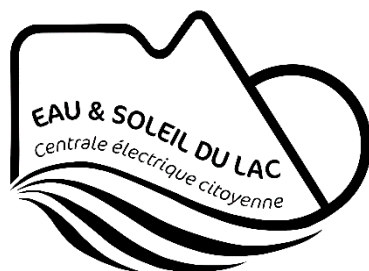




## Avis sur la capacité de transport solide du Petit Varon et risque au niveau d'un passage couvert

*Septembre 2024*



Commune : Le Bourget du Lac

Maître d'ouvrage : Association Eau & Soleil du Lac

**Cliché page de garde : Lit en amont du passage du Petit Varon sous l'ancienne papeterie et ouvrage de franchissement**

**Etabli par :**



**OFFICE NATIONAL DES FORETS**

Agence RTM Alpes du Nord  
Service RTM de Savoie

17 rue des Diables bleus,  
73026 Chambéry Cedex  
Tél. : 04.79.69.96.05

Adél : [rtm.chambery@onf.fr](mailto:rtm.chambery@onf.fr) - Web : [www.onf.fr](http://www.onf.fr)



	Nom Prénom	Fonction
Auteur	David ETCHEVERRY	Ingénieur travaux RTM
Relecture	David VIAL	Hydraulicien torrentiel

**Suivi des versions :**

Version	Date	Observations
Version 1	18 septembre 2024	

---

## Table des Matières

<b>Table des Matières .....</b>	<b>3</b>
<b>I Introduction .....</b>	<b>4</b>
<b>II Description générale du site et éléments de connaissance .....</b>	<b>5</b>
II.1 Configuration hydrographique (aménagée) .....	5
II.2 Historique des crues .....	7
II.3 Hydrologie du Nant Varon .....	7
II.4 Contexte géologique et activité morphodynamique .....	9
II.5 Observations de terrain – le Petit Varon .....	11
<b>III Analyse et avis .....</b>	<b>16</b>
<b>Table des illustrations .....</b>	<b>18</b>



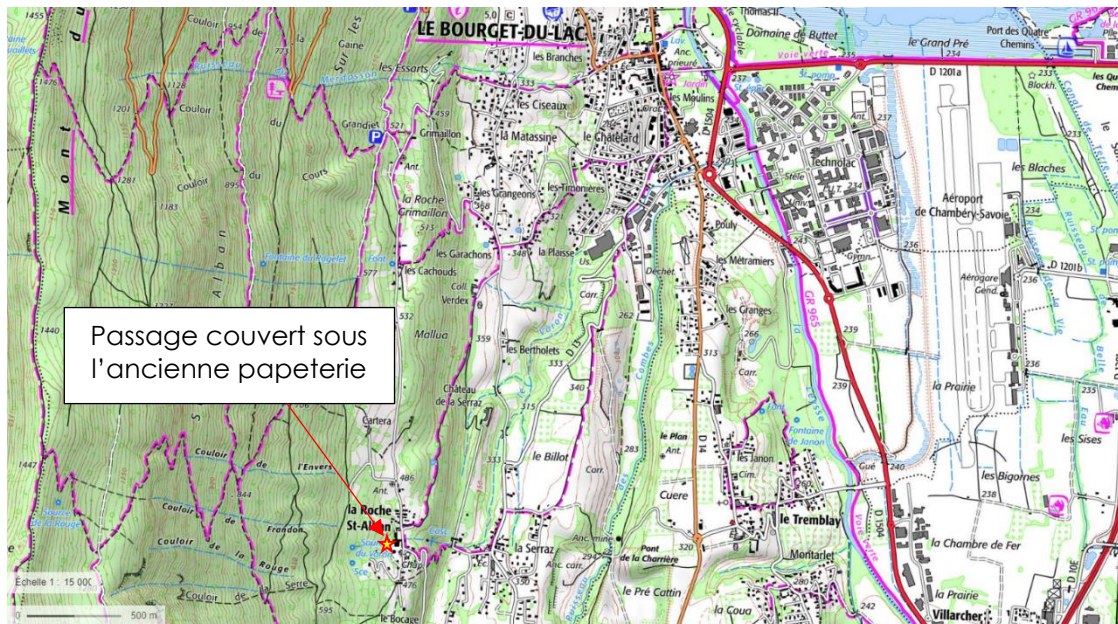
# I Introduction

L'association Eau & Soleil du Lac étudie un projet hydroélectrique sur le Nant Varon avec une réutilisation de certains anciens aménagements. C'est notamment le tronçon d'une conduite, qui passe à l'intérieur d'un ouvrage hydraulique (dalot) sur le ruisseau du Petit Varon (ruisseau voisin du Varon), au niveau du passage sous l'immeuble de l'ancienne papeterie, que le pétitionnaire souhaite réutiliser.



**Figure 1 : Conduite arrivant sous l'ouvrage de franchissement de l'ancienne papeterie**

En tant que porteur de projet, l'association souhaite étudier la capacité de l'ouvrage à laisser transiter les crues du Petit Varon. Dans ce contexte, elle s'interroge sur le charriage prévisible en crue au droit de l'ouvrage et son effet sur les conditions d'écoulement.



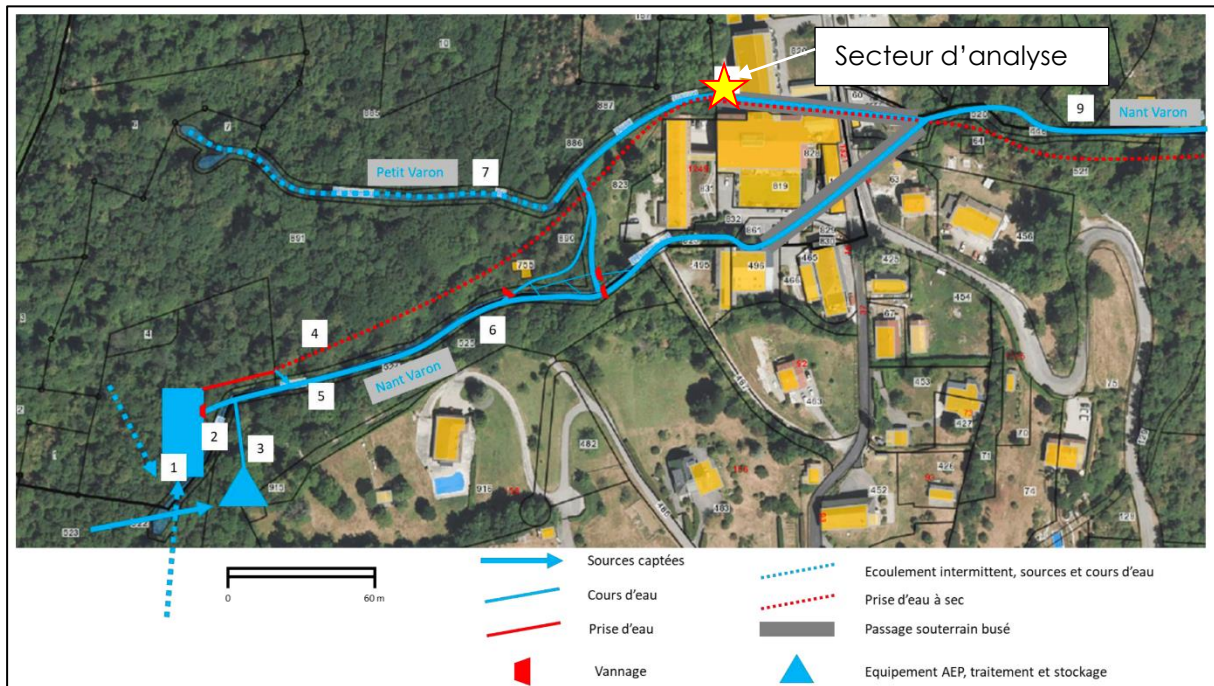
**Figure 2 : Plan de situation**

Dans ce contexte, l'association a sollicité le service RTM pour un avis à dire d'expert sur la capacité du Petit Varon à charrier des matériaux au droit de l'ouvrage, et sur l'effet de ce charriage sur les risques de débordements de l'ouvrage. Le contenu de l'avis est qualitatif et donné à dire d'expert. Il ne constitue pas une étude hydraulique. Ce format a été proportionné aux contraintes de planning exprimées par le maître d'ouvrage.

## II Description générale du site et éléments de connaissance

### II.1 Configuration hydrographique (aménagée)

La configuration hydrographique en amont du secteur d'étude (passage couvert sous l'ancienne papeterie) est complexe et anthropisée (équipements hydrauliques anciens).



**Figure 3 : Description schématique des aménagements actuels (Source : Association Eau & Soleil du Lac)**

Le Varon et le Petit Varon sont deux cours d'eau distincts, alimentés par des sources. Les sources du Varon semblent être actives toute l'année (cf. courbe des débits classés dans l'étude de l'Association Eau & Soleil du Lac, 2024), à l'inverse de celle du Petit Varon qui serait à sec la majorité du temps. Dans le cadre de la présente étude, aucune analyse spécifique n'est réalisée sur l'hydrologie de ces talwegs. En tout état de cause, lors de la visite, le Varon était en eau alors que le Petit Varon était à sec.

L'ouvrage de franchissement objet de l'étude est traversé par le Petit Varon.

Sur le Varon, on retrouve encore de nombreux anciens aménagements hydrauliques qui influence les écoulements :

- Vers la cote 520, à l'aval proche des principales sources du Varon : une prise d'eau équipe le talweg. C'est notamment de là que part une conduite qui n'est plus opérationnelle et que l'Association souhaite réhabiliter. Le trop plein continue dans le Varon.
- Vers la cote 485 :
  - o Un chenal transversal, à pente très faible (quasi nulle) permet de conduire une partie des écoulements vers le Petit Varon
  - o Des anciennes vannes permettaient de jouer sur la répartition des écoulements entre le Varon et le Petit Varon. Elles sont multiples, avec notamment une



première vanne un peu plus en amont du canal, car l'écoulement devient diffus / divaguant sur une zone à plus faible pente à l'amont immédiat du canal.

Aussi, le Petit Varon, qui franchit plus en aval le passage enterré sous l'ancienne papeterie, est alimenté par :

- Les eaux naturelles du Petit Varon
- Une partie des eaux du Varon, déviée depuis le Varon. Les vannes ne sont plus manipulées et majoritairement en position ouverte. La répartition est assez aléatoire sur un secteur où l'écoulement est diffus. Néanmoins, le constat visuel reste que la majeure partie du débit continue son cheminement sur le Varon, et donc que la proportion déviée vers le Petit Varon n'est pas majoritaire.

Concernant le transport solide, le replat sur le Varon en amont du canal est favorable au dépôt, puis le canal de dérivation, à pente quasi nulle, a une capacité de transport négligeable.

La figure suivante illustre le canal transversal : quelques matériaux solides se sont déposés dans le canal à proximité du Varon, puis on n'observe plus de matériaux issus du charriage en s'éloignant vers le Petit Varon. Cela illustre l'absence d'apports solide depuis le Varon au Petit Varon.

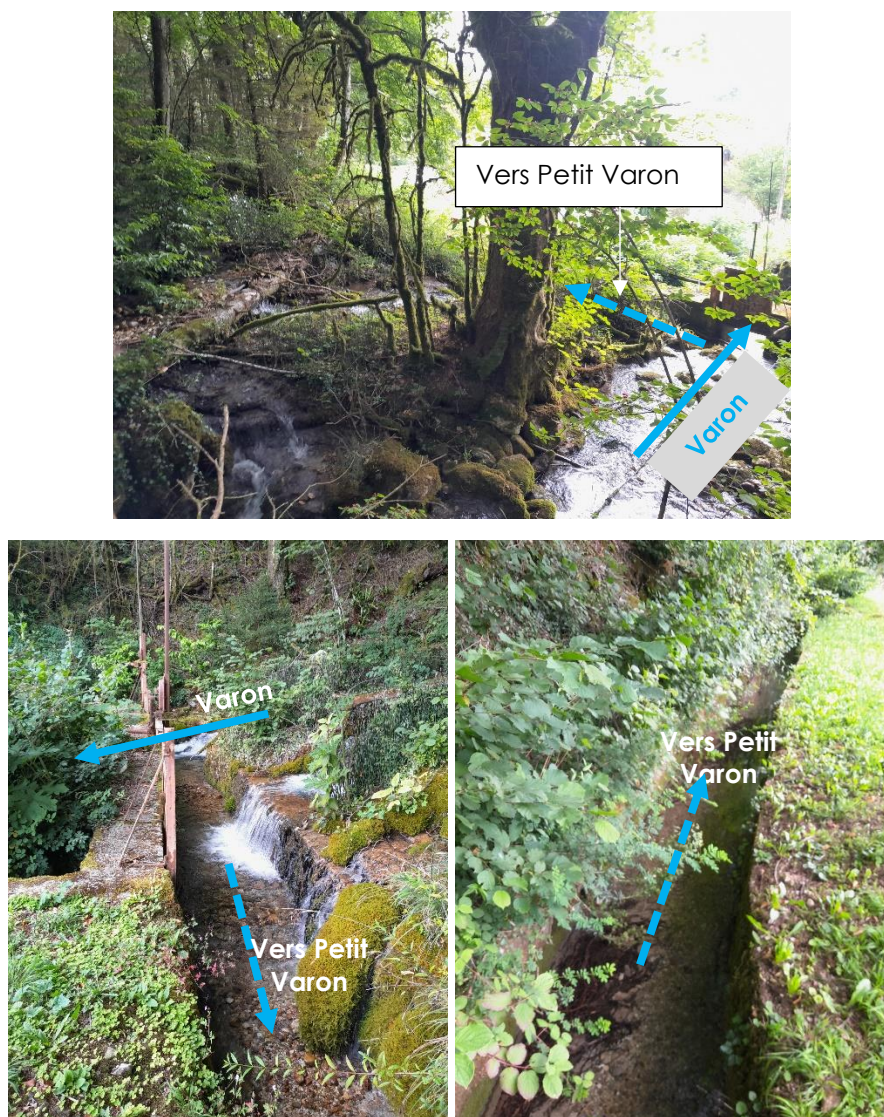


Figure 4 : Canal de dérivation du Varon vers le Petit Varon – transport solide négligeable

**Aussi, il est considéré que le Varon n'apporte aucune contribution solide au Petit Varon. Pour cette raison et au regard de l'objectif de l'étude, le Varon ne sera pas présenté et détaillé dans la suite de l'étude.**

## II.2 Historique des crues

Les archives RTM ne recense qu'un seul évènement sur le Nant Varon en février 1990.

Cet épisode de mi-février 1990 a marqué la Savoie avec de nombreux évènements. Ils ont fait suite à plusieurs jours de précipitations et à la fonte d'une importante partie de la couverture neigeuse tombée les jours précédents (NB : analogie avec janvier 2018). Les documents d'archives indiquent des dégradations de la digue à la Plaisse, mais celle-ci serait, au regard de la toponymie, le seul impact relevé lors de cet évènement. Ce secteur est plus en aval que la zone d'étude.

Les autres sources d'archives n'ont pas été consultées (archives départementales, archives communales, syndic de copropriété de l'immeuble, ...).

## II.3 Hydrologie du Nant Varon

Le massif de la Dent du Chat est karstique, comme représenté sur la carte ci-dessous, extraite de « *Les karsts de l'avant-pays alpin au nord des Alpes occidentales : le creusement glaciaire des réseaux souterrains. In: Karstologia : revue de karstologie et de spéléologie physique, n°13, 1er semestre 1989. pp. 21-32* »

Ce document précise notamment, qu'en termes d'hydrologie, « *la dissymétrie du Mont de la Charve – Mont du Chat avantage le versant oriental : sources de la Roche Saint Alban (commune de la Motte Servolex) de 35 à plus de 1000 l/s [...]* » NB : Ce sont ces sources qui alimentent le Varon.

**Ces talwegs sont effectivement alimentés par des sources. Aussi, la configuration karstique du massif complexifie l'appréhension de l'hydrologie du Varon et du Petit Varon, avec notamment des incertitudes fortes sur les débits de crues.**

Aucune analyse hydrologique quantifiée n'est développée dans le cadre de la présente prestation. Dans l'étude de faisabilité du Projet de récréation d'une production Mini Hydro sur le Nant Varon au Bourget-du-Lac (Association Eau & Soleil du Lac, 2024), des débits de crues sont estimés :

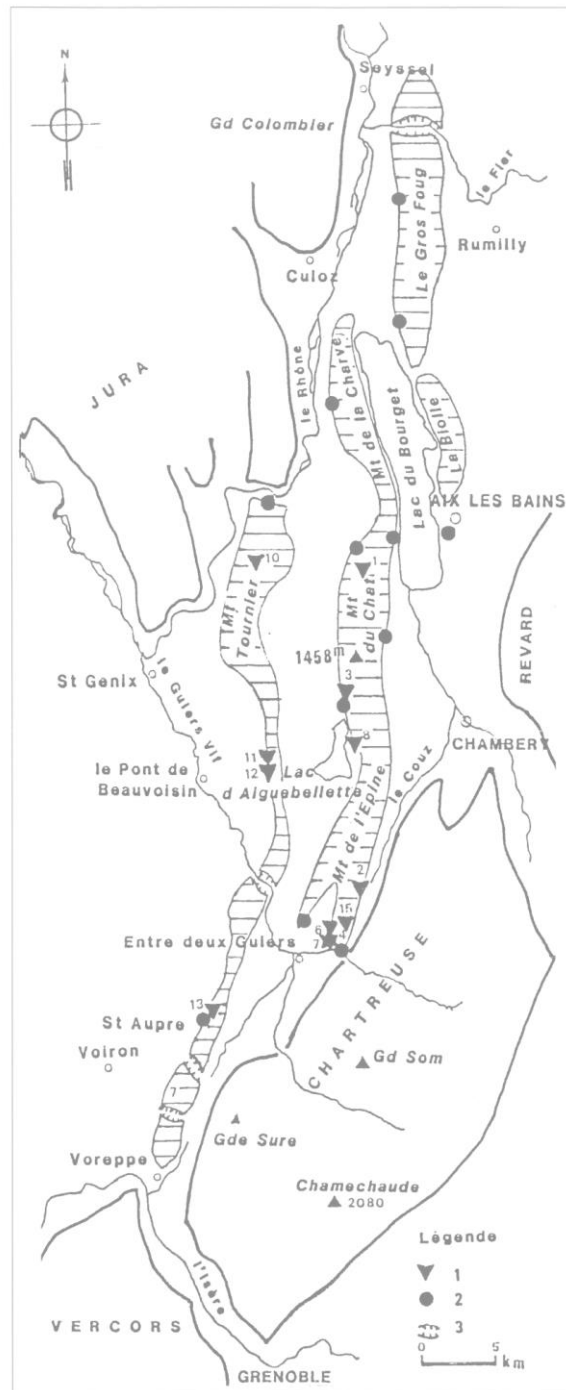
- Pour le Varon, le pétitionnaire dispose de débits mesurés sur la période 2009-2018, puis les débits de crue sont estimés par méthode du GRADEX. Les débits instantanés décennal et centennal sont respectivement estimés à 1,9 et 3,1 m³/s.
- Pour le Petit Varon, le débit centennal est estimé en cumulant le débit centennal naturel estimé du Petit Varon, auquel une contribution du Petit Varon est ajoutée (non précisée ?) pour aboutir à un débit de l'ordre de 1,5 m³/s.

Les bassins versants des Varon et Petit Varon disposent de limites topographiques très peu marquées et délicates à identifier. Ces bassins versants seraient tout en longueur jusqu'au sommet du massif. **Les surfaces de bassins versants sont très réduites** : très approximativement, la surface du bassin versant du Petit Varon n'excéderait pas 0,1 km² (entre 0,05 et 0,1 km²), celle du Varon serait de l'ordre de 0,2 km².

Pour ces surfaces, les débits pseudo-spécifiques décennal et centennal (pour les débits estimés) sont nettement supérieurs à ceux couramment rencontrés sur ce secteur

géographique. Toutefois, la comparaison est à prendre avec précaution au regard de la configuration très particulière (réseau karstique, apport de sources).

**Il est vraisemblable que les débits de crue estimés dans l'étude de faisabilité soient très sécuritaires**, en raison d'une surestimation supposée liée à l'utilisation de la méthode du GRADEX pour des cours d'eau principalement alimentés par des sources.

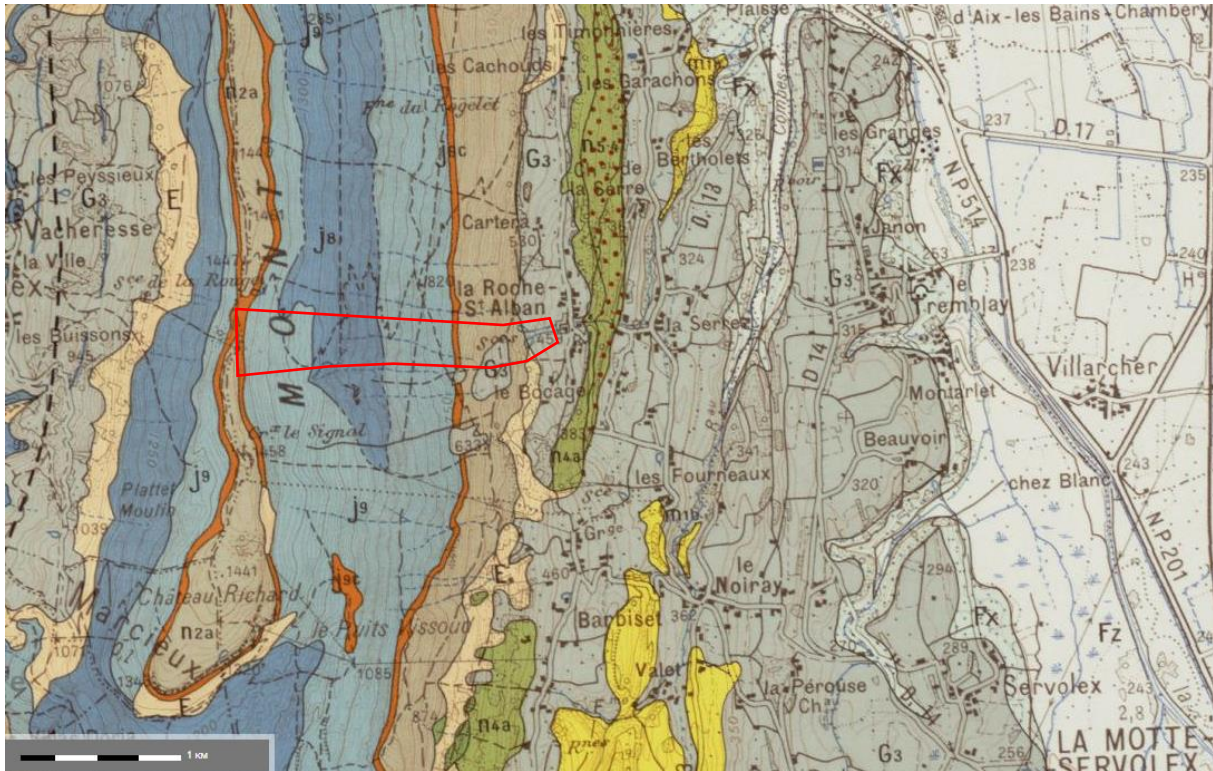


**Figure 5 : Les karst de la bordure alpine au sud du Fier (source : « Les karsts de l'avant-pays alpin au nord des Alpes occidentales : le creusement glaciaire des réseaux souterrains. In: Karstologia : revue de karstologie et de spéléologie physique, n°13, 1er semestre 1989. pp. 21-32 »)**



## II.4 Contexte géologique et activité morphodynamique

Toute la tête du bassin versant topographique du Varon/Petit Varon est constituée de terrains indurés EN calcaires Kimméridgien (j8) et Portlandien (j9). La configuration du massif du Mont du Chat en anticlinal à fort pendage vers l'Est rend les terrains particulièrement raides. Le couvert végétal est dense avec peu de terrains nus soumis aux agressions météorologiques. Les réseaux hydrographiques de surface sont peu développés, discontinus voire inexistants. Ils prennent la forme de ravins, presque toujours secs, très pentus et manifestant peu de mouvements réguliers de matériaux solides.

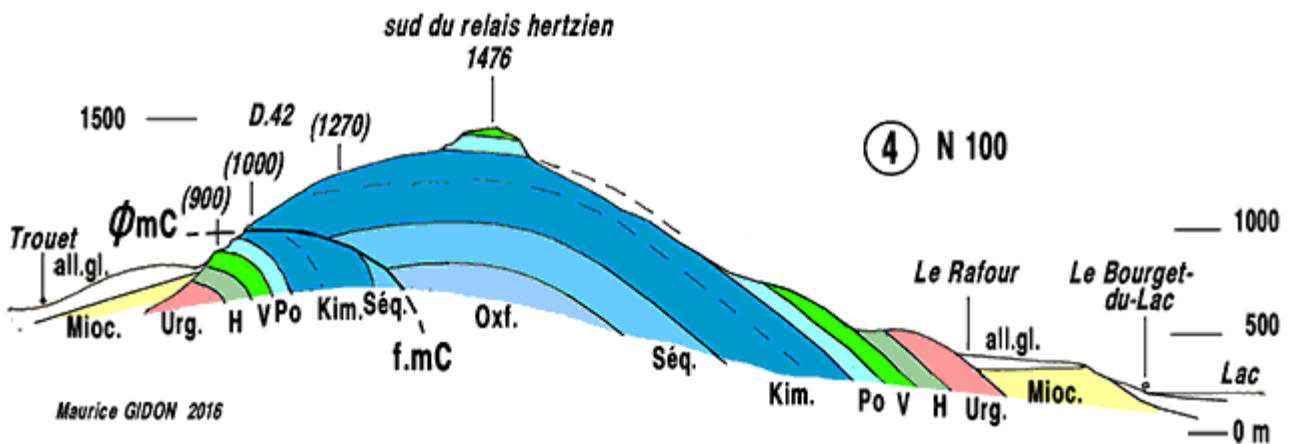


**Figure 6 : emprise approximative du bassin versant et extrait de carte géologique imprimée 1/50000 (InfoTerre, BRGM)**

En dessous (topographiquement) de deux couches massives calcaires j8/j9, on trouve les niveaux suivants :

- ➔ Purbeckien (calcaires gris, marnes vertes et couches à cailloux noirs à Chara - j9c)
- ➔ Valanginien (marnes valanginiennes et marbre bâtard - n2a)
- ➔ Hauterivien (n3) : non visible dans les environs de la Roche-St-Alban
- ➔ Urgonien (n5-4) : calcaire massif partiellement recouvert de matériaux glaciaires (G3) où se situe le village de la Roche St-Alban.

La coupe géologique ci-dessous n'est pas exactement située au droit du secteur d'étude mais est représentative de la structure des terrains observés sur le bassin versant du Varon / Petit Varon.



**Figure 7 : coupe géologique au nord de la zone d'étude - Anticlinal du Mont du Chat dans l'axe O-E du Relais (source : <http://www.geol-alp.com/>)**

Ainsi, on peut trouver sur le bassin versant en amont de la Roche St-Alban :

- ➔ des lentilles de terrain G3 correspondant à des moraines de fond revêtues par les vallums de retrait glaciaire
- ➔ des éboulis de pente formés à partir de tous les matériaux précédemment décrits.

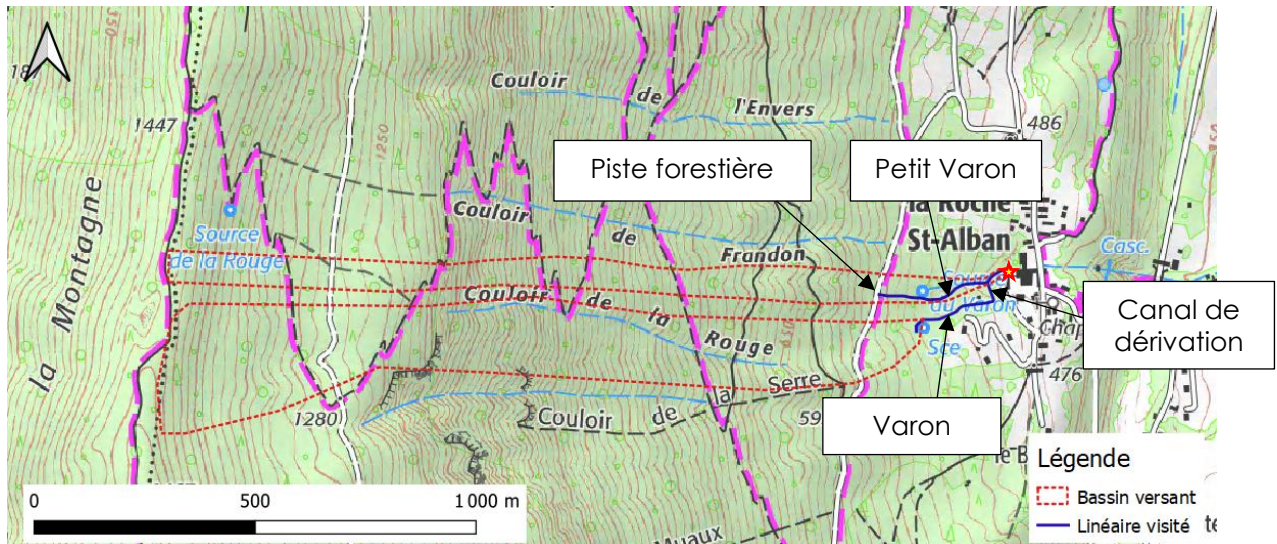
Les matériaux glaciaires et les éboulis, plus ou moins connectés aux réseaux hydrographiques identifiés sur le terrain, peuvent constituer des réserves mobilisables de matériaux mixtes au gré des évolutions morphologiques des différents talwegs.

Actuellement, on observe plutôt des talwegs discontinus et « endormis » d'un point de vue morphodynamique (cf. partie II.4) mais les traces de matériaux solides transportés et déposés sous une végétation dense sont les témoins d'une activité morphodynamique passée qui pourrait être réactivée en fonction notamment des futurs événements hydroclimatiques dont les scénarios sont aujourd'hui très incertains et leurs conséquences d'autant plus. Ce type de réactivation peut faire suite à des épisodes pluvieux très intenses (de nature rare à exceptionnel) ou à l'occurrence de phénomène géologique sur le bassin versant (une période de retour a ici peu de signification, mais l'absence d'historique connu conduit également à considérer que ces scénarios présentent une très faible probabilité d'occurrence). Le cas échéant, il peut conduire à des modifications significatives du transport solide.



## II.5 Observations de terrain – le Petit Varon

Sur la carte IGN, la source du Varon est identifiée vers la cote 520. Le lit a été parcouru depuis la piste forestière à la cote 560 jusqu'à l'ouvrage.



**Figure 8 : Bassin versant et tronçons visités**

Depuis le sommet du massif, différents « couloirs » sont identifiés sur l'IGN. On ne retrouve pas nécessairement une continuité avec l'aval, les éventuels écoulements s'infiltrant dans le massif. Une continuité des écoulements torrentiels résulterait ici vraisemblablement d'un phénomène remarquable.

Dans l'axe du Petit Varon, au niveau de la traversée de la piste forestière à la cote 560 (limite amont du parcours pédestre du lit), un ouvrage de franchissement existe et le talus amont de la route laisse supposer un axe d'écoulement privilégié. Les blocs sont ici recouverts de mousse, la végétation est dense ; les écoulements concentrés semblent rares.



**Figure 9 : Amont immédiat de la route forestière et ouvrage de franchissement, dans l'axe du Petit Varon**

En aval, un axe préférentiel d'écoulement se dessine sans que le talweg ne soit encore marqué pour autant. La végétation est localement dense. Le lit est pavé de nombreux blocs, qui sont recouverts de mousse. Il est vraisemblable que les écoulements y soient rares.





**Figure 10 : Entre la piste forestière et la "source du Varon" identifiée sur la carte IGN**

A partir de la cote 520, là où sont identifiées les sources du Petit Varon sur la carte IGN, on retrouve un talweg un peu plus marqué, avec de nombreux blocs en fond du lit et la mousse est moins présente. A partir de ce tronçon, les écoulements sont vraisemblablement plus réguliers, provenant de la source du Petit Varon lorsqu'elle est active (ce qui n'était pas le cas lors de la visite).

Au milieu de quelques gros blocs, les matériaux en fond de lit ont une granulométrie assez réduite. Ces matériaux pourraient être remobilisés sous forme de charriage pour des débits soutenus.







**Figure 11 : zone des sources du Petit Varon**



**Figure 12 : en amont du "replat"**

En aval, le talweg se poursuit et la proportion des éléments fins mobilisables identifiés précédemment réduit pour laisser à nouveau place à un lit pavé essentiellement de gros blocs.

Le Petit Varon arrive alors sur un court replat, qui est favorable au dépôt de matériaux en cas de charriage, d'autant plus qu'un ancien ouvrage à section rectangulaire jouerait le rôle d'ouvrage de contrôle aval.

Quelques matériaux fins (en très faible volume) sont visibles contre cet ouvrage, mais, globalement, le stock sédimentaire d'une granulométrie réduite telle qu'observée dans le lit en amont reste très faible, ce qui semble indiquer un transport solide assez rare.

---



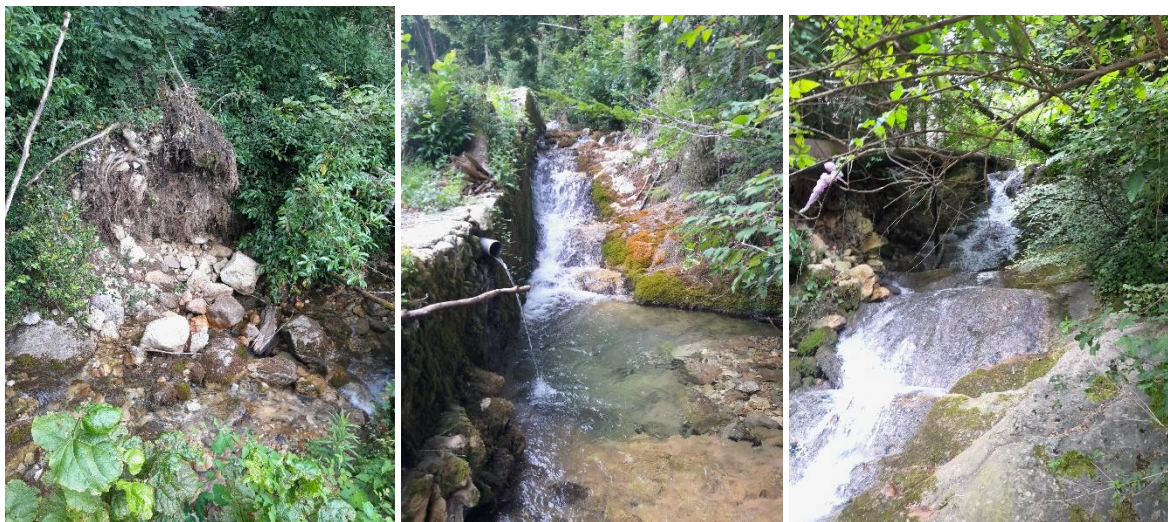


**Figure 13 : replat et ancien ouvrage, en amont immédiat de l'arrivée du canal de dérivation (cote 485)**

C'est en aval immédiat de cet ouvrage que le canal de dérivation d'une partie de eaux du Grand Varon rejoint le Petit Varon.

En aval, le lit est d'abord pavé sur quelques mètres avant de trouver un fond rocheux. Les berges peuvent localement apporter quelques matériaux (solides et flottants) au ruisseau en cas d'érosion. Le fond restera rocheux jusqu'à l'ouvrage sous l'immeuble de l'ancienne papeterie.

Ce substratum rocheux a un profil irrégulier, laissant apparaître quelques « gouilles ». L'absence de matériaux de charriage les colmatant semble ici encore indiquer un transport solide rare sur ce tronçon.



**Figure 14 : entre le débouché du canal de dérivation et l'immeuble de l'ancienne papeterie**

Ce tronçon au fond rocheux arrive derrière l'immeuble de l'ancienne papeterie. L'entrée de l'ouvrage de franchissement marque une rupture de pente. L'ancienne conduite forcée entre dans l'ouvrage au niveau du plafond, puis plonge en biais dans l'ouvrage. Cette configuration n'est hydrauliquement pas favorable.

Quelques blocs et branches sont observés en entrée d'ouvrage.





**Figure 15 : Ouvrage sous l'immeuble de l'ancienne papeterie, et conduite plongeant en biais dans l'ouvrage**

### III Analyse et avis

Pour rappel, l'étude de faisabilité précise que l'ouvrage de franchissement sous l'ancienne papeterie a une capacité hydraulique théorique supérieure au débit de crue centennale estimé. La capacité hydraulique théorique (i.e. « liquide ») n'a pas fait l'objet de vérification dans le cadre du présent avis.

Cet avis a pour objectif de préciser l'analyse de risque de débordement en considérant également le potentiel charriage. Les éléments d'analyse, issus des observations sur site, sont les suivants :

- En cas de charriage du Petit Varon, la configuration hydraulique de l'ouvrage est défavorable et susceptible de réduire la capacité de l'ouvrage et donc d'augmenter la probabilité de débordement. En effet, la rupture de pente en entrée d'ouvrage favoriserait le dépôt de matériaux, et la section hydraulique couverte avec la conduite forcée plongeant favorise le blocage (flottant par exemple). Nous verrons dans la suite que des optimisations sont possibles.
- Néanmoins, les observations in-situ, notamment en partie basse (à l'approche de l'ouvrage), supposent que le transport solide sur le Petit Varon est rare. L'absence d'historique connu de débordements au niveau du franchissement, alors que la configuration hydraulique reste très peu favorable au transport solide, étaye également cette hypothèse de relative rareté de charriage jusqu'à l'ouvrage.

Pour autant, plus en amont, et plus particulièrement à l'aval immédiat des sources du Petit Varon indiquées sur l'IGN, le lit du ruisseau présente un stock sédimentaire qui serait susceptible d'alimenter des crues en matériaux. La rareté du charriage est ici liée à des débits de crues restant vraisemblablement modestes :

- o En réaction, à des précipitations intenses (orage), la faible surface du bassin versant (moins de 0,1 km<sup>2</sup>) entraîne des débits de pointe très limités : une augmentation de débit de quelques centaines de litres par seconde représenterait déjà des orages intenses de période de retour élevée.
- o A la réaction hydrologique directe, s'ajoute un débit de base liée aux apports du réseau karstique. Nous ne disposons pas de données jaugées permettant de quantifier ces apports. La source du Petit Varon est, selon les indications du pétitionnaire, rarement en eau (pas d'apport constaté le jour de la visite), sans aucune mesure avec les sources du Varon. Concernant le fonctionnement, nous n'excluons pas que, suite à des périodes très humides, des niveaux supérieurs de sources puissent se mettre en eau, plus en amont que la source principale repérée sur la carte IGN.
- Pour des scénarios où un transport de matériaux s'opère, que nous qualifions de rares voire exceptionnels (en termes de période de retour définie qualitativement), le replat en amont de l'arrivée du canal depuis le Varon serait favorable au dépôt d'une importante partie du volume charrié, ce qui tend à considérablement réduire les apports jusqu'à l'ouvrage étudié.

En aval, les apports supplémentaires sont réduits en raison du substratum rocheux apparent. Ce sont uniquement les berges qui, par érosion, pourraient apporter quelques matériaux (solides et flottants). Aussi, même pour des scénarios (rares) susceptibles de charrier des matériaux, les apports jusqu'à l'ouvrage sous l'ancienne papeterie seraient limités.

➔ Il est alors considéré que le débordement de l'ouvrage en lien avec les matériaux charriés résulterait de scénarios de crue rare voire exceptionnelle (les scénarii très peu probables d'évolution géomorphologique font partie de ces scénarios).

- Le projet ne modifie pas le risque de débordement au niveau de l'ouvrage. En effet, il consiste à réhabiliter la conduite passant déjà dans l'ouvrage de franchissement, aujourd'hui abandonnée. Par ailleurs, le débit liquide à travers l'ouvrage (hors conduite) n'est pas augmenté par le projet.
- A travers le projet, des adaptations pourraient contribuer à réduire le risque de débordement par rapport à la situation actuelle (conduite abandonnée) :
  - o La position de la conduite dans l'ouvrage pourrait être revue. La placer et la maintenir tout au long de l'ouvrage sur un des côtés et au plafond réduira les risques d'obstruction.
  - o En complément, et indépendamment du projet hydroélectrique qui n'a pas d'effet sur les risques de débordement de l'ouvrage, des améliorations restent possibles pour réduire ces risques. Par exemple, l'aménagement d'un piège à flottant en amont du franchissement et/ou en amont immédiat de la confluence avec le canal de dérivation depuis le Varon, contribuerait à réduire les risques de débordements du franchissement.
- Enfin, le projet de réhabilitation sous-entend que le pétitionnaire devient maître d'ouvrage de la conduite dans l'ouvrage (possiblement remplacée), qui semblait abandonnée.

La conduite, même si sa position venait à être améliorée dans le dalot, demeurera un point de faiblesse susceptible de constituer un facteur aggravant en cas de débordement (probabilité d'occurrence faible – assimilée à des phénomènes rares). Aussi, nous invitons le pétitionnaire à étudier les responsabilités que la réhabilitation de la conduite induit, notamment en cas de débordement à l'entrée du dalot.

---



## Table des illustrations

Figure 1 : Conduite arrivant sous l'ouvrage de franchissement de l'ancienne papeterie.....	4
Figure 2 : Plan de situation .....	4
Figure 3 : Description schématique des aménagements actuels (Source :Association Eau & Soleil du Lac) .....	5
Figure 4 : Canal de déviation du Varon vers le Petit Varon – transport solide négligeable .....	6
Figure 5 : Les karst de la bordure alpine au sud du Fier (source : « <i>Les karsts de l'avant-pays alpin au nord des Alpes occidentales : le creusement glaciaire des réseaux souterrains. In: Karstologia : revue de karstologie et de spéléologie physique, n°13, 1er semestre 1989. pp. 21-32</i> ») .....	8
Figure 6 : emprise approximative du bassin versant et extrait de carte géologique imprimée 1/50000 (InfoTerre, BRGM).....	9
Figure 7 : coupe géologique au nord de la zone d'étude - Anticlinal du Mont du Chat dans l'axe O-E du Relais (source : <a href="http://www.geol-alp.com/">http://www.geol-alp.com/</a> ).....	10
Figure 8 : Bassin versant et tronçons visités.....	11
Figure 9 : Amont immédiat de la route forestière et ouvrage de franchissement, dans l'axe du Petit Varon.....	11
Figure 10 : Entre la piste forestière et la "source du Varon" identifiée sur la carte IGN .....	12
Figure 11 : zone des sources du Petit Varon .....	13
Figure 12 : en amont du "replat" .....	13
Figure 13 : replat et ancien ouvrage, en amont immédiat de l'arrivée du canal de dérivation (cote 485).....	14
Figure 14 : entre le débouché du canal de dérivation et l'immeuble de l'ancienne papeterie .....	14
Figure 15 : Ouvrage sous l'immeuble de l'ancienne papeterie, et conduite plongeant en biais dans l'ouvrage.....	15