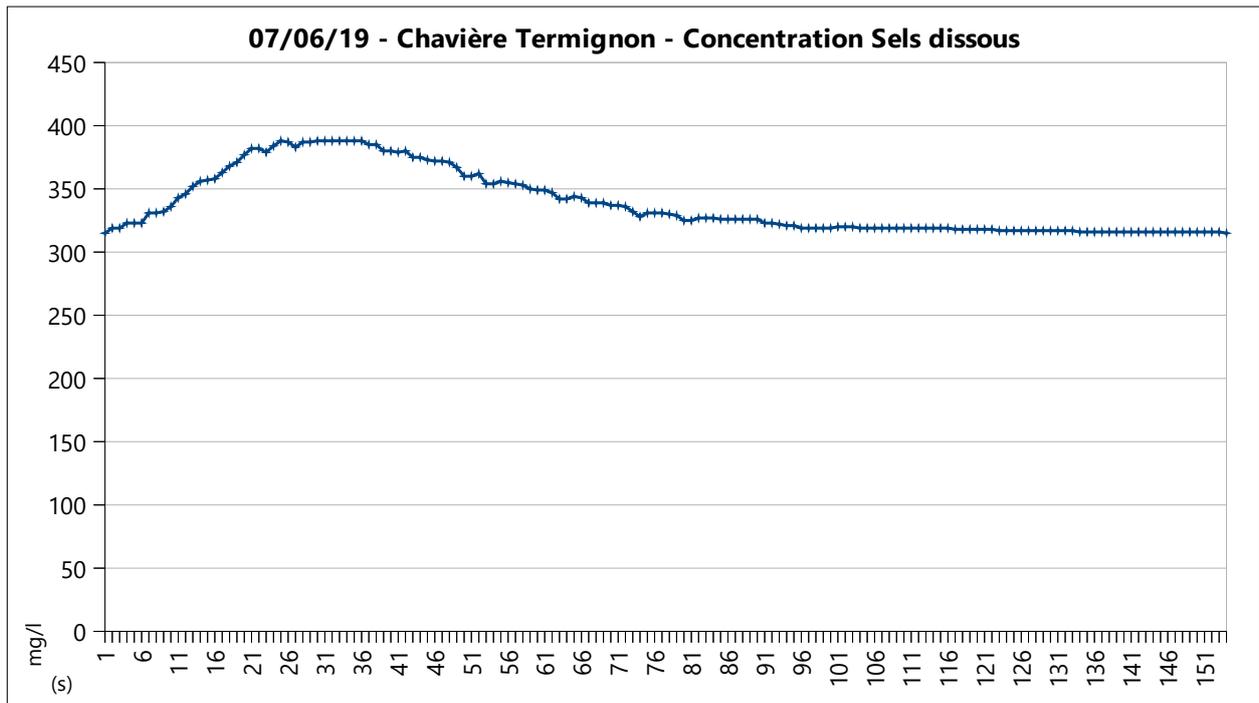


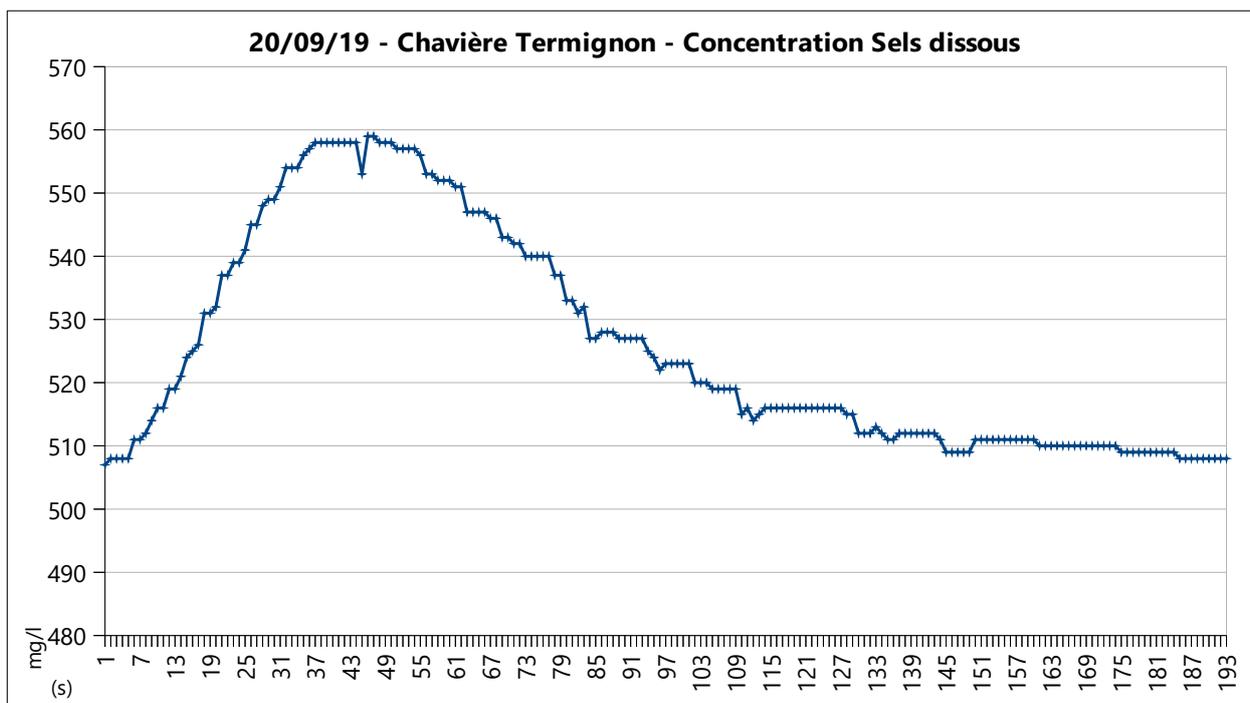
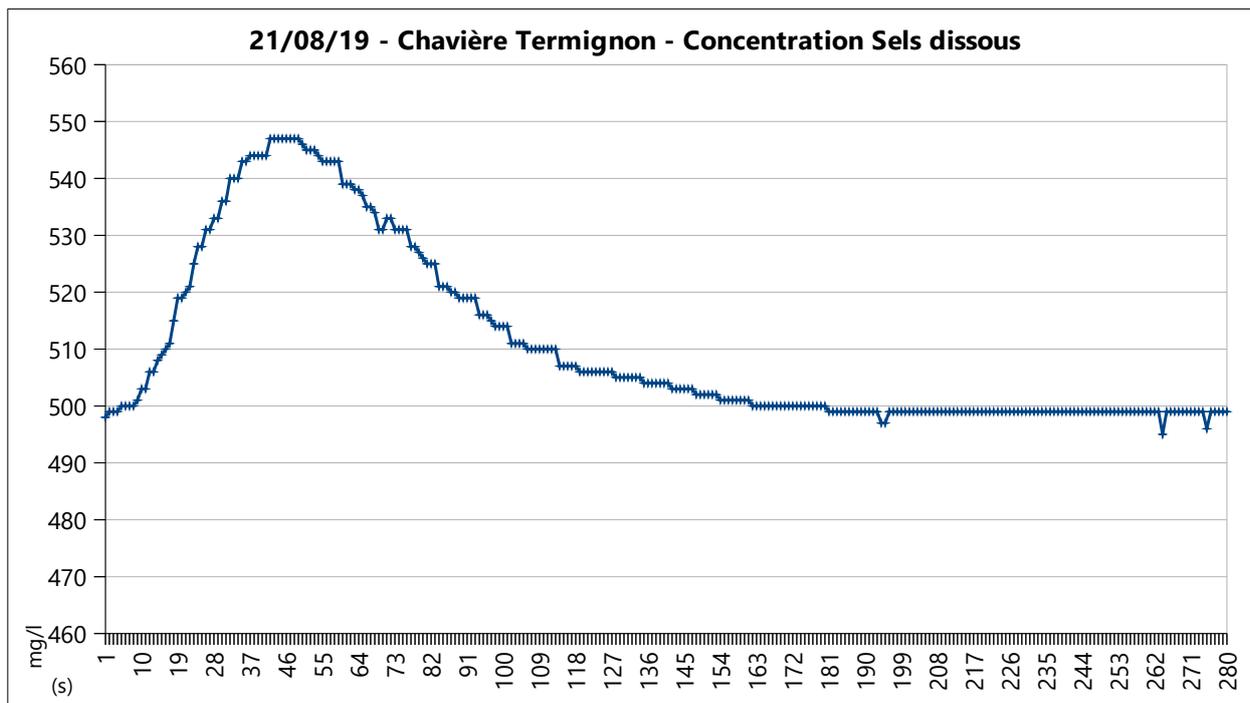


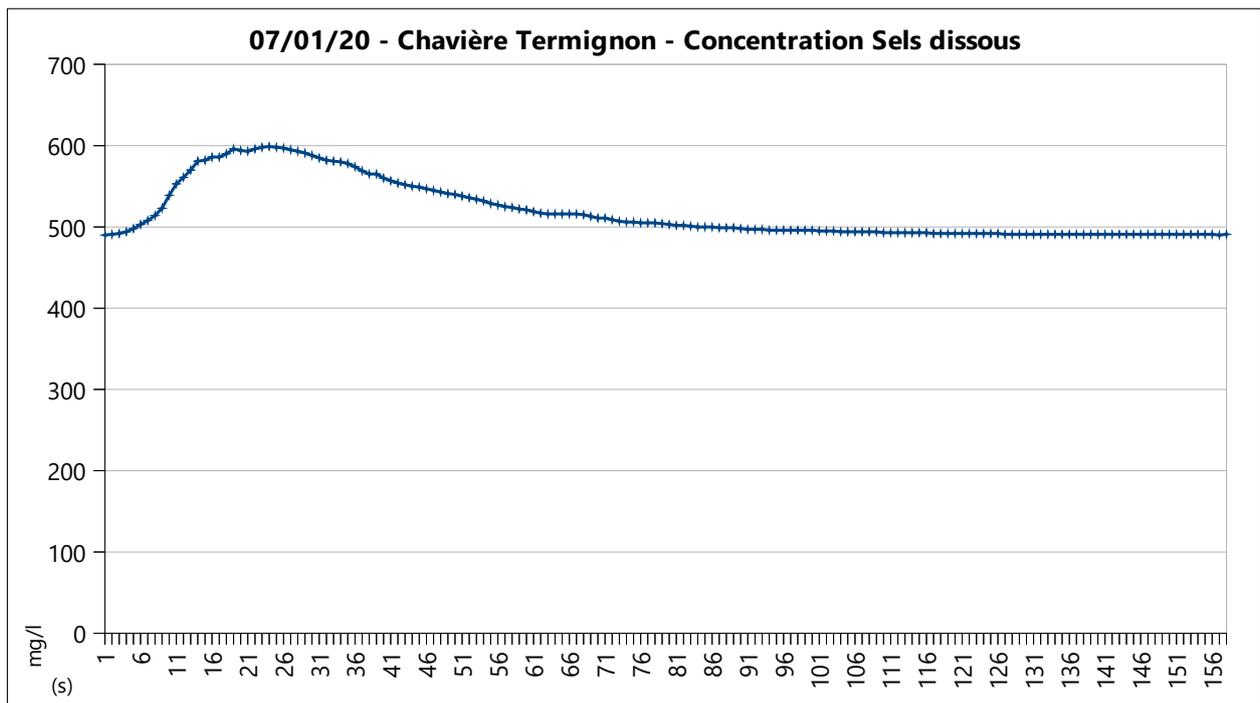
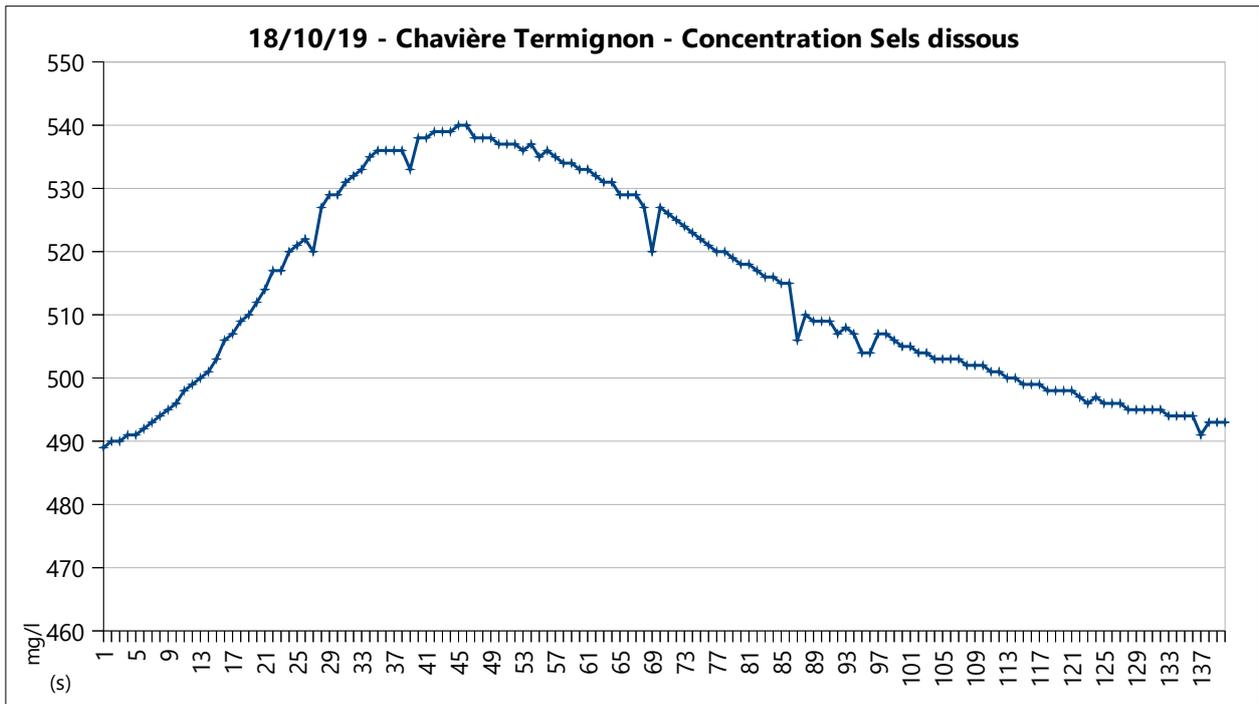
29, place Pierre BONNET,
73 460 Grésy-sur-Isère
04-79-31-21-03
contact@coherence-eau.fr
www.coherence-eau.fr

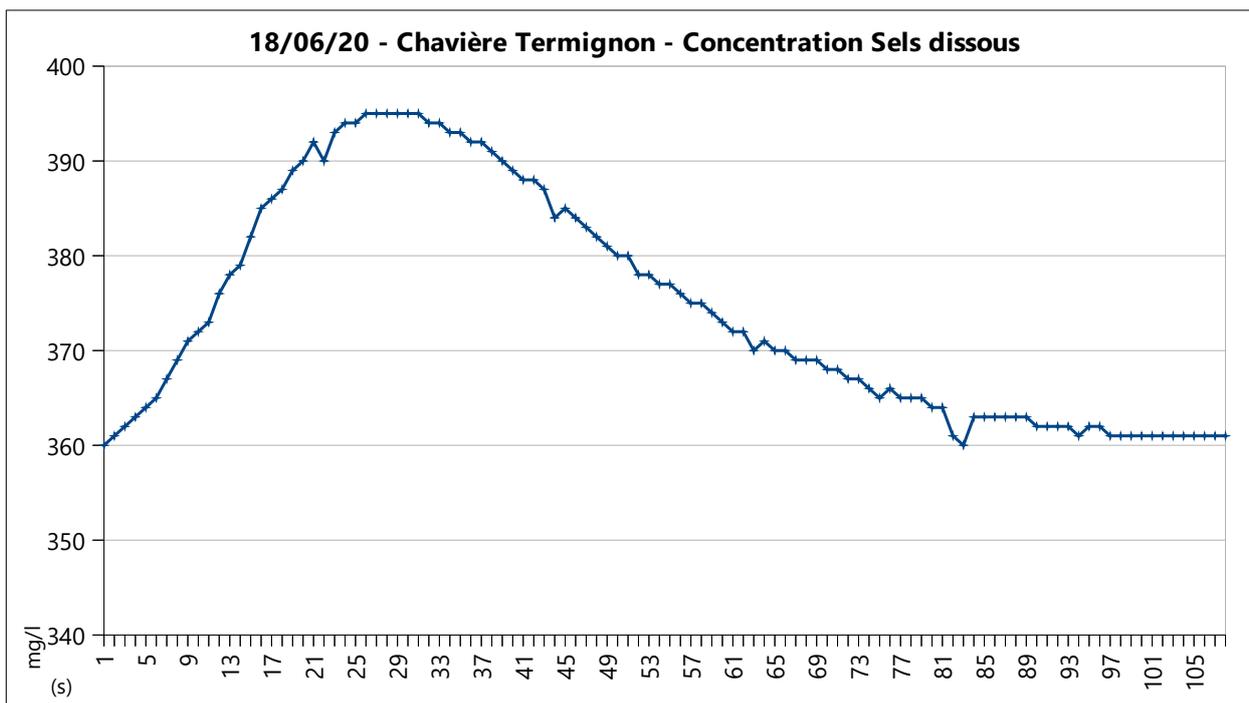
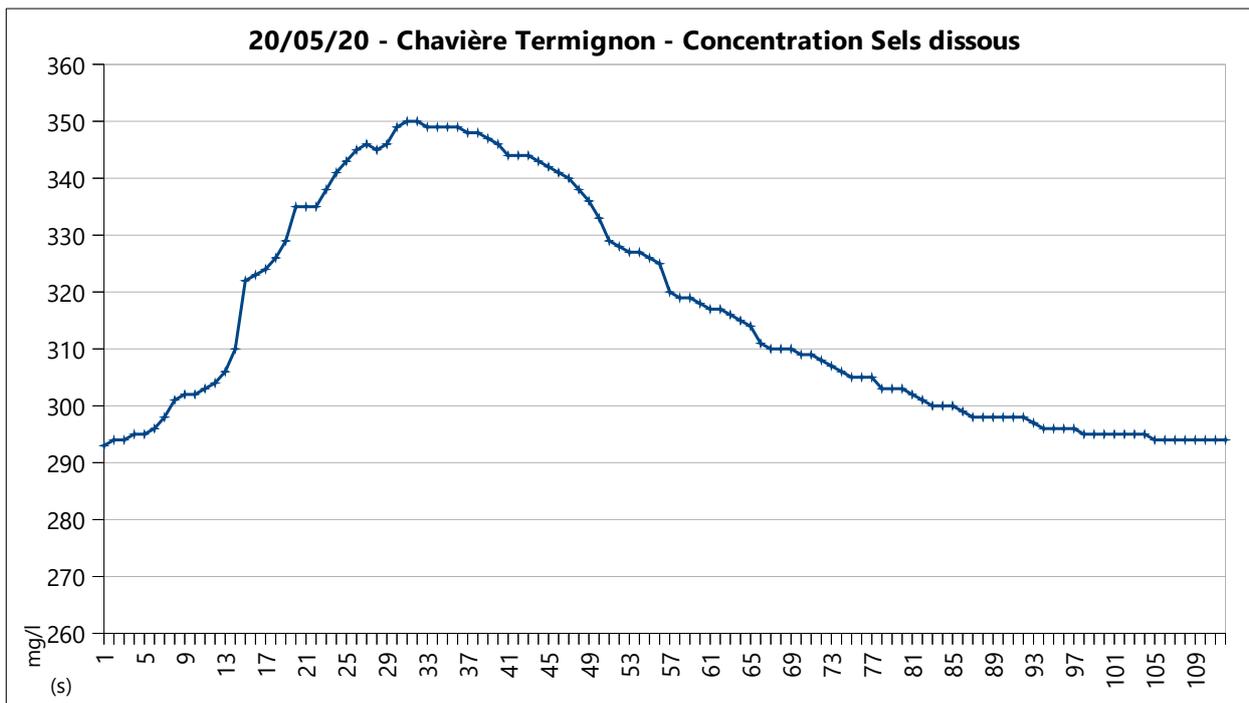
HYDROLOGIE DE LA CHAVIERE A VAL-CENIS-TERMIGNON
Courbes de Salinité relatives au mesures ponctuelles de débit

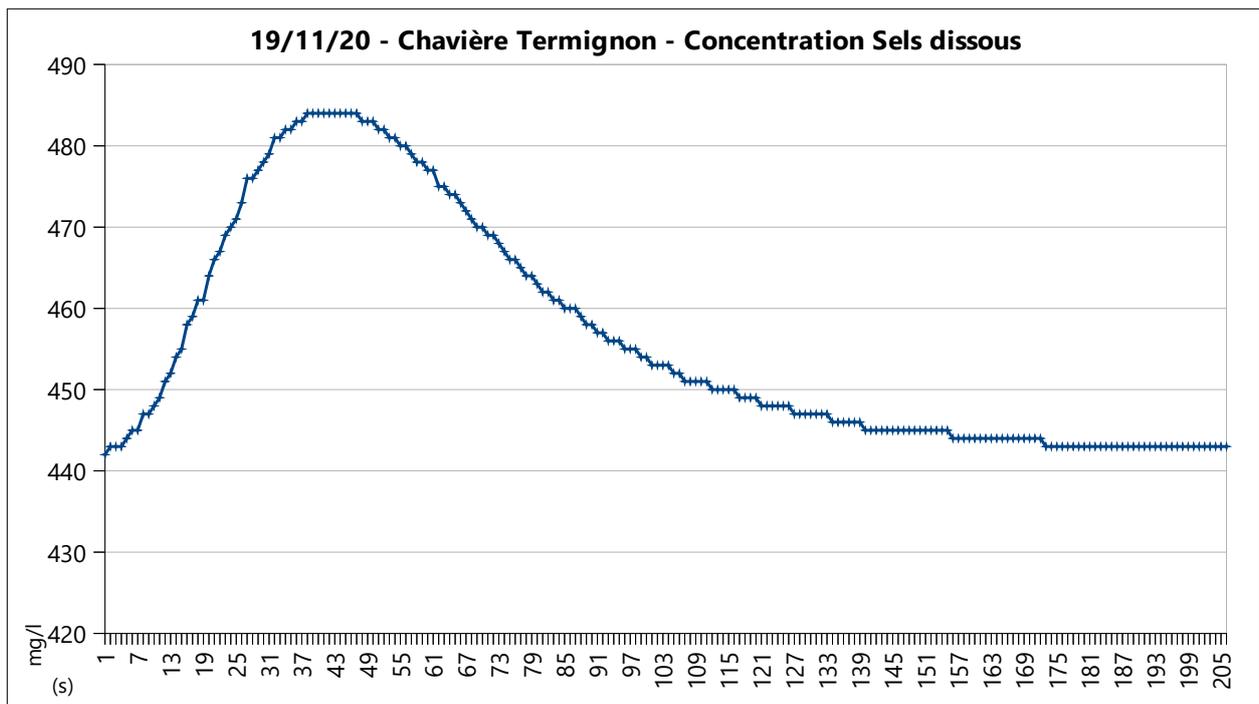
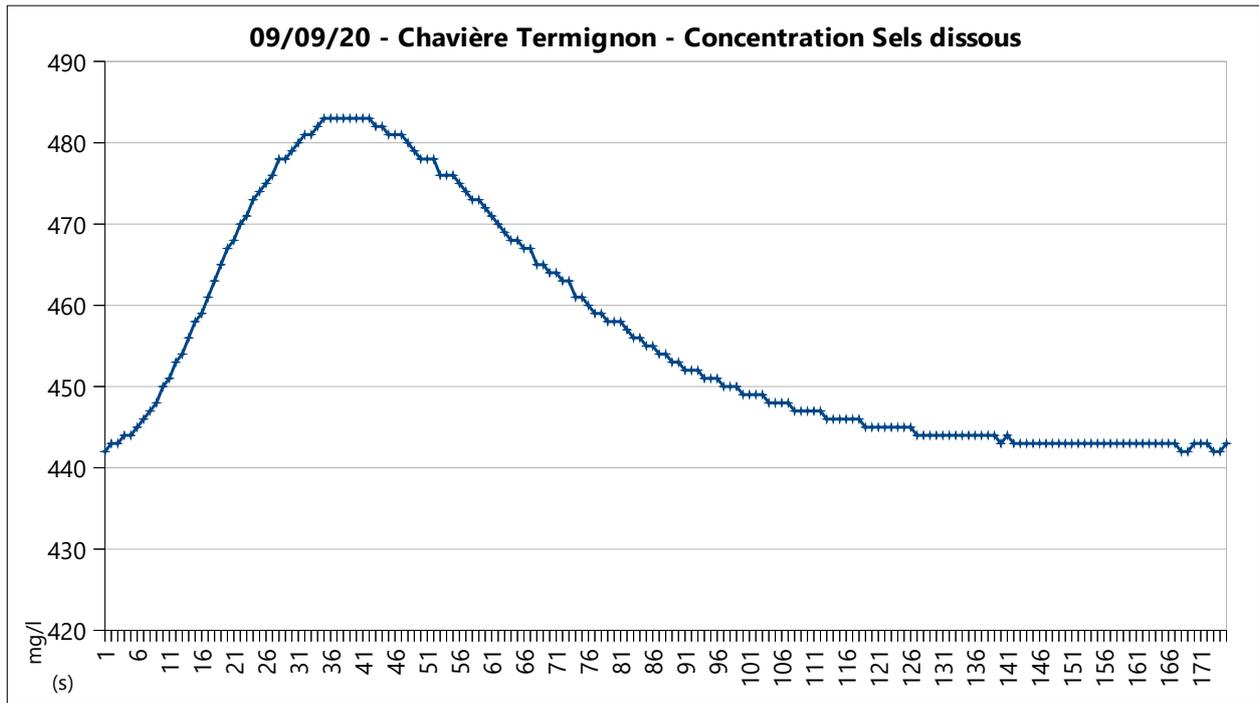


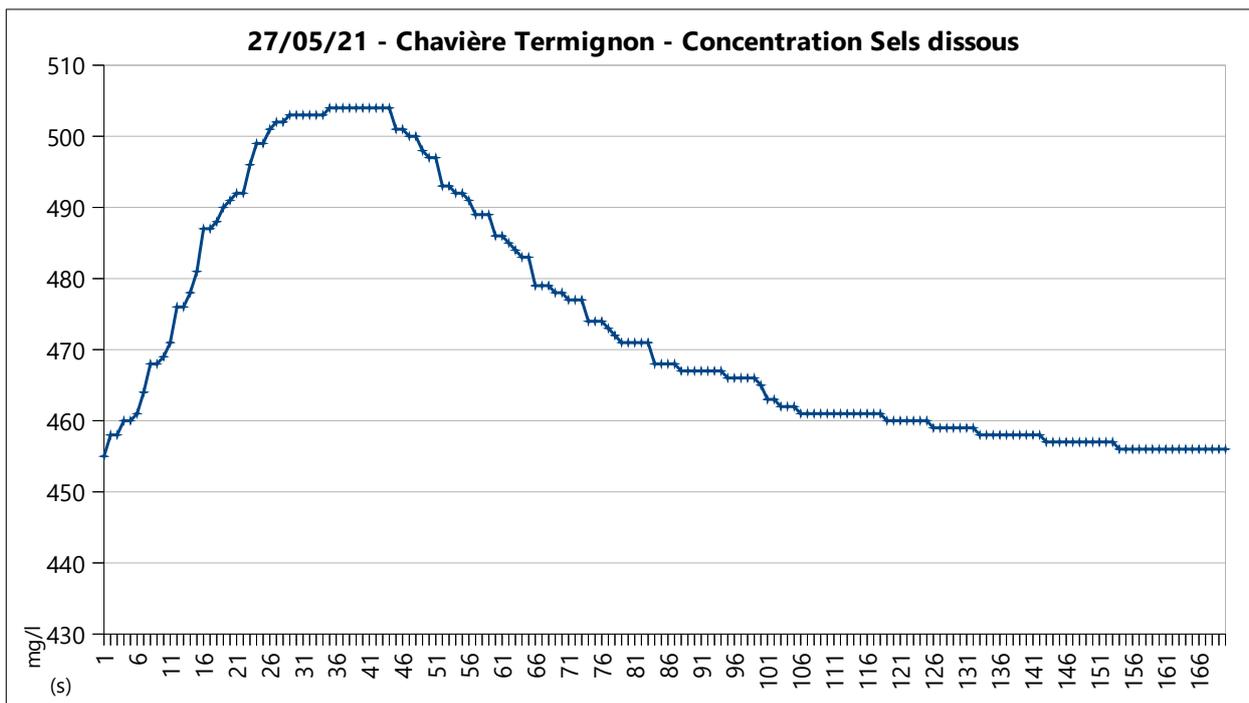
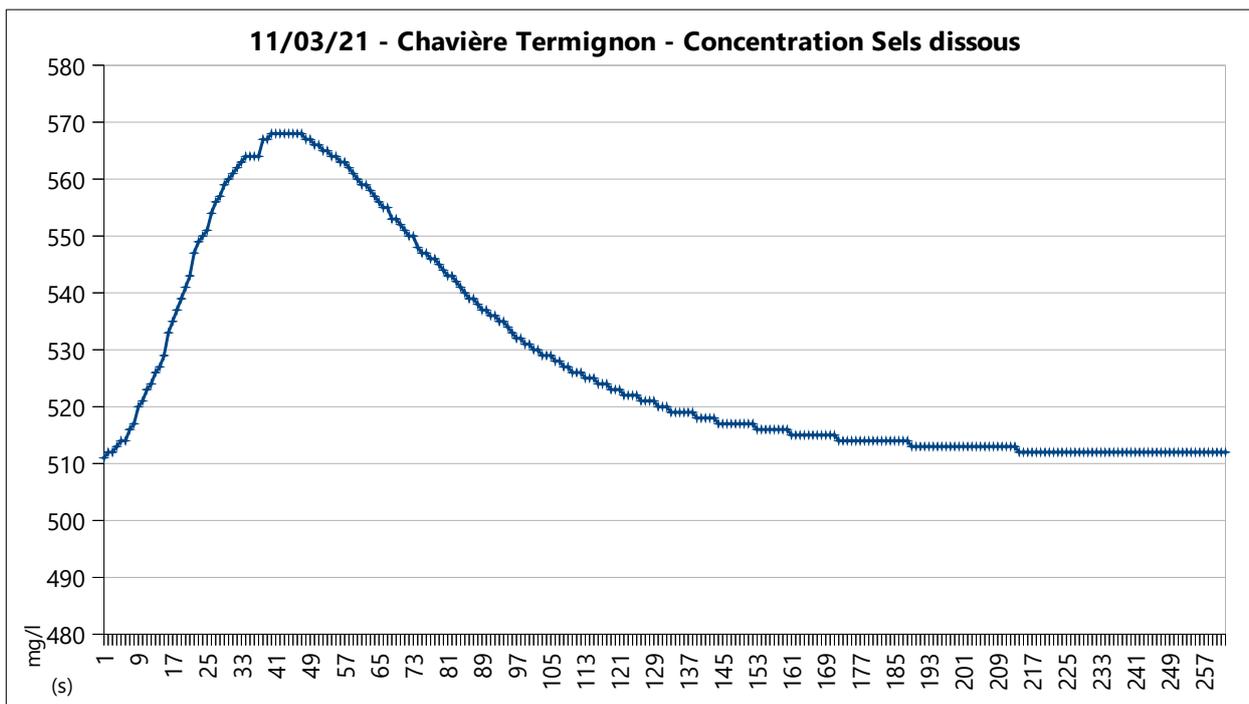


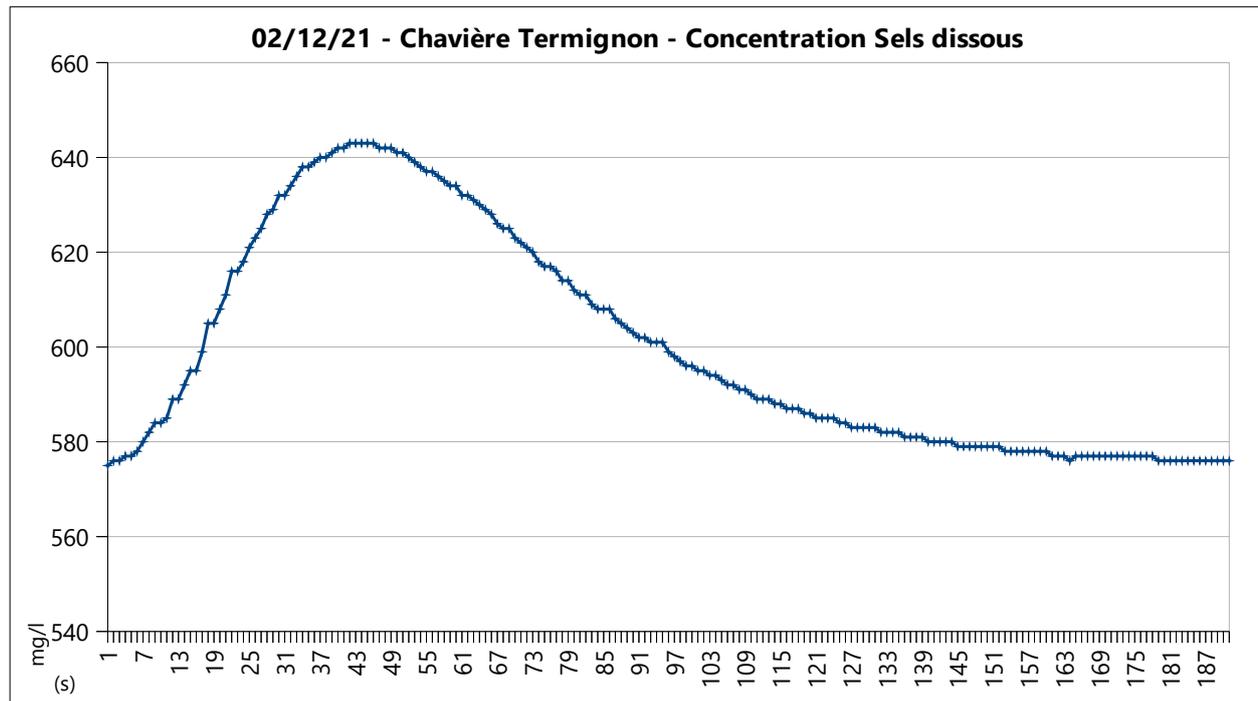
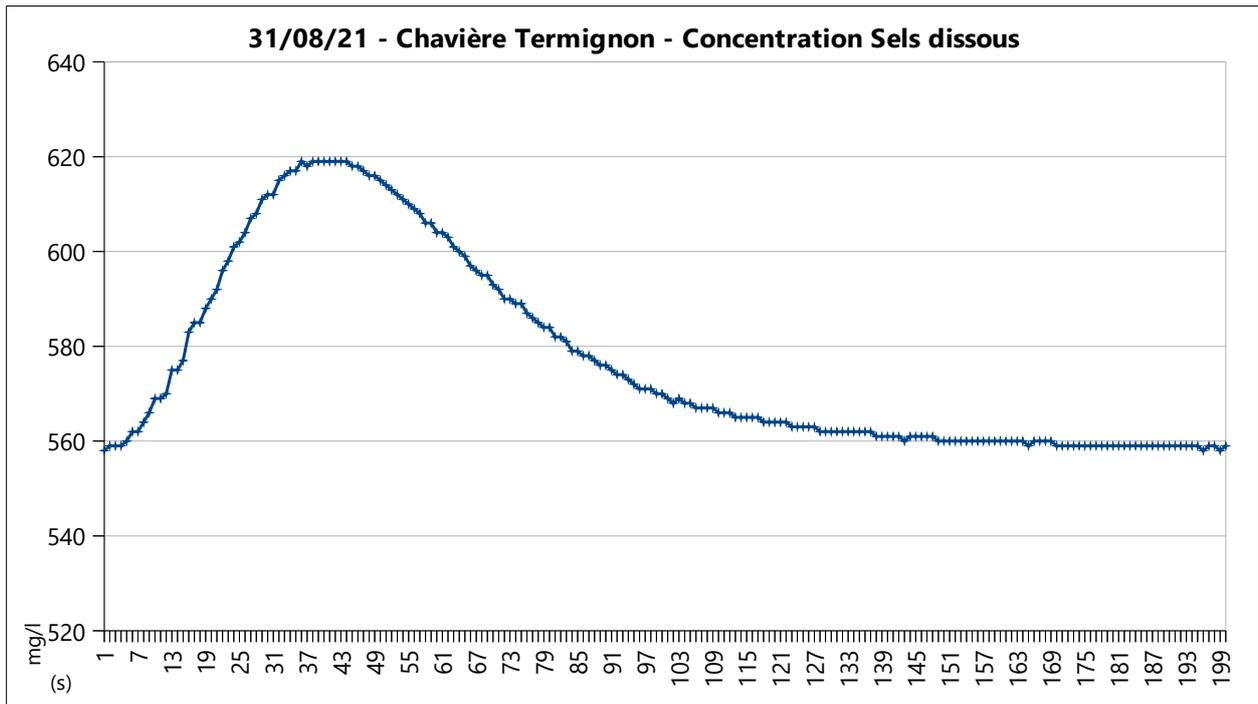


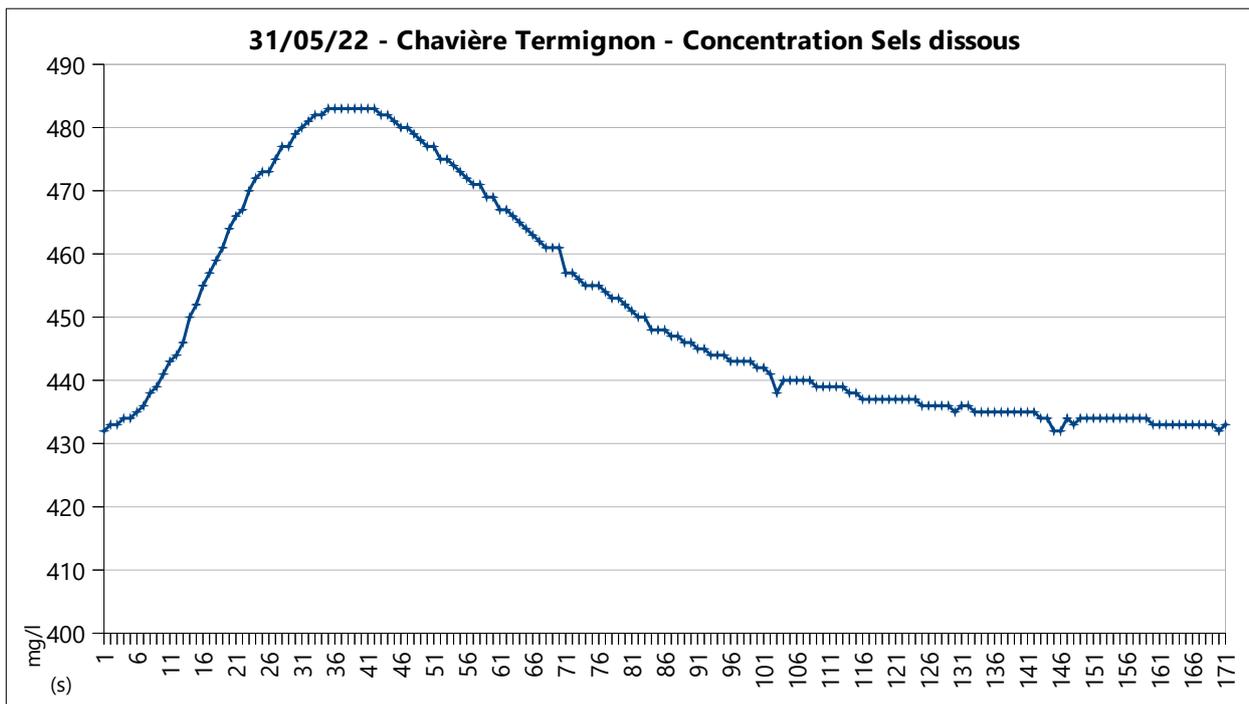
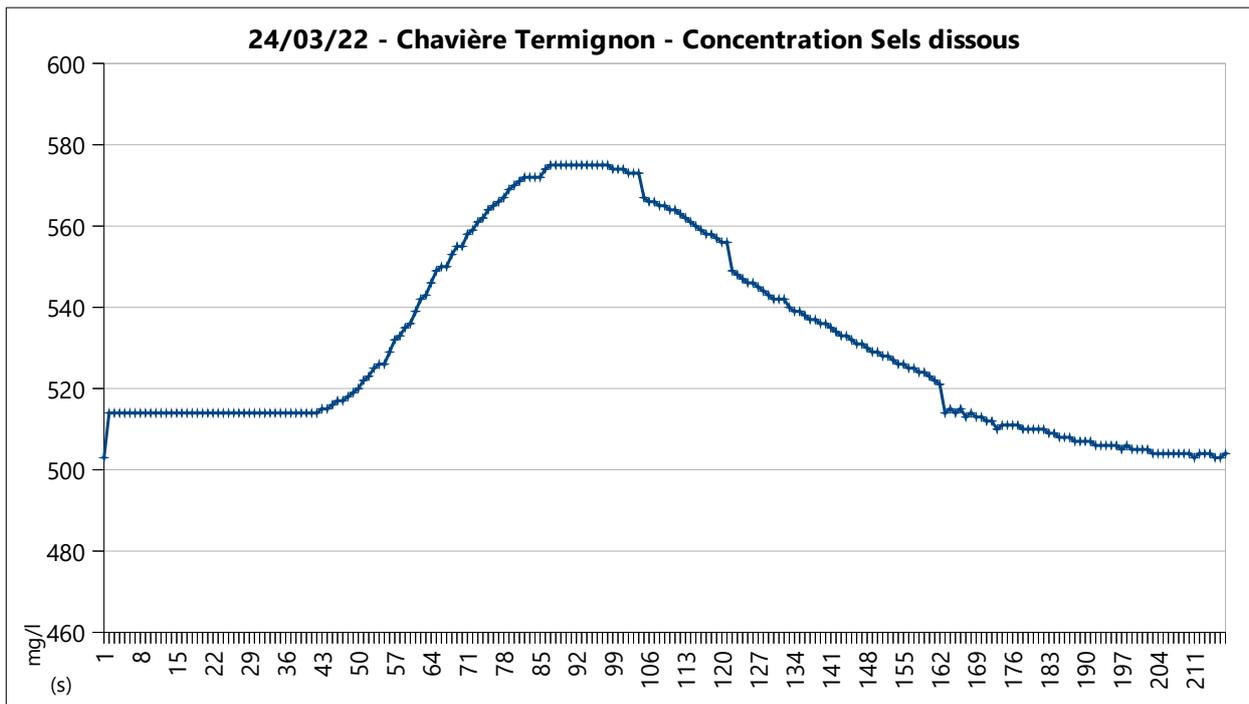


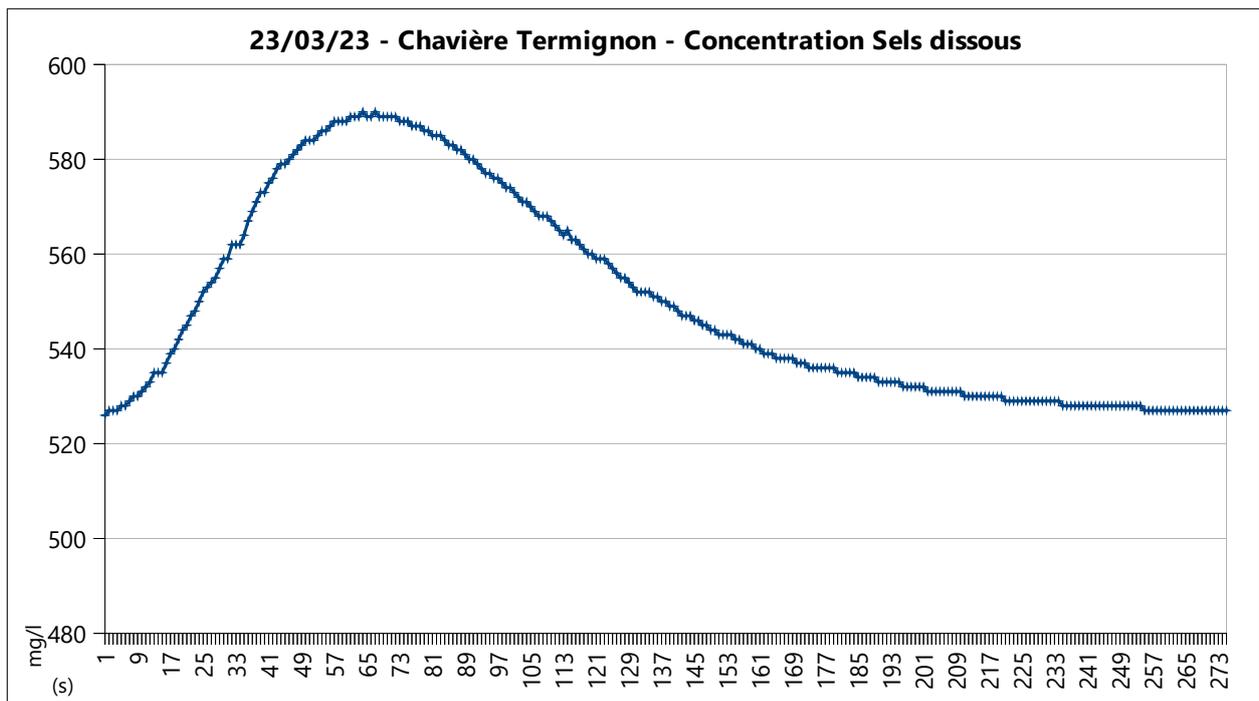
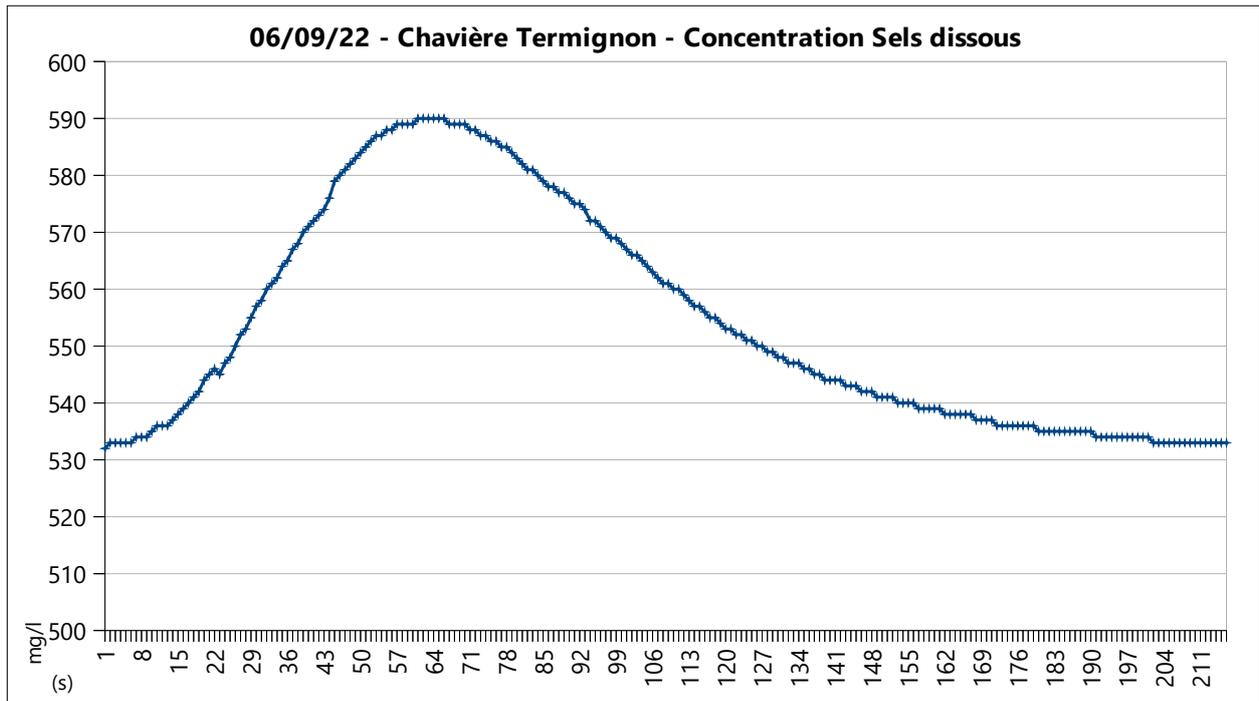












Sébastien ROBIN.



29, place Pierre BONNET,
73 460 Grésy-sur-Isère
04-79-31-21-03
contact@coherence-eau.fr
www.coherence-eau.fr

Grésy sur Isère, le 4 avril 2023

HYDROLOGIE DE LA CHAVIERE A VAL-CENIS-TERMIGNON NOTE DE SYNTHÈSE

la société CAYROL INTERNATIONAL nous a missionnés afin de réaliser des mesures sur le cours d'eau de la Chavière à Val-Cenis – Termignon dans le but de déterminer son hydrologie.

Nous avons ainsi réalisé, depuis mars 2019 :

- Une campagne de mesures ponctuelles de débit, par dilution chimique de mars 2019 à Mai 2020. Les résultats de cette campagne sont consignés dans le dossier E19-08.1 intitulé « **Etude hydrologique de la Chavière à Termignon – Cycle 1 (21/05/20 → 20/05/21** » et daté de juin 2021,
- Un suivi continu du débit du cours d'eau par l'installation d'une station de mesure en mai 2020. Les résultats de ce suivi sont consignés dans les dossiers :
 - E19-08.1 intitulé « **Etude hydrologique de la Chavière à Termignon – Cycle 1 (21/05/20 → 20/05/21** » et daté de juin 2021 pour la première année de mesure,
 - E19-08-D4 intitulé « **Hydrologie du cours d'eau de la Chavière à Termignon – Cycle 2 (21/05/21 → 20/05/22** » et daté de juin 2022 pour la seconde année de mesure.

La station est toujours en place et encore en acquisition de données.

- Une étude sommaire de l'origine de la Chavière à Termignon, objet du dossier E 19-08-D3 intitulé « **Etude sommaire de l'origine de l'eau à Termignon** » et daté de Novembre 2021,
- L'intégration du suivi permanent du débit du cours d'eau dans l'étude Hydratec, objet du dossier E 19-08-D2 intitulé « **Intégration des mesures de la station de la Chavière à Termignon à l'étude HYDRATEC** » et daté de juin 2022

La station de mesure que nous avons mise en place est constituée, comme le montre les photos d'un seuil de section rectangulaire ($B = 1,05 \text{ m}$, $H = 0,68 \text{ m}$) et d'un capteur/enregistreur piézométrique VanEssen TD-DIVER (Plage de mesure : $0 - 10,22 \text{ mC.E.}$; Précision : 5 mmC.E. , Périodicité : 1 enregistrement toutes les heures) couplé à un baromètre VanEssen BARO-DIVER.



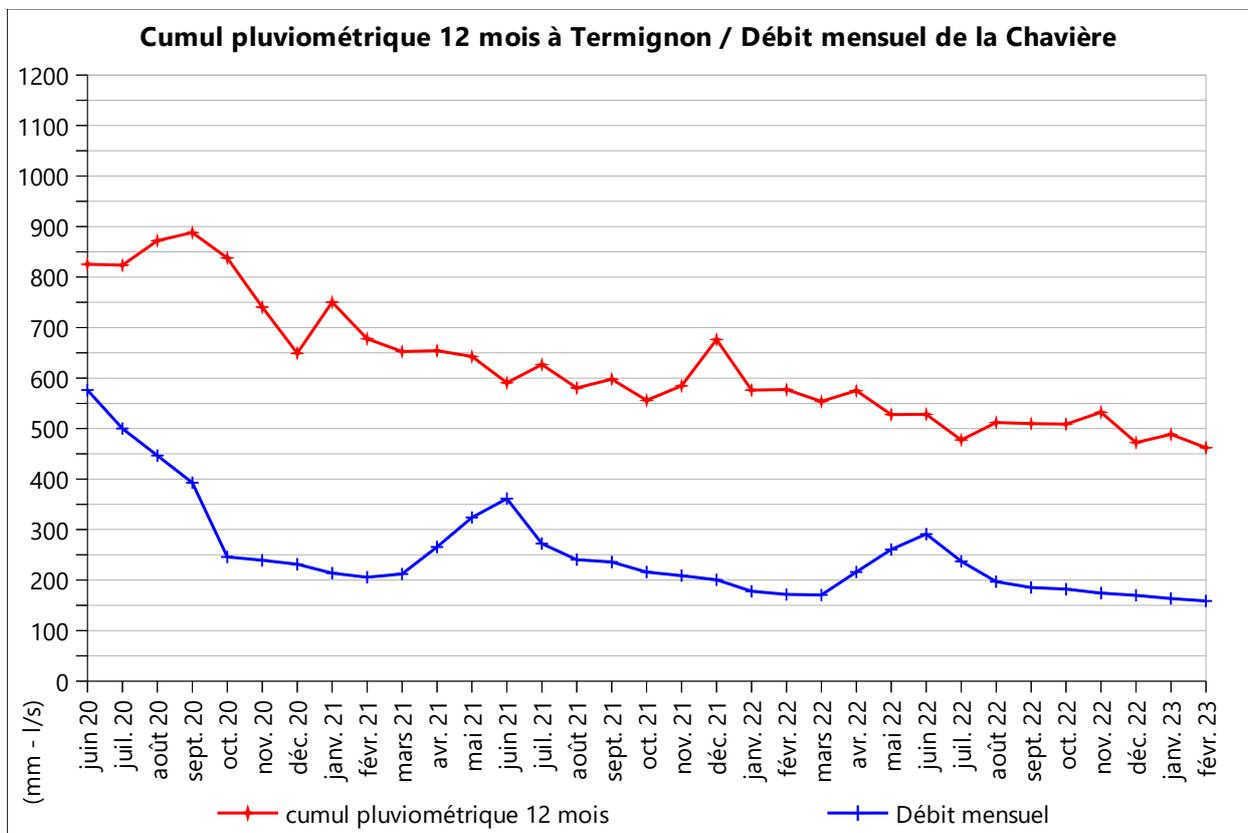
L'ouvrage et la chute induisent un écoulement non uniforme et rapidement varié. Les calculs des nombres de Reynolds et de Froude ont montré que le régime d'écoulement était toujours turbulent torrentiel. Il y a donc une relation bijective entre la hauteur et le débit.

Les intervalles bas et haut des mesures intègrent la précision du capteur ainsi que le coefficient de corrélation donné par la courbe de tarage. ($r=0,945$ pour le cycle 1, $r=0,952$ pour le cycle 2).

Le suivi et les études réalisés sur ce cours d'eau montrent que ses caractéristiques et son hydrologie sont totalement spécifiques avec :

- **93 % du débit d'origine souterraine** à l'étiage, en provenance de 5 émergences identifiées,

- un débit d'étiage soutenu,
- une réaction du débit du cours d'eau aux événements climatiques avec une grande inertie, probablement de l'ordre de l'année, comme le montre le graphique ci-dessous.



Le fait que la plus grande partie de l'eau de la Chavière soit d'origine souterraine est une explication à la régularité des débits.

Le fait que les cumuls pluviométriques « 12 mois » soient en baisse depuis le début des mesures est une explication à la baisse des débits observés.

Ces deux paramètres cumulés peuvent également expliquer la baisse brutale de débit observée en octobre 2020 et celle, plus faible observée en octobre 2021. La baisse des cumuls pluviométriques a pu, dans chacun des cas, « désactiver » une émergence qui alimentait auparavant le cours d'eau.

Sébastien ROBIN.

6 - Isère Drôme

Arc et massif du Mont-Cenis - ID_09_01

FRDR11396 ruisseau de la chavière

Cours d'eau

MEN

Etat écologique : Bon Objectif : bon état 2015

Etat chimique sans ubiquiste : Bon Objectif : 2015

Etat chimique avec ubiquiste : Bon Objectif : 2015

Motivations en cas de recours aux dérogations :

Motivations en cas de recours aux dérogations :

Paramètres faisant l'objet d'une adaptation :

Paramètres faisant l'objet d'une adaptation :

Commentaire

Masse d'eau ne faisant pas l'objet d'action dans le programme de mesures 2016-2021



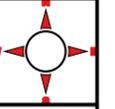
CAYROL INTERNATIONAL

14 juin 2022

E19-08-D4_V1_SR - ANNEXE 1

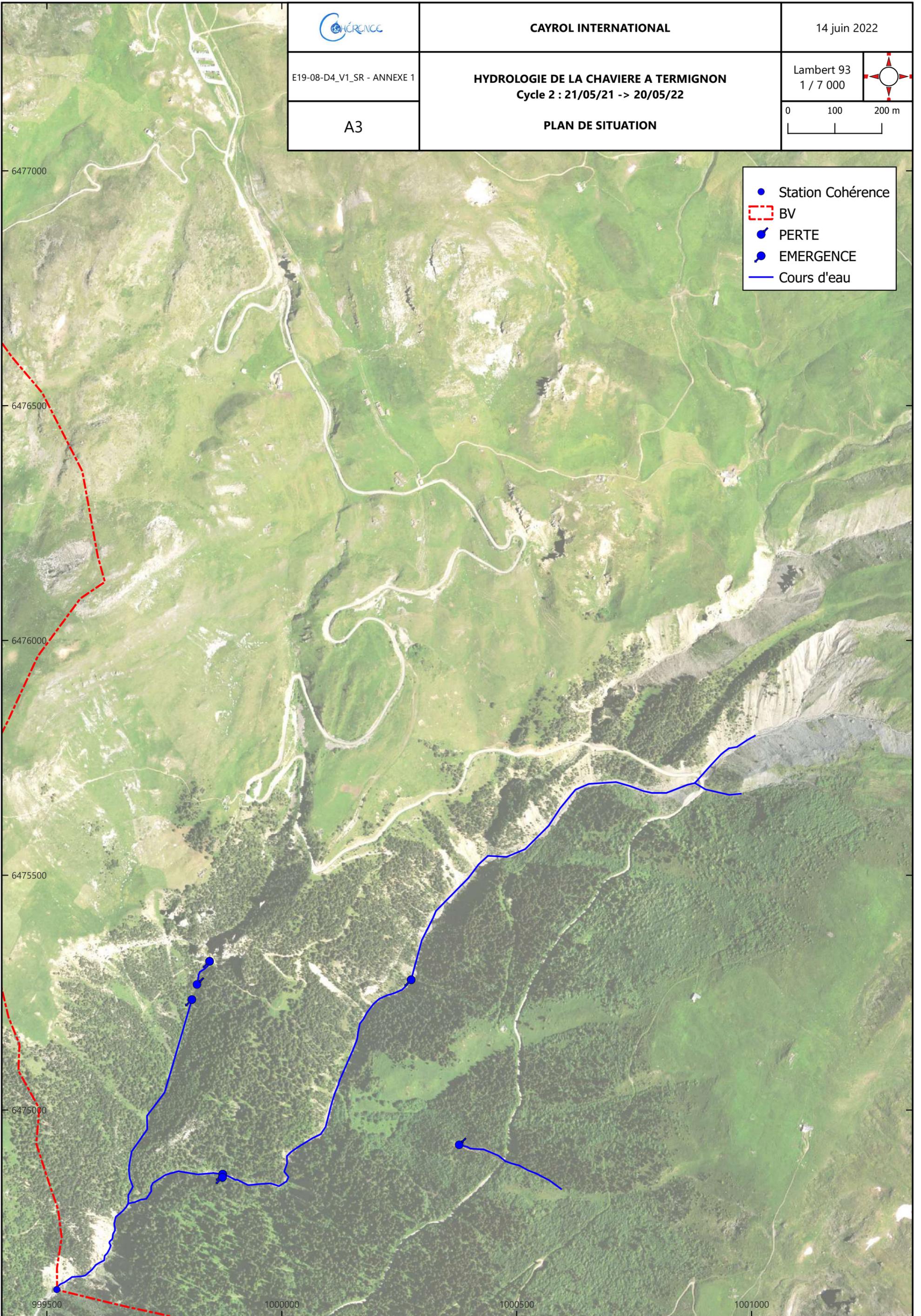
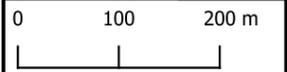
HYDROLOGIE DE LA CHAVIERE A TERMIGNON
Cycle 2 : 21/05/21 -> 20/05/22

Lambert 93
1 / 7 000



A3

PLAN DE SITUATION

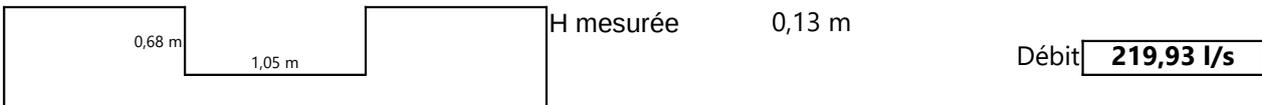


- Station Cohérence
- ▭ BV
- PERTE
- EMERGENCE
- Cours d'eau

Station de mesure de débit sur la Chavière à Termignon (73) – Relève et mesure de débit –



Mesure ponctuelle de hauteur – seuil calibré

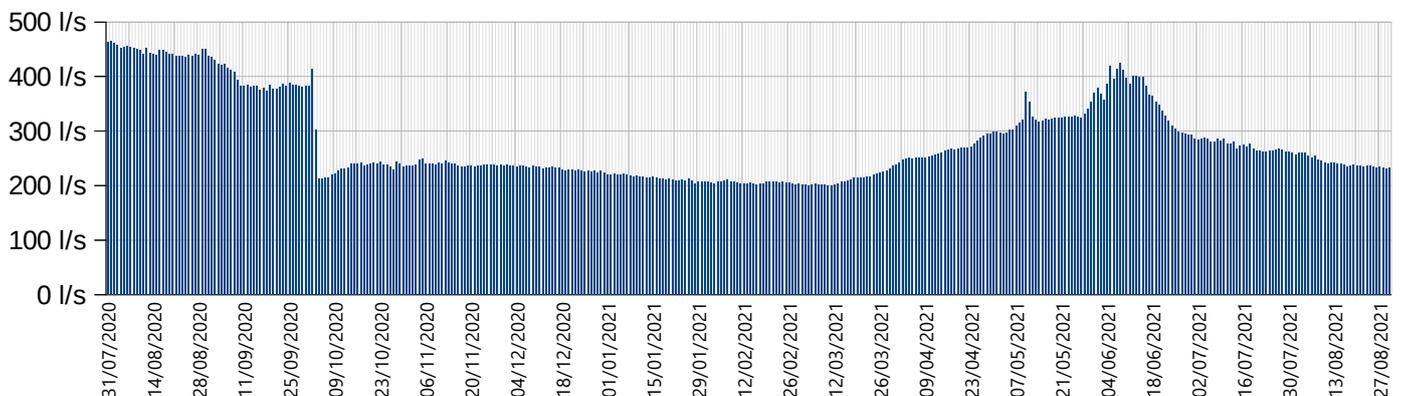


Mesure ponctuelle par dilution chimique

X (L93)	999,52 km	Quantité injectée	1 000,00 g	Débit 263,26 l/s
Y (L93)	6 474,62 km	Concentration moyenne me	19,09 mg/l	
Z	1 610 m	temps de passage	199 s	

Mesures continues (31/08/2020 → 30/08/2021)

Mesures horaires			Débit min	Moyennes journalières		
175,47 l/s	190,36 l/s	206,52 l/s		184,00 l/s	199,61 l/s	216,55 l/s
754,72 l/s	818,77 l/s	888,26 l/s	429,31 l/s	465,75 l/s	505,27 l/s	
246,18 l/s	267,79 l/s	291,31 l/s	259,18 l/s	281,85 l/s	306,50 l/s	
			Débit max			
			Débit moy			



Moyenne mensuelle			Moyenne mensuelle				
08/20	411,63 l/s	446,56 l/s	484,46 l/s	02/21	189,62 l/s	205,71 l/s	223,17 l/s
09/20	362,03 l/s	392,76 l/s	426,09 l/s	03/21	195,48 l/s	212,08 l/s	230,07 l/s
10/20	226,60 l/s	245,83 l/s	266,70 l/s	04/21	244,77 l/s	265,55 l/s	288,08 l/s
11/20	220,53 l/s	239,25 l/s	259,56 l/s	05/21	298,15 l/s	323,93 l/s	351,94 l/s
12/20	213,33 l/s	231,43 l/s	251,08 l/s	06/21	329,75 l/s	361,12 l/s	395,48 l/s
01/21	197,18 l/s	213,91 l/s	232,06 l/s	07/21	249,67 l/s	273,42 l/s	299,43 l/s



29, place Pierre Bonnet
73 460 Grésy-sur-Isère
04-79-31-21-03
contact@coherence-eau.fr

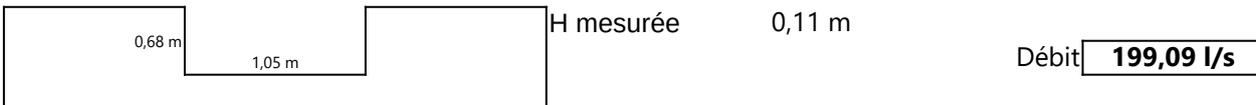
Station de mesure de débit sur la Chavière à Termignon (73) - Relève et mesure de débit -



170 route de la Combe
73 220 Argentine
04-79-36-23-02



Mesure ponctuelle de hauteur – seuil calibré

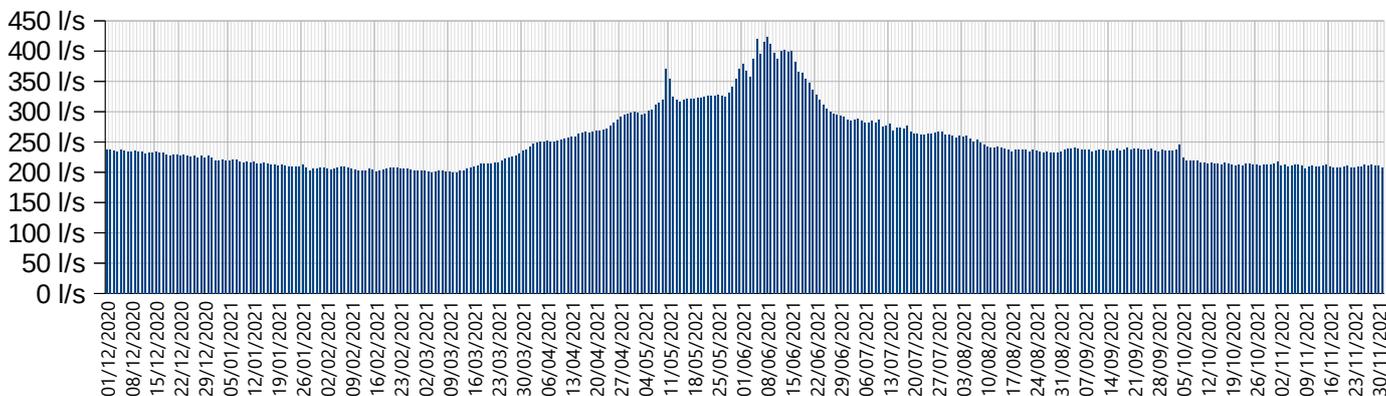


Mesure ponctuelle par dilution chimique

X (L93)	999,52 km	Quantité injectée	1 000,00 g	Débit 210,71 l/s
Y (L93)	6 474,62 km	Concentration moyenne me:	24,97 mg/l	
Z	1 610 m	temps de passage	190 s	

Mesures continues (01/12/2020 → 02/12/2021)

Mesures horaires			Débit min	Moyennes journalières		
175,47 l/s	190,36 l/s	206,52 l/s		184,00 l/s	199,61 l/s	216,55 l/s
455,51 l/s	498,84 l/s	546,28 l/s	387,34 l/s	424,18 l/s	464,53 l/s	
228,93 l/s	249,61 l/s	272,16 l/s	229,00 l/s	249,68 l/s	272,24 l/s	



Moyenne mensuelle			Moyenne mensuelle				
12/20	213,33 l/s	231,43 l/s	251,08 l/s	06/21	329,86 l/s	361,24 l/s	395,59 l/s
01/21	197,18 l/s	213,91 l/s	232,06 l/s	07/21	249,81 l/s	273,58 l/s	299,60 l/s
02/21	189,62 l/s	205,71 l/s	223,17 l/s	08/21	221,09 l/s	242,12 l/s	265,15 l/s
03/21	195,48 l/s	212,08 l/s	230,07 l/s	09/21	216,88 l/s	237,51 l/s	260,10 l/s
04/21	244,77 l/s	265,55 l/s	288,08 l/s	10/21	198,98 l/s	217,91 l/s	238,63 l/s
05/21	298,16 l/s	323,94 l/s	351,96 l/s	11/21	192,45 l/s	210,75 l/s	230,80 l/s



29, place Pierre Bonnet
73 460 Grésy-sur-Isère
04-79-31-21-03
contact@coherence-eau.fr

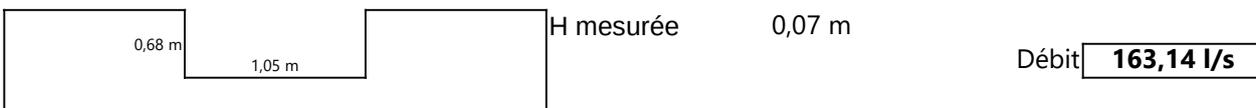
Station de mesure de débit sur la Chavière à Termignon (73) - Relève et mesure de débit -



170 route de la Combe
73 220 Argentine
04-79-36-23-02



Mesure ponctuelle de hauteur – seuil calibré

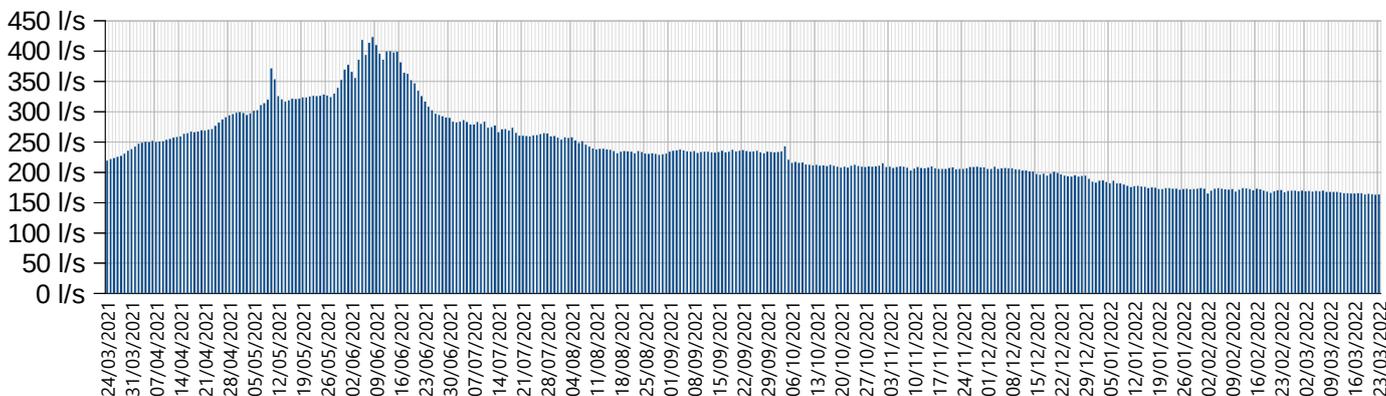


Mesure ponctuelle par dilution chimique

X (L93)	999,52 km	Quantité injectée	1 000,00 g	Débit 163,02 l/s
Y (L93)	6 474,62 km	Concentration moyenne me	28,39 mg/l	
Z	1 610 m	temps de passage	216 s	

Mesures continues (24/03/2021 → 23/03/2022)

Mesures horaires			Débit min	Moyennes journalières		
146,48 l/s	157,45 l/s	169,23 l/s		151,88 l/s	163,25 l/s	175,47 l/s
464,46 l/s	499,24 l/s	536,61 l/s	Débit max	393,86 l/s	423,35 l/s	455,04 l/s
220,46 l/s	237,42 l/s	255,70 l/s	Débit moy	220,46 l/s	237,42 l/s	255,70 l/s



Moyenne mensuelle			Moyenne mensuelle				
03/21	195,48 l/s	212,08 l/s	230,07 l/s	09/21	218,32 l/s	234,66 l/s	252,23 l/s
04/21	244,77 l/s	265,55 l/s	288,08 l/s	10/21	200,00 l/s	214,98 l/s	231,07 l/s
05/21	298,78 l/s	323,67 l/s	350,63 l/s	11/21	193,32 l/s	207,79 l/s	223,35 l/s
06/21	334,52 l/s	359,56 l/s	386,48 l/s	12/21	185,70 l/s	199,60 l/s	214,54 l/s
07/21	252,09 l/s	270,96 l/s	291,25 l/s	01/22	164,71 l/s	177,04 l/s	190,29 l/s
08/21	222,63 l/s	239,30 l/s	257,22 l/s	02/22	158,87 l/s	170,77 l/s	183,55 l/s



29, place Pierre Bonnet
73 460 Grésy-sur-Isère
04-79-31-21-03
contact@coherence-eau.fr

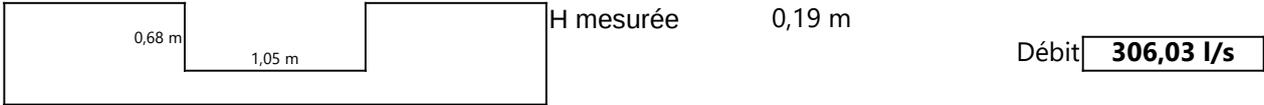
Station de mesure de débit sur la Chavière à Termignon (73) - Relève et mesure de débit -



170 route de la Combe
73 220 Argentine
04-79-36-23-02



Mesure ponctuelle de hauteur – seuil calibré

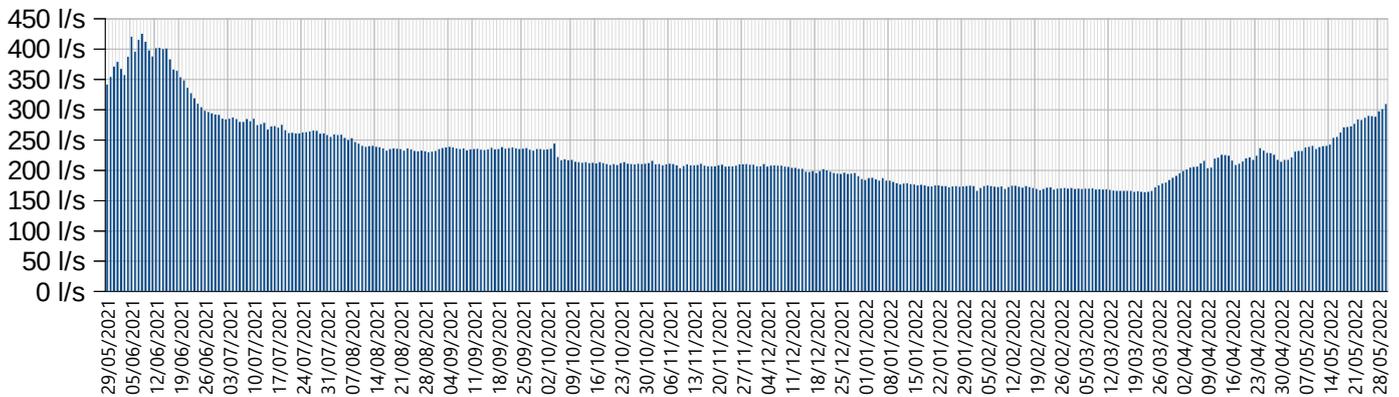


Mesure ponctuelle par dilution chimique

X (L93)	999,52 km	Quantité injectée	1 000,00 g		
Y (L93)	6 474,62 km	Concentration moyenne me	18,40 mg/l	Débit	319,65 l/s
Z	1 610 m	temps de passage	170 s		

Mesures continues (29/05/2021 → 30/05/2022)

Mesures horaires			Moyennes journalières			
147,08 l/s	158,25 l/s	170,28 l/s	Débit min	152,50 l/s	164,08 l/s	176,55 l/s
466,13 l/s	501,55 l/s	539,66 l/s	Débit max	395,30 l/s	425,34 l/s	457,66 l/s
212,50 l/s	228,64 l/s	246,02 l/s	Débit moy	212,50 l/s	228,64 l/s	246,02 l/s



Moyenne mensuelle			Moyenne mensuelle				
05/21	298,96 l/s	323,91 l/s	350,95 l/s	11/21	194,08 l/s	208,83 l/s	224,70 l/s
06/21	335,76 l/s	361,28 l/s	388,73 l/s	12/21	186,44 l/s	200,60 l/s	215,85 l/s
07/21	253,06 l/s	272,29 l/s	292,98 l/s	01/22	165,37 l/s	177,94 l/s	191,46 l/s
08/21	223,50 l/s	240,49 l/s	258,76 l/s	02/22	159,52 l/s	171,64 l/s	184,68 l/s
09/21	219,17 l/s	235,82 l/s	253,74 l/s	03/22	158,57 l/s	170,62 l/s	183,58 l/s
10/21	200,79 l/s	216,05 l/s	232,47 l/s	04/22	200,81 l/s	216,06 l/s	232,48 l/s

ANNEXES PIECE N°3

CARACTERISTIQUES DU PROJET

Conformément à l'article R181-13 et D181-15-1 VI 5° du Code de l'Environnement

Le pétitionnaire précise que l'annexe suivante est versée au dossier sous format numérique en .ods et par clarté de lecture, les données du tableur ne sont pas présentées sur un fichier .doc.

- 3.1.11_BE_COHERENCE_Données – fichier .ods





N/REF : **AF/2021/445**

(N° à rappeler dans toute correspondance)

Cadre de la mission :

Demandeur	Projet	Mission NFP 94-500 Novembre 2013	Objet
CAYROL	TERMIGNON - VALCENIS Equipement hydroélectrique du ruisseau de la Chavière	G1ES	Analyse de la faisabilité géotechnique préliminaire du projet

Documents transmis :

Type	Auteur	Date
Localisation des équipements sur photographie aérienne et fond topographique	CAYROL	?

Tableau de suivi :

Indice	Date	Modifications	Emetteur	Contrôle interne	Coordonnées
0	02/12/2021	-	Alexandre Fargeas	Guillaume Rameau	contact@2savoiegeotechnique.com a.fargeas@2savoiegeotechnique.com
1	07/12/2021	Remarque Cayrol			
2	24/06/2022	Remarque DDT			

Diffusion :

Liste des destinataires	Contact	Email
CAYROL	Alexandre Thoreau	alexandre.thoreau@cayrolinternational.com

1. DESCRIPTION GENERALE DU PROJET

Le projet concerne la réalisation d'un équipement hydroélectrique sur le ruisseau de « La Chavière » localisé sur la commune de Valcenis (Termignon).

Les aménagements comprennent :

- Une prise d'eau sur le torrent à 1648m d'altitude environ,
- Une conduite forcée d'environ 1670ml en rive gauche du cours d'eau(1470ml enterré et 200ml aérien),
- Une usine de production d'électricité implantée à 1382 m d'altitude au niveau d'une plateforme existante.

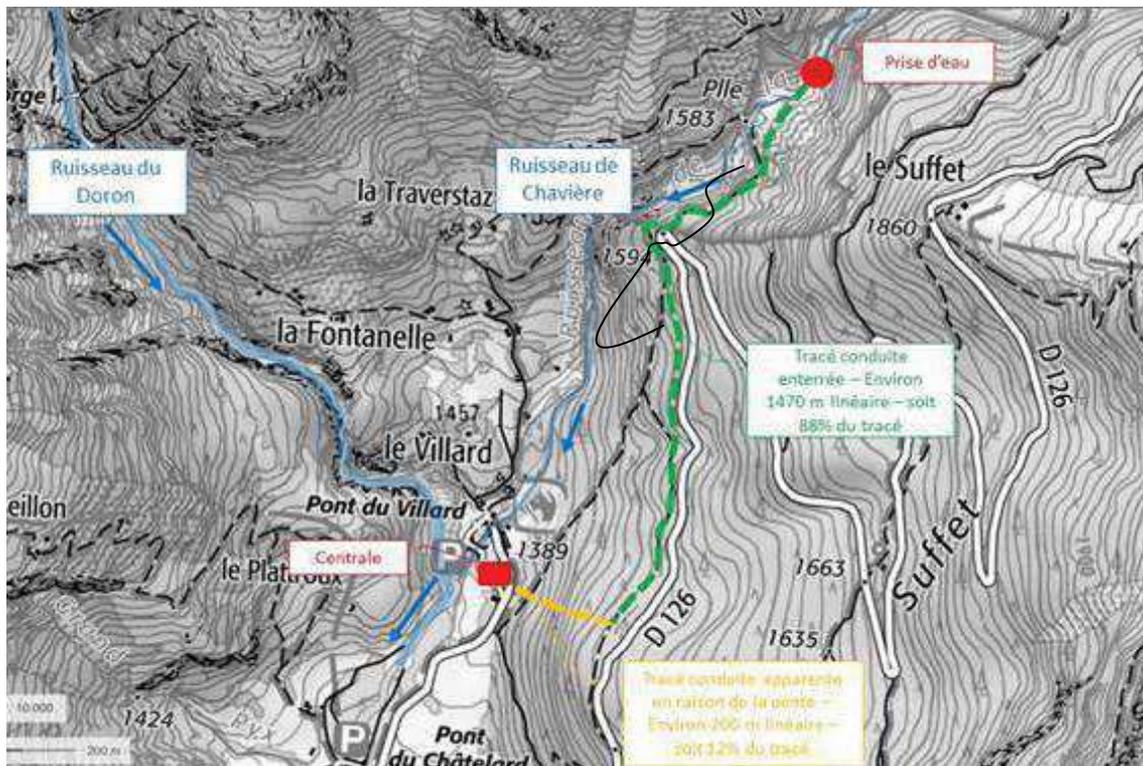


Figure 1: Situation du projet - Extrait IGN 1/25000 (source Cayrol)

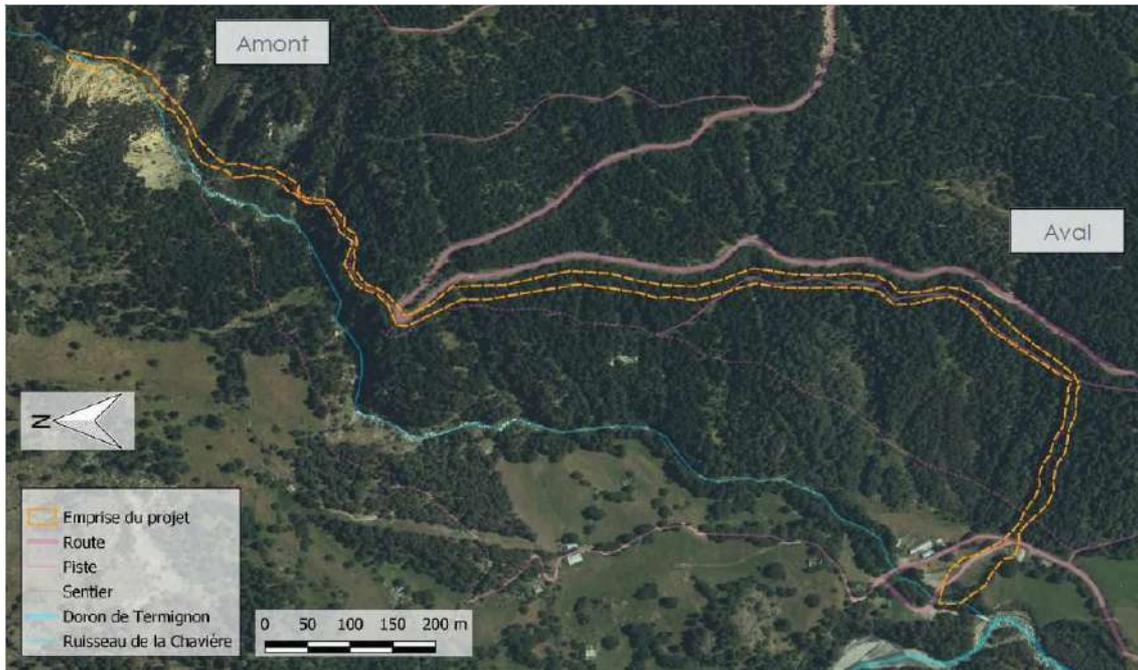


Figure 2: Vue aérienne du fuseau projet – sans échelle

2. CADRE DE L'ETUDE

La mission confiée est de type **G1ES** au sens de la norme NFP 94-500. Elle s'inscrit dans le cadre des études préliminaires de faisabilité de l'aménagement.

Elle a pour objectifs :

- D'identifier les risques géotechniques majeurs (glissement de terrain, chute de blocs, avalanches,...),
- De proposer des mesures constructives ou de sécurisation visant à atténuer voire de supprimer le risque.

Elle est basée sur l'exploitation de la cartographie et sur une reconnaissance de terrain effectuée le 12 novembre 2021 par un ingénieur géologue-géotechnicien.

3. CONTEXTE GENERAL

3.1. Tracé de la conduite

Après la prise d'eau, le ruisseau de la Chavière oblique à l'ouest pour rejoindre un talweg bien marqué taillé dans les roches du Trias (cargneules).

La conduite, quant à elle, reste assez haute dans le vallon du ruisseau et suit un sentier et une ancienne piste (conduite enterrée). Vers l'altitude 1510m, elle bifurque à l'ouest pour rejoindre l'usine en travers du talweg en amont de la confluence avec le Doron de Termignon (conduite aérienne).

3.2. Géomorphologie

▪ Usine

- Pente : faible
- Occupation : /
- Géologie : éboulis/alluvions sur substratum rocheux (cargneules)

▪ Tronçon A-B

- Pente : 3 à 5%
- Occupation : végétation peu dense / blocs d'éboulis
- Géologie : éboulis et/ou alluvions sur substratum rocheux (cargneules) – longe la « faille du ravin de Chavière »

▪ Tronçon B-C

- Pente : 5 à 10%
- Occupation : sentier – forte pente à l'aval
- Géologie : moraines sur substratum rocheux (cargneules) - longe la « faille du ravin de Chavière »

▪ Tronçon C-D

- Pente : 15%
- Occupation : forêt / ancienne piste
- Géologie : moraines

- **Tronçon D-E**
 - Pente : 5 à 7%
 - Occupation : piste forestière
 - Géologie : moraines sur substratum rocheux (cargneules)
- **Tronçon E-F**
 - Pente : 50 à 70%
 - Occupation : forêt
 - Géologie : moraines sur substratum rocheux (cargneules)
- **Tronçon F-G**
 - Pente : plat
 - Occupation : plateforme (zone de parkings)
 - Géologie : moraines

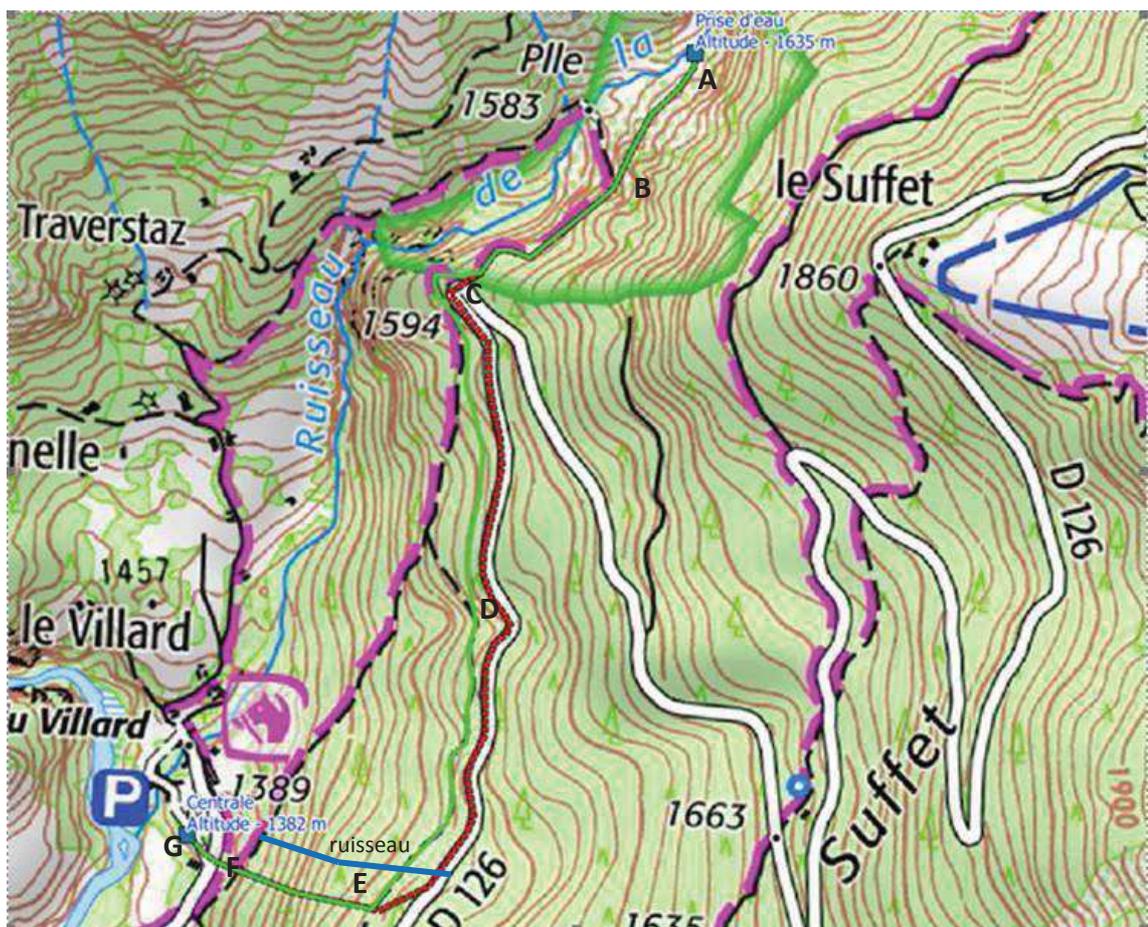


Figure 3: Extrait IGN 1/25000 - sans échelle

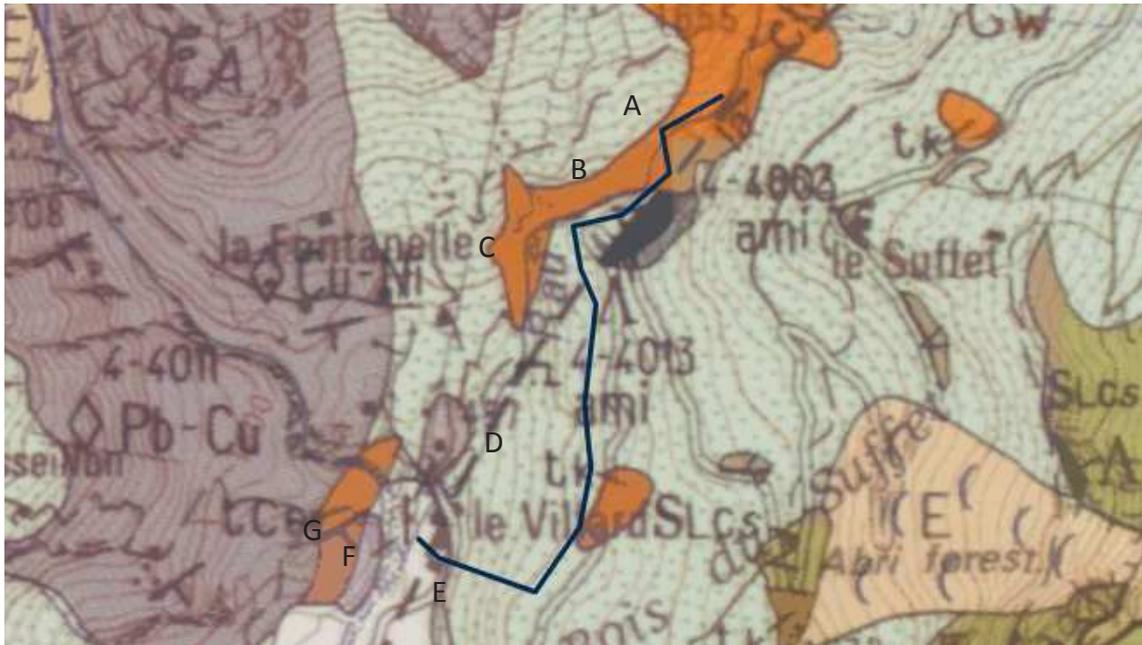


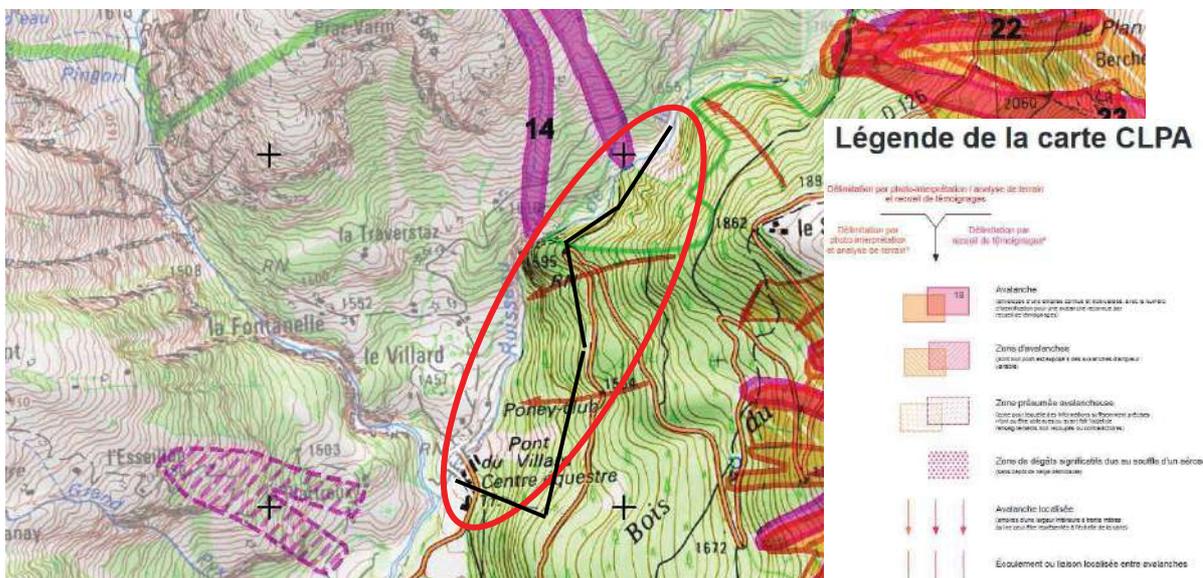
Figure 4: Extrait géologique BRGM 1/50000 - sans échelle

3.3. Hydrographie / hydrogéologie

- Couloirs d'écoulement préférentiel en période de fonte nivale
- Ruisseau qui court sur les cargneules à proximité du tronçon EF

3.4. Aléas risques naturels

- Aléa sismique : Zone de sismicité 3 (sismicité modérée)
- PPRN communal : hors périmètre
- CLPA :
 - couloir d'avalanche en rive droite de la prise d'eau rejoignant le Doron (14)
 - Plusieurs talwegs d'écoulement d'avalanches en rive gauche rejoignant le Doron



4. CONSTATS DE VISITE DU 12 NOVEMBRE 2021

4.1. Conditions de la visite

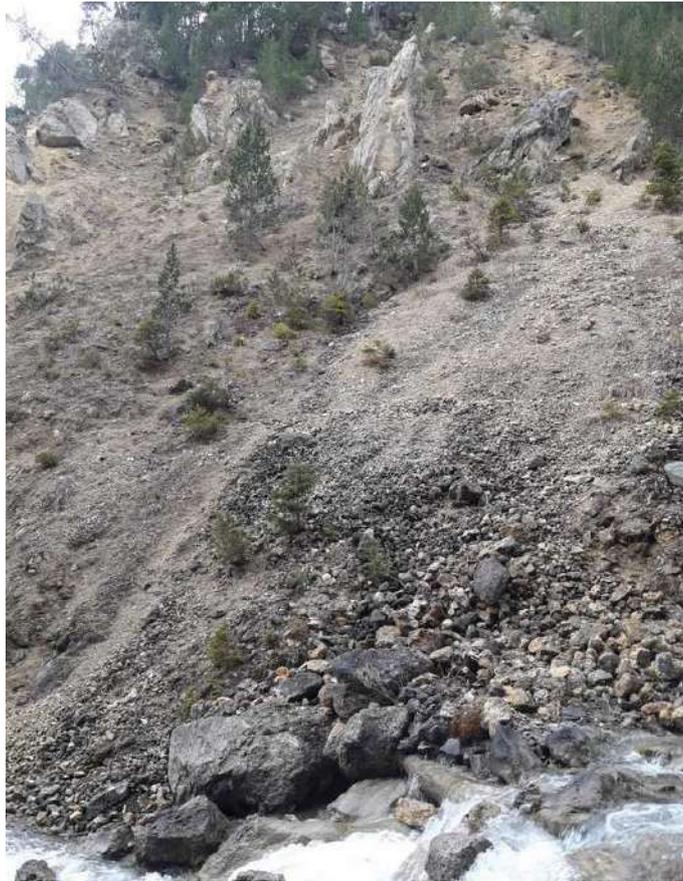
- Période de beau temps sec et doux
- Terrains secs

4.2. Prise d'eau

- Faible pente du cours d'eau, ruisseau fortement encaissé, accès difficile
- Pavage grossier en fond de lit
- Couloir d'avalanche rive droite – Cône d'éboulis non stabilisé – Présence de masse rocheuse en partie amont (dérochoir)

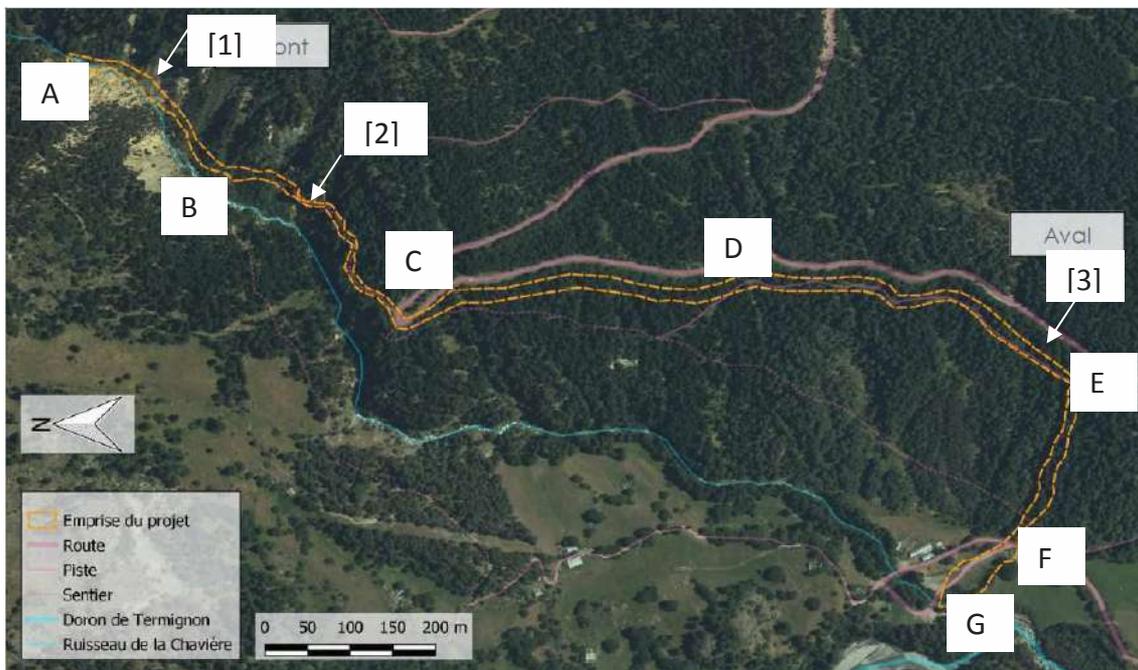


Secteur de la prise d'eau



Cône d'éboulis non stabilisé

4.3. Conduite



Tronçon A-B – Berge rive gauche

Blocs d'éboulis / cône de déjection (base du cône non stabilisé) [1]



Eboulis



Cône de déjection rive gauche [1]

Tronçon B-C – Sentier - forte pente à l’aval – Couverture morainique



Sentier

Tronçon BC – Falaise de cargneules d’une vingtaine de mètres de hauteur : structure vacuolaire / altération du front rocheux avec formation de surplombs [2]

Forte pente à l’aval du ressaut rocheux – sentier en pied de falaise instable / traversée d’un cône d’éboulis au nord-est



Falaise de cargneules [2]



Falaise de cargneules [2]

Tronçon C-D – Ancien chemin en faible pente – pas d’affleurements visibles – blocs en surface



Ancien chemin

Tronçon D-E

Ruisseau : affleurements de cargneules [3] / Piste forestière en faible pente



Lit du ruisseau sur les cargneules [3]



Piste forestière – traversée du ruisseau

Tronçon E-F – Pente très soutenue en forêt constituée d’une couverture discontinue de moraines à blocs recouvrant les cargneules (modelage en creux et bosses)



Partie raide en forêt

4.4. Secteur usine

- Plateforme en rive gauche du ruisseau
- Affleurement de blocs rocheux sous la plateforme et dans le lit du ruisseau



Site de l’usine

5. AVIS GEOTECHNIQUE SUR LA FAISABILITE PRELIMINAIRE DU PROJET

5.1. Identification des risques et contraintes majeurs

Tronçon	Linéaire (m)	Risque/contrainte	Enjeu concerné	Conséquences	Exposition
AB et prise d'eau Couloir d'avalanche et cône d'éboulis	250	Avalanche	Ouvrages hors-sol	Ensevelissement Casse/déformation des installations	Hiver / Printemps
		Chute de blocs et risque d'impact	Personnel	Choc sur personnel ou engins	Phase travaux / précipitations importantes / Gel dégel
			Ouvrages hors-sol	Choc sur ouvrages	Précipitations importantes/ Gel-dégel
		Mouvements de terrain (fluage) au franchissement du cône de déjection	Conduite forcée	Casse / déformations de la conduite	Toute l'année avec prédominance lors de la fonte nivale
BC falaise de cargneules et cône d'éboulis [2]	20	Falaise Pente forte à l'aval	Conduite forcée	Difficultés de terrassement	/
		Cône d'éboulis	Conduite forcée	Casse / déformations de la conduite	Toute l'année avec prédominance lors de la fonte nivale
EF 1510 à 1385	200	Mouvements de terrain (fluage) dans les terrains non stabilisés sous falaise	Ouvrages hors-sol	Casse / déformations de la conduite	Toute l'année avec prédominance lors de la fonte nivale
		Chute de blocs	Personnel	Choc sur personnel ou bâti	Phase travaux

Pour le tronçon CD, aucun risque n'a été identifié, ni aucune contrainte particulière. Il n'y a donc pas d'éléments particuliers à signaler ou à anticiper sur ce tronçon ni de mesures de réduction / suppression à mettre en oeuvre.

Pour le tronçon DE, aucun risque n'a été identifié, ni aucune contrainte particulière. Il n'y a donc pas d'éléments particuliers à signaler ou à anticiper sur ce tronçon ni de mesures de réduction / suppression à mettre en oeuvre.

5.2. Mesures de suppression / Réduction des risques

Zone	Mesures en phase chantier	Mesures pour les installations	Risque résiduel
AB Prise d'eau	Pas de superposition des zones de travail Purge des blocs instables	<u>Franchissement du cône de déjection (zone de mouvement de terrain)</u> : Mise en œuvre de matériel permettant d'absorber des mouvements de terrain important (par exemple, conduite enterrée en fonte ductile Pose de manchons coulissants et de rotules à brides articulées à l'entrée et la sortie du tronçon concerné)	<u>Franchissement du cône de déjection</u> : Déformations / Casse de la conduite Suivi de la conduite à prévoir sur la zone sensible
BC Falaise cargneules	/	Ancrage à la falaise en aérien Confortement de la falaise par épinglage Protection contre les chutes de blocs <u>Passage en terrain non stabilisé</u> : - Conduite fonte ductile enterrée - Stabilisation du déblai en terrain meuble par grillage ancré ou équivalent - Stabilisation de la conduite par bridage avec ancrages des brides au rocher <i>Position du toit rocheux à déterminer par géophysique pour affinage de la solution technique</i>	<u>Passage en terrain non stabilisé</u> Déformations / Casse de la conduite Suivi de la conduite à prévoir sur la zone de franchissement des éboulis sous falaise
EF 1510 à 1385	Barrière de protection pare blocs / fermeture du sentier de randonnée lors des travaux de terrassement	Conduite à enterrer Ancrage régulier de la conduite dans les cargneules / drainage en fond de tranchée	Légères déformations

5.3. Conclusions

Au regard des éléments communiqués pour la réalisation de cette étude et en prenant en compte les précautions et dispositions constructives indiquées ci-avant, **la faisabilité géotechnique du projet est envisageable.**

Sa réalisation ne remettra pas en cause la stabilité globale du site.

5.4. Investigations à prévoir en phase AVP / PRO

- Géophysique par sismique ou électrique sur les secteurs d'éboulis pour détermination de l'épaisseur de terrain meuble mobilisable
- Fouilles à la pelle mécanique afin d'évaluer l'épaisseur de couverture et caractéristiques du substrat rocheux le long du tracé
- Fouilles à la pelle et sondages pressiométriques au droit de la prise d'eau et de l'usine

Missions d'ingénierie type selon la norme NFP 94-500 de Novembre 2013

Pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants avec visite du site et des alentours.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisnants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT.

Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)
--

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

— Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'état de l'état général de l'ouvrage existant.

— Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).