

SHBB

Projet de microcentrale hydroélectrique sur les torrents de Bénétant et du Grand Nant

Cevins et La Bâthie (73)

Demande d'autorisation environnementale

Pièce 1 : Description et présentation générale du projet

Pièce 1-1 : Note de présentation non technique

Pièce 1-2 : Description générale du projet

Pièce 1-3 : Justification foncière

Pièce 2 : Dossier d'étude d'incidence environnementale

Pièce 2-1 : Dispense d'évaluation environnementale

Pièce 2-2 : Modifications postérieure à la dispense

Pièce 2-3 : Étude d'incidence environnementale

Pièce 2-4 : Annexes de l'étude d'incidence

Pièce 2-5 : Résumé non technique de l'étude d'incidence

Pièce 3 : Procédures embarquées

Pièce 3-1 : Autorisation en site classé

Pièce 3-2 : Autorisation de défrichement

Pièce 4 : Plans et éléments graphiques obligatoires

Pièce 4-1-1 : Plan de situation AIOT

Pièce 4-1-2 : Autres éléments AIOT

Pièce 4-2-1 : Plan des terrains submergés (IOTA)

Pièce 4-2-2 : Plan AVPS (IOTA)

Pièce 4-3-1-1 : Plan de situation (site classé)

Pièce 4-3-1-2 : Plan de masse et coupes (site classé)

Pièce 4-3-2 : Extrait cadastral (défrichement)

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES.....	1
ANNEXE 1 : VOLET HYDROBIOLOGIQUE DE L'ÉTUDE D'INCIDENCE DU PROJET DE MICROCENTRALE HYDROÉLECTRIQUE DE BÉNÉTANT (TÉRÉO, 2025).....	2
ANNEXE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DES TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT D'UNE CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE SUR LES TORRENTS DE BÉNÉTANT ET DU GRAND NANT - MISSION G2 PHASES AVP-PRO (GEB INGÉNIERIE, 2026)	3
ANNEXE 3 : FLORE INVENTORIÉE POUR CHAQUE HABITAT (KARUM, 2025).....	4

**ANNEXE 1 : VOLET HYDROBIOLOGIQUE DE L'ÉTUDE
D'INCIDENCE DU PROJET DE MICROCENTRALE
HYDROÉLECTRIQUE DE BÉNÉTANT (TÉRÉO, 2025)**

SHBB

27 Rue Aristide Bergès

73540 La Bâthie

Projet de création d'une microcentrale hydroélectrique dans le Bénéfant

Volet hydrobiologique de l'étude d'incidence



Dossier n°2016171

Edition : 24 mars 2025

CLIENT

Adresse

Date livraison

Version

TITRE

Objet

Chef de projet

Rédacteur(s)

Relecteur(s)

Date création

Fichier

Nombre de pages

SHBB

27 Rue Aristide Bergès
73540 La Bâthie
25/03/2019

Provisoire ☐ V1
Finale ☒

Projet de création d'une microcentrale hydroélectrique dans le Bénétant

Volet hydrobiologique de l'étude d'incidence

Gaëtan Loubaresse

Olivier Turrel, Gaëtan Loubaresse

Gaëtan Loubaresse

24/03/2025

2025-Projet microcentrale Bénétant-rapport aquatique-V1

72

TABLE DES MATIERES

1 - ETAT INITIAL MILIEUX AQUATIQUES	1
1.1 - Classement cours d'eau.....	1
1.2 - Méthodologies d'inventaires.....	2
1.2.1 - Définition de la zone d'étude.....	2
1.2.2 - Protocoles mis en œuvre	4
1.3 - Conditions d'intervention	7
1.4 - Les habitats aquatiques.....	10
1.4.1 - Données antérieures	10
1.4.2 - Expertise 2017.....	10
1.5 - Qualité de l'eau	24
1.5.1 - Pressions polluantes	24
1.5.2 - Données antérieures	24
1.5.3 - Résultats 2017	24
1.6 - Indices macrobenthiques et diatomiques.....	25
1.6.1 - Données antérieures	25
1.6.2 - Résultats 2017	25
1.7 - Peuplements piscicoles.....	33
1.7.1 - Gestion halieutique	33
1.7.2 - Données antérieures	33
1.7.3 - Résultats 2017	33
1.8 - Enjeux liés au milieu aquatique	37
1.9 - Etat initial : usages.....	38
1.9.1 - Prélèvements	38
1.9.2 - Rejets.....	38
1.9.3 - Hydroélectricité	38
1.10 - Activité de loisir	38
2 - CONCLUSIONS SUR LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX	40
3 - PRESENTATION SUCCINCTE DU PROJET EN LIEN AVEC LES MILIEUX AQUATIQUES	41
4 - EVALUATION DES EFFETS DU PROJET SUR LE MILIEU.....	44
4.1 - Milieu aquatique	44
4.1.1 - Phase de travaux	44
4.1.2 - Phase exploitation.....	45
4.1.3 - Opérations de maintenance	49
4.1.4 - Effets cumulés.....	49
5 - COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS D'ORIENTATIONS ET DE GESTION	50
5.1 - Enjeux départementaux	50
5.2 - SDAGE.....	50
6 - PROPOSITION DE MESURE EVITER-REDUIRE-COMPENSER	53
6.1 - Mesures d'évitement.....	53
6.2 - Mesure de réduction.....	53
6.2.1 - Gestion du chantier	53
6.2.2 - Période de réalisation des travaux.....	55
6.2.3 - Période d'exploitation.....	55
6.3 - Mesure de compensation.....	55
7 - SUIVI ECOLOGIQUE POST-CHANTIER	56
7.1 - Suivi des milieux aquatiques.....	56
8 - DEMARCHE DE REALISATION DE L'ETUDE.....	58
8.1 - Difficultés rencontrées	58
8.2 - Intervenants et dates.....	58

TABLEAUX

TABLEAU 1 : DONNEES CARACTERISTIQUES DE LA STATION ESTIMHAB	7
TABLEAU 2 : DATES ET INTERVENANTS LORS DES CAMPAGNES DE TERRAINS AQUATIQUES	7
TABLEAU 3 : SYNTHESE DE L'EXPERTISE DE LA QUALITE DES HABITATS AQUATIQUES	19
TABLEAU 4 : RESULTATS PHYSICO-CHIMIE 2017 ET CLASSES DE COULEUR ASSOCIEES	24
TABLEAU 5 : RESULTATS DES IBGN SUR LA STATION DE REFERENCE DU BENETANT (BEN1200) EN AMONT DE LA FUTURE PRISE D'EAU	26
TABLEAU 6 : RESULTATS DES IBD SUR LA STATION DE REFERENCE DU BENETANT (BEN1200) EN AMONT DE LA FUTURE PRISE D'EAU	27
TABLEAU 7 : RESULTATS DES IBGN SUR LA STATION DU BENETANT (BEN850) EN AVAL DE LA FUTURE PRISE D'EAU	28
TABLEAU 8 : RESULTATS DES IBD SUR LA STATION DU BENETANT (BEN850) EN AVAL DE LA FUTURE PRISE D'EAU	29
TABLEAU 9 : RESULTATS DES IBGN SUR LA STATION DE REFERENCE DU GRAND NANT DE BIZARD (GNB1170) EN AMONT DE LA FUTURE PRISE D'EAU	30
TABLEAU 10 : RESULTATS DES IBD SUR LA STATION DE REFERENCE DU GRAND NANT DE BIZARD (GNB1170) EN AMONT DE LA FUTURE PRISE D'EAU	31
TABLEAU 11 : SYNTHESE DES ENJEUX LIES AUX MILIEUX AQUATIQUES	38
TABLEAU 12 : DEBITS MOYENS MENSUELS RECONSTITUES DES TORRENTS DE BENETANT ET DU GRAND NANT EN SITUATION NATURELLE ET EN SITUATION AMENAGEE AU NIVEAU DE LA PRISE D'EAU PROJETEE (SELON DONNEES HYDROLOGIQUES SHBB)	41
TABLEAU 13 : CONTRAINTES DE FAISABILITE LIEES AUX FACTEURS PHYSIQUE ET BIOLOGIQUES	44
TABLEAU 14 : PROFONDEURS ET LARGEURS EN EAU MESUREES AU NIVEAU DE 12 TRANSECTS SUR LA STATION BEN850 A DEUX DEBITS LES 18/05 ET 26/10/2017	46
TABLEAU 15 : SYNTHESE DES MESURES REALISEES SUR LA STATION BEN850 D'EXPERTISE DU DMB	47
TABLEAU 16 : PROGRAMME DE SUIVI ECOLOGIQUE POST-CHANTIER – VOLET MILIEUX AQUATIQUES	57
TABLEAU 17 : DATES ET INTERVENANTS LORS DES CAMPAGNES DE TERRAIN AQUATIQUES	58

PHOTOGRAPHIES

Crédit photographique : sauf mention contraire, toutes les photographies illustrant ce rapport ont été réalisées par les membres du bureau d'études TERE0.

PHOTO 1: VUE GENERALE DU LIT MOYEN (T1)	12
PHOTO 2: ECOULEMENTS MAJORITAIREMENT OBSERVES (T1)	12
PHOTO 3: CHUTE INFRANCHISSABLE (T1)	12
PHOTO 4: FRAYERE ACTIVE (T1)	12
PHOTO 5: VUE GENERALE DU LIT MOYEN (T2)	13
PHOTO 6: ECOULEMENTS MAJORITAIREMENT OBSERVES (T2)	13
PHOTO 7: FRAYERE ACTIVE (T2)	13
PHOTO 8: CONNECTIVITE BERGES (T2)	13
PHOTO 9: VUE GENERALE DU LIT MOYEN (T3)	14
PHOTO 10: CHUTES INFRANCHISSABLES (T3)	14
PHOTO 11: BONNE CONNECTIVITE LOCALE (T3)	14
PHOTO 12: FRAYERE ACTIVE (T3)	14
PHOTO 13 : VUE GENERALE DU LIT MOYEN (T4)	15
PHOTO 14 : SUBSTRATS PRESENTS (T4)	15
PHOTO 15 : CONFLUENCE BENETANT (T4)	15
PHOTO 16 : LIEU FUTURE PRISE D'EAU (T4)	15
PHOTO 17: VUES DE LA PRISE D'EAU ALTEO EXISTANTE (COTE 841 M NGF) ET DE L'EXUTOIRE ASSURANT LE DEBIT RESERVE (OUVRAGE INFRANCHISSABLE A LA MONTAISON ET A LA DEVALAISON)	17
PHOTO 18 : OBSTACLES INFRANCHISSABLES MAJORITAIREMENT OBSERVES DANS LE BENETANT	17
PHOTO 19 : VUES DE LA STATION BEN850 D'EXPERTISE DU DEBIT MINIMUM BIOLOGIQUE A DEUX DEBITS : 790 L/s (GAUCHE) ET 197 L/s (DROITE)	46

CARTES

CARTE 1 : LOCALISATION DES STATIONS DE MESURES ET DE L'OUVRAGE HYDROELECTRIQUE PROJETE (FOND IGN)	3
CARTE 2 : LOCALISATION DES TRONÇONS HOMOGENES PAR RAPPORT A L'EMPRISE DU PROJET	11
CARTE 3 : FACIES D'ECOULEMENTS	20
CARTE 4 : EXPERTISE DE LA QUALITE DES HABITATS AQUATIQUES	21
CARTE 5 : OBSTACLES A LA CONTINUITE PISCICOLE	22
CARTE 6 : FRAYERES POTENTIELLES DE TRUITE COMMUNE SUR LE LINEAIRE D'EXPERTISE	23
CARTE 7 : PLAN SYNTHETIQUE DU PROJET – LOCALISATION DE LA PRISE D'EAU, DE L'USINE HYDROELECTRIQUE ET DE LA CONDUITE FORCEE	43

FIGURES

FIGURE 1 : DEBITS MESURES SUR LES STATIONS DE SUIVI HYDROBIOLOGIQUES	8
FIGURE 2 : DEBITS MENSUELS RECONSTITUES SUR LE BENETANT ET LE GRAND NANT DE BIZARD AU NIVEAU DES PRISES D'EAU PROJETEES – COTE 1100 M (SOURCE SHBB)	9
FIGURE 3 : SYNTHESE DES TRAITS BIOLOGIQUES DES PEUPELEMENTS DE MACROINVERTEBRES IDENTIFIES EN AMONT DES PRISES D'EAU PROJETEES (STATIONS BEN1200 ET GNB1170) ET DANS LE FUTUR TCC (STATION BEN850)	32
FIGURE 4 : TEMPERATURES JOURNALIERES RELEVES DANS LE BENETANT LIEUDIT EPONYME (STATION BEN1200) EN 2017	33
FIGURE 5 : TEMPERATURES JOURNALIERES RELEVES DANS LE BENETANT EN AMONT DE LA PRISE D'EAU ALTEO (STATION BEN850) EN 2017	34
FIGURE 6 : DEBITS PRELEVES PAR LES PRISES D'EAU ET S'ECOULANT DANS LES TRONÇONS COURT-CIRCUITES (SELON DONNEES HYDROLOGIQUES SHBB)	42

ANNEXES

ANNEXE 1 : RESULTATS BRUTS DES ANALYSES D'EAU

ANNEXE 2 : RESULTATS BRUTS DES IBGN

ANNEXE 3 : RESULTATS BRUTS DES IBD

ANNEXE 4 : RESULTATS BRUTS DES SUIVIS THERMIQUES

ANNEXE 5 : RESULTATS BRUTS DES INVENTAIRES PISCICOLES

1 - ETAT INITIAL MILIEUX AQUATIQUES

1.1 - Classement cours d'eau

L'article L214-17 du code de l'environnement, introduit par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques de décembre 2006, réforme les classements des cours d'eau. Ainsi les anciens classements (nommés L432-6 et loi de 1919) sont remplacés par un nouveau classement établissant deux listes distinctes :

- Une **liste 1** est établie sur la base des réservoirs biologiques du SDAGE , des cours d'eau en très bon état écologique et ces cours d'eau nécessitant une protection complète des poissons migrateurs amphihalins. L'objet de cette liste est de contribuer à l'objectif de non-dégradation des milieux aquatiques. Ainsi, sur les cours d'eau ou tronçons de cours d'eau figurant dans cette liste, aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique. Le renouvellement de l'autorisation des ouvrages existants est subordonné à des prescriptions particulières.
- Une **liste 2** concerne les cours d'eau ou tronçons de cours d'eau nécessitant des actions de restauration de la continuité écologique (transport des sédiments et circulation des poissons). Tout ouvrage faisant obstacle doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant.

Le torrent de Bénétant est uniquement classé en liste 1 sur sa partie aval, entre sa confluence avec l'Isère et la route N 90, 250 m plus haut.

Le Bénétant n'est classé ni en liste 1 ni en liste 2 sur la zone d'étude du présent projet.

L'article L. 432-3 du code de l'environnement interdit la destruction des frayères ou des zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole, à l'exception des travaux autorisés ou déclarés dont les prescriptions ont été respectées et des travaux d'urgence. Les zones sur lesquelles ce délit est susceptible d'être constaté par les agents assermentés doivent figurer dans des inventaires qui sont arrêtés par les préfets de département. En Savoie, l'arrêté préfectoral DDT/SEEF n°2012-1064 précise les cours d'eau concernés par cartographie.

Le torrent de Bénétant est uniquement classé en liste frayère sur sa partie aval, entre sa confluence avec l'Isère et la route N 90, 250 m plus haut.

Le Bénétant n'est pas concernée par l'arrêté frayères sur la zone d'étude du présent projet.

Lors du renouvellement du SDAGE pour la période 2022-2027, le torrent du Bénétant a été classé en Très Bon Etat Ecologique (TBE). Ce classement implique :

- La non-délivrance de nouvelle autorisation ou concession pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique,
- Des prescriptions complémentaires peuvent être demandées dans le cadre de renouvellements d'autorisations.

Le classement en TBE du torrent du Bénétant est aujourd'hui effectif. Une demande de déclassement est en cours par SHBB auprès des services instructeurs.

1.2 - Méthodologies d'inventaires

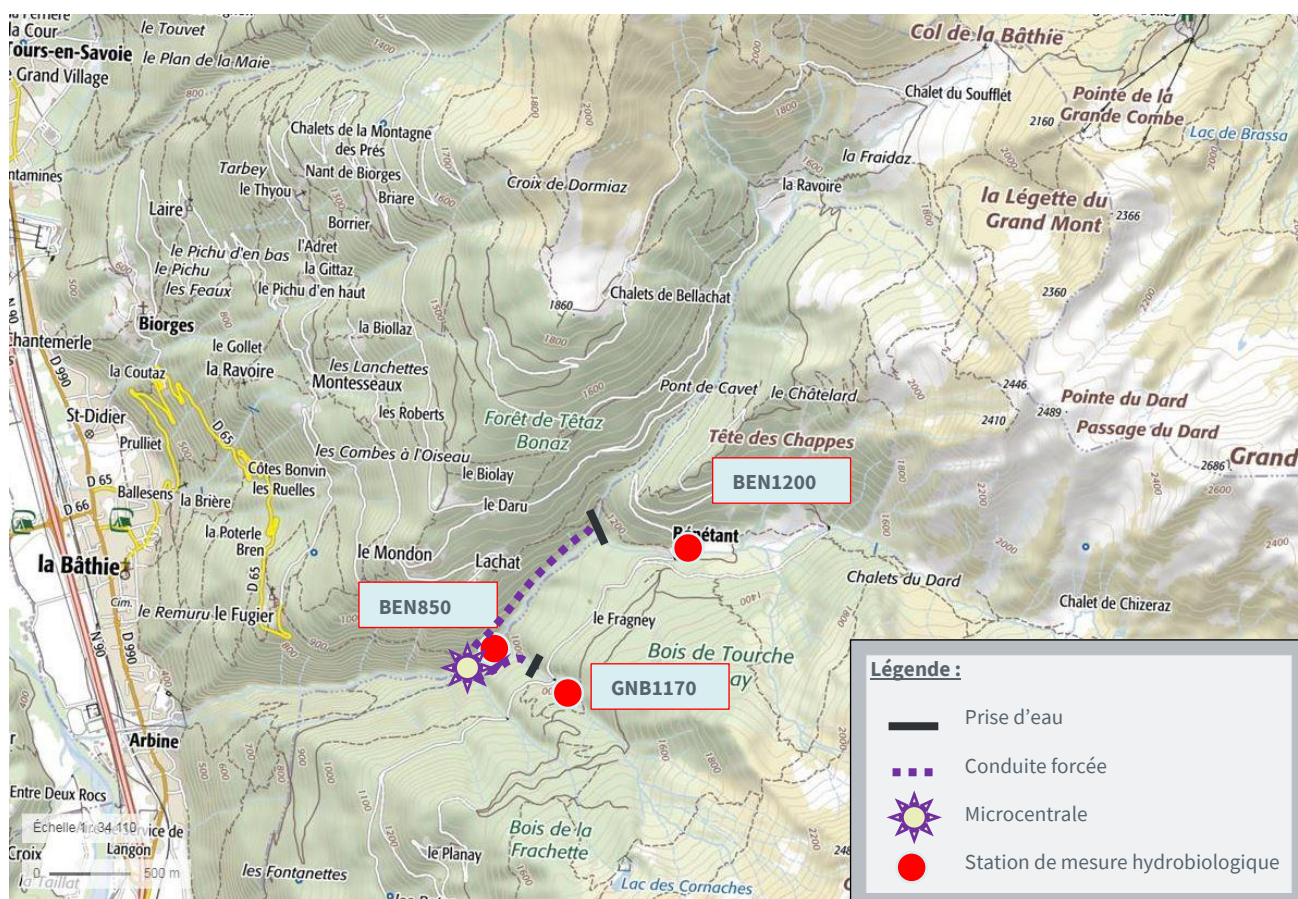
1.2.1 - Définition de la zone d'étude

La zone d'étude concerne le torrent de Bénétant entre le lieudit « Bénétant » (côte 1200 m NGF) à l'amont et la prise d'eau de la microcentrale Altéo existante à l'aval (côte 840 m NGF), soit environ 1750 m de linéaire de cours d'eau.

L'état initial est basé sur :

- Une synthèse bibliographique des informations hydrobiologiques existantes dans le bassin versant du Bénétant auprès des différents gestionnaires et bureau d'études locaux (DDT de la Savoie, fédération de pêche, association de pêche locale...etc.).
- Des mesures de terrain :
 - **Expertise de la qualité des habitats aquatiques.** Le linéaire du futur tronçon en débit réservé a été parcouru à pied. Ont notamment été relevés, les faciès d'écoulements, les frayères potentielles et effectives à truite commune, les obstacles à la libre circulation des poissons.
 - **Analyse de la qualité physico-chimique** de l'eau sur 3 stations. Deux campagnes ont été réalisées : une au printemps sur deux stations du Bénétant pour caractériser la période de fonte (moyennes eaux) et une autre en fin d'été sur deux stations du Bénétant et une sur le Grand Nant de Bizard pour caractériser la période d'étiage.
 - **Indicateurs biologiques** de la qualité des milieux (selon les normes en vigueur) : IBGN et IBD sur 3 stations. Deux campagnes ont été réalisées : une au printemps sur deux stations du Bénétant pour caractériser la période de fonte (moyennes eaux) et une autre en fin d'été sur deux stations du Bénétant et une sur le Grand Nant de Bizard pour caractériser la période d'étiage.
 - **Sondages piscicoles** sur 2 stations. Les inventaires ont été réalisés en fin d'été, ce qui correspond à des conditions proches de l'étiage.

Trois stations ont été définies pour les mesures ponctuelles (le code station est constitué des trois premières lettres du cours d'eau suivies de l'altitude en m). Leur localisation est indiquée sur la carte suivante.



Carte 1: Localisation des stations de mesures et de l'ouvrage hydroélectrique projeté (fond IGN)

Les stations retenues sont représentatives des tronçons dans lesquelles elles sont positionnées et des possibilités d'accès :

- **BEN1200** : Bénéfant amont future prise d'eau – Référence amont. Sur cette partie, le Bénéfant présente un lit encaissé dans un secteur forestier sous le hameau de Bénéfant. La pente est importante (10%). Cette station a fait l'objet de :
 - Prélèvements d'eau pour analyses physicochimiques en laboratoire - 2 campagnes.
 - Indice diatomique (IBD) – 2 campagnes
 - Indice macrobenthique (IBGN) -2 campagnes.
 - Inventaires piscicoles - 1 campagne.
 - Mesure de débit - 2 campagnes.
 - Suivi thermique estival.
- **BEN850** : Bénéfant futur TCC – Analyse impact débit réservé. Cette station est localisée en aval éloigné de la prise d'eau projetée, à l'amont immédiat de la restitution projetée. La station est située dans un lit très encaissé, dans un secteur de gorge en pente forte (33%). Cette station a fait l'objet de :
 - Prélèvements d'eau pour analyses physicochimiques en laboratoire (2 campagnes).
 - Indice diatomique (IBD) – 2 campagnes
 - Indice macrobenthique (IBGN) -2 campagnes.

- Mesure de débit - 2 campagnes.
- Suivi thermique estival.
- Estimation de l'impact du futur débit réservé.
- **GNB1170:** Grand Nant de Bizard amont future prise d'eau – Référence amont. La station est située dans un secteur de gorges rocheuses en très forte pente (35%). Ont été réalisés sur cette station :
 - Prélèvements d'eau pour analyses physicochimiques en laboratoire (1 campagne).
 - Indice diatomique (IBD) – 1 campagne.
 - Indice macrobenthique (IBGN) -1 campagne.

Remarques :

- Aucune station n'a été suivie en aval de la future microcentrale étant donné que la restitution se fera dans la prise d'eau de l'ouvrage hydroélectrique suivant (côte 841 m NGF). Il n'est donc pas possible d'intercaler une station d'étude entre la future restitution et la prise d'eau suivante. Par ailleurs, le suivi d'une station d'étude en aval de cette prise d'eau existante lors de l'état initial du présent projet n'apparaît pas pertinent puisqu'elle intégrerait l'impact de l'ouvrage hydroélectrique aval (prise d'eau Altéo).
- Aucune station n'a été suivie en aval de la future prise d'eau dans le Grand Nant de Bizard étant donné la très forte pente et la dangerosité d'accès au futur TCC.

1.2.2 - Protocoles mis en œuvre

1.2.2.1 - Qualité des habitats

L'expertise de la qualité physique a été mise en œuvre selon les principes de description de la qualité physique d'un tronçon homogène développée par la Délégation Régionale Rhône Alpes de l'AFB (TELEOS & CSP, 1999). L'expertise en elle-même, repose sur les concepts de la méthode d'origine en ne s'intéressant qu'à trois des quatre composantes fondamentales de la qualité physique qui décrivent le mieux le potentiel habitationnel du lit et de ses berges, à savoir : l'hétérogénéité, l'attractivité et la connectivité. Les descripteurs expertisés sont plus synthétiques que ceux de la méthodologie complète et ne permettent pas la définition de scores par composante.

Notre expertise permet de juger de l'état global d'un tronçon homogène selon quatre classes de qualité allant de très bonne à très limitée. Plusieurs variables de terrain sont relevées en parcourant à pied le linéaire de court d'eau impacté par l'aménagement hydroélectrique. Le relevé de l'ensemble de ces variables est standardisé, éprouvé sur différents bassins versant et régulièrement mis à jour.

Variables de terrain	Qualité des descripteurs synthétiques		Qualité des compartiments		Etat global tronçon		
Faciès dominants	→ Diversité faciès	Classe qualité	→ Fonctionnalité lit mineur / lit Imoy	Classe qualité			
Faciès présents							
Séquence faciès	→ Emboitement lit	Classe qualité					
Largeur lit mineur							
Largeur lit moyen	→ Diversité écoulement	Classe qualité	→ Hétérogénéité lit mineur	Classe qualité			
Annexes							
Hauteur eau	→ Diversité substrats	Classe qualité				→ Attractivité	Classe qualité
Vitesse							
Substrat dominant	→ Qualité frayère	Classe qualité	→ Fonctionnalité ripisylve / berge	Classe qualité			
Substrats présents							
Fonctionnalité substrat	→ Qualité caches	Classe qualité					
Colmatage dominant							
Frayère	→ Connectivité berge / ripisylve	Classe qualité					
Cache dominante							
Qualité cache	→ Etat ripisylve	Classe qualité					
Surface caches							
Hauteur berge							
Etat global berge							
Connectivité ripisylve							
Continuité ripisylve							
Ombrage							
Largeur ripisylve							

Classe qualité

Très bonne

Bonne

Limitée

Très limitée

Jugement des experts TEROO

→

Classe qualité

Très bonne

Bonne

Limitée

Très limitée

Jugement des experts Tereo

Un premier niveau d'expertise est appliqué pour juger la qualité de 8 descripteurs synthétiques.

Un second niveau d'expertise permet de qualifier les 4 grands compartiments à partir de la qualité de ces 8 descripteurs synthétiques. Ces grands compartiments qui sont utilisés pour juger l'état global par tronçon homogène sont les suivants : la fonctionnalité du lit mineur lui-même et par rapport au lit moyen, l'hétérogénéité du lit mineur, l'attractivité du lit mineur, et la fonctionnalité de la ripisylve et des berges.

La prospection de terrain a concerné environ 1,8 km (dont 1,5 km en parcours pédestre exhaustif). Le parcours exhaustif sur les 200 m du Bénétant en amont immédiat de la confluence avec le ruisseau d'Arbine n'a pas été possible en raison de l'inaccessibilité du secteur de gorges. Il en est de même concernant le Grand Nant de Bizard.

1.2.2.3 - Qualité de l'eau

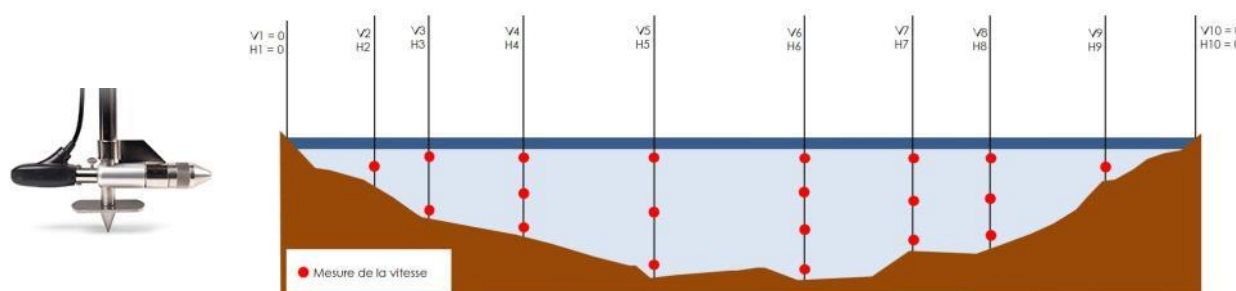
Les prélèvements d'eau en vue d'analyses ont été réalisés dans le flaconnage fournis par le laboratoire selon les prescriptions du guide du prélèvement d'échantillons en rivière – Agence de l'eau Loire-Bretagne – Novembre 2006. Les échantillons d'eau seront clairement identifiés (date, heure et station de prélèvement). A l'issue de chaque journée de prélèvement, les échantillons ont été déposés dans la chambre froide du laboratoire de SAVOIE LABO (73).

Certains paramètres physico-chimiques ont été mesurés au moyen de sondes de terrain de marque WTW. Ces paramètres sont : la température de l'eau, la concentration en oxygène dissous, le pourcentage de saturation, le pH et la conductivité.

Les résultats d'analyses sont traités selon les prescriptions du **guide technique relatif à l'évaluation de l'état des eaux de surfaces continentales** (cours d'eau, canaux, plans d'eau) – Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (**Mars 2016**).

1.2.2.4 - Mesure de débit

Les débits sont évalués lors des interventions par la **méthode d'exploration des champs de vitesse** à l'aide d'un courantomètre électromagnétique type OTT MF pro. Sur une section transversale de la rivière, on explore le champ des vitesses, verticale par verticale. En général, on réalise entre 5 et 15 verticales par section selon sa largeur et sa géométrie, avec 1 à 4 points de mesure par verticale, selon la hauteur d'eau et la distribution verticale des vitesses. Aux endroits où les régimes d'écoulement sont réguliers et laminaires, les points de mesure peuvent être espacés. A l'inverse, on resserre le nombre de points et de verticales sur les secteurs où les variations de vitesse ou de hauteur d'eau sont importantes.



NB : Cette méthode implique de pouvoir traverser le cours d'eau à pied.

1.2.2.5 - Indices biologiques macroinvertébrés

Le protocole appliqué est celui de la DCE **NF T90-333 (septembre 2016) - Prélèvement des macroinvertébrés aquatiques en rivières peu profondes**.

Suite à la phase de terrain, le tri des échantillons et l'identification des organismes ainsi que l'analyse des listes faunistiques ont été réalisés par nos soins, selon la norme **XP T 90-388 (Juin 2010) – Traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macroinvertébrés de cours d'eau**.

L'indice biologique est calculé selon la norme **NF T 90-350 (Mars 2004) - Qualité de l'eau - Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN)** et le **guide technique relatif à l'évaluation de l'état des eaux de surfaces continentales** (cours d'eau, canaux, plans d'eau) – Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (**Mars 2016**).

1.2.2.6 - Indices biologiques diatomiques

Le protocole appliqué est celui de la DCE **NF T90-354 (avril 2016) – Qualité de l'eau – Echantillonnage, traitement et analyse de Diatomées benthiques en cours d'eau et canaux**.

Les prélèvements et les analyses de laboratoire ont été réalisés par nos soins.

1.2.2.7 - Inventaires piscicoles

Le protocole appliqué est celui de la **norme XP T 90-383 (Mai 2008) – Echantillonnage des poissons à l'électricité dans le cadre des réseaux de suivi des peuplements de poissons en lien avec la qualité des cours d'eau**.

La méthode par **prospection complète à pied** (De Lury) a été appliquée par une équipe de 5 personnes à une anode.

1.2.2.8 - Définition du débit minimum biologique

Le passage en débit réservé a un impact possible sur la faune aquatique et en particulier sur la faune piscicole.

L'impact sur les habitats de la truite est généralement approché à partir de l'application du protocole ESTIMHAB développé par l'IRSTEA. La méthode ESTIMHAB est réservée aux cours d'eau à truites, et aux cours d'eau mixtes à dominante salmonicole.

Caractéristique des limites de la méthode	Caractéristique de la station
> Pente comprise entre 0,2 et 5 %, > Largeur inférieure à 20 m, > Module inférieur à 30 m³/s, > Température estivale inférieure à 20°C (moyenne journalière).	> Pente >>> 5 % > Largeur moyenne = 3 à 5 m > Module = 339 L/s > Température estivale 12 à 15°C

Tableau 1 : Données caractéristiques de la station ESTIMHAB

On se situe en dehors de l'application de la méthode pour la pente de la station (33%) qui est nettement supérieure à 5%. **La méthode ESTIMHAB se situe donc en dehors de son domaine de validité.**

La proposition d'un débit minimum biologique pour les torrents de Bénétant et du Grand Nant repose sur :

- Le cadre réglementaire.
- Les mesures de largeurs mouillées et de hauteurs d'eau sur plusieurs transects dans le futur tronçon en débit réservé (cas du Bénétant).
- La prise en compte des éléments de contexte local : thermie, qualité des habitats, qualité de l'eau et des peuplements piscicoles.

Les mesures hydrologiques ont été réalisées par une équipe de 2 personnes lors de 2 campagnes (débit faible et débit fort).

1.3 - Conditions d'intervention

Le tableau suivant synthétise les différentes phases d'acquisition de données de terrain.

Interventions	Date	Intervenants
Expertise de la qualité des habitats aquatiques	07/12/2017	Olivier TURREL
Sondages piscicoles (2 stations)	31/08/2017	Gaëtan LOUBARESSE & Olivier TURREL
Prélèvements d'eau, mesures de débit, IBGN-DCE (2 stations)	18/05/2017	Olivier TURREL & Sonia BAILLOT
	26/10/2017	Olivier TURREL & Félix Alla
Estimation du DMB	18/05/2017	Olivier TURREL & Sonia BAILLOT
	26/10/2017	Olivier TURREL & Félix ALLA

Tableau 2 : Dates et intervenants lors des campagnes de terrains aquatiques

Les mesures effectuées le 26 octobre 2017 et le 18 mai 2017 se sont déroulées dans de bonnes conditions, notamment vis-à-vis du respect de la norme pour l'IBGN : débits stables et avec une eau claire permettant de visualiser l'ensemble des habitats de chaque station.

Les autres mesures et expertises effectuées se sont passées dans des conditions bonnes et normales pour la saison. Le temps était au beau fixe le jour de notre intervention et les jours précédents. L'eau était claire. Les conditions d'échantillonnage étaient donc bonnes.

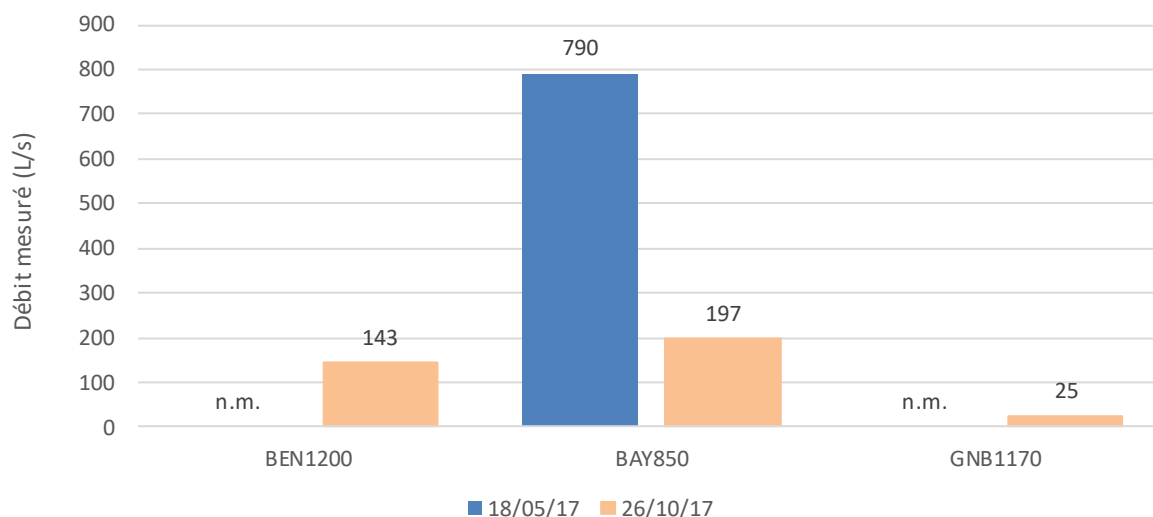
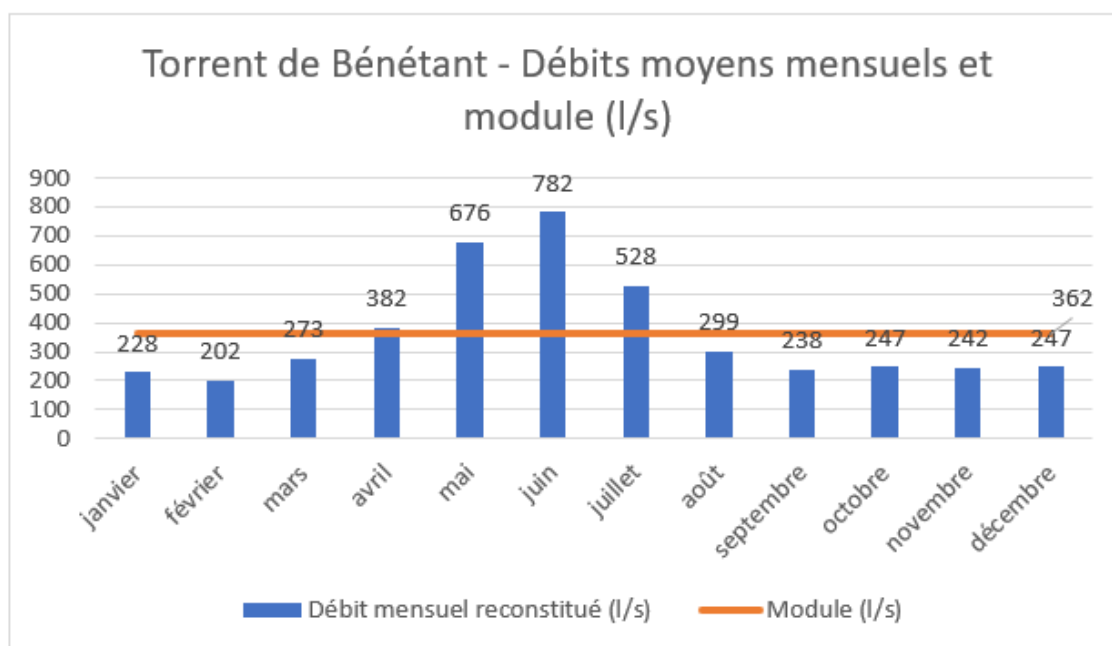


Figure 1 : Débits mesurés sur les stations de suivi hydrobiologiques

Il n'existe pas de station limnimétrique de la banque Hydro dans le bassin versant du Bénétant.

Les débits mesurés lors de nos interventions figurent dans l'historique de la figure précédente. Notons que le 18/05/2017, le courantomètre était défectueux sur la station BEN1200 et qu'aucune mesure n'était prévue sur la station GNB1170 (valeurs non mesurées).

A titre indicatif, les données de débits mensuels reconstitués au niveau des deux prises d'eau projetées figurent ci-dessous.



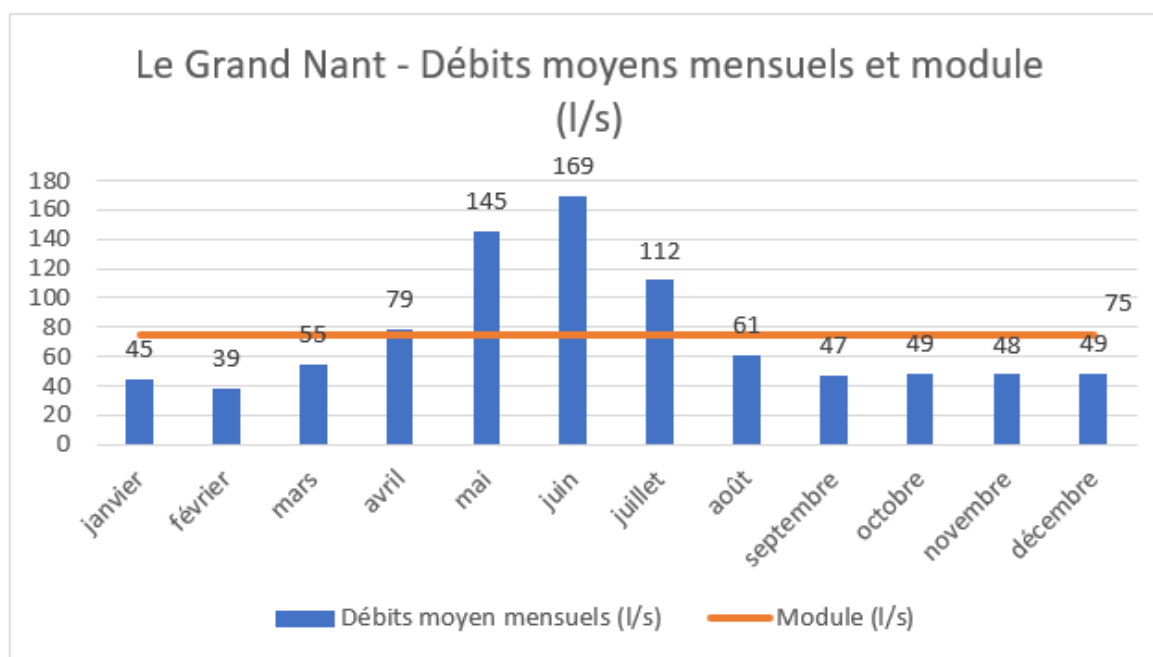


Figure 2: Débits mensuels reconstitués sur le Bénétant et le Grand Nant de Bizard au niveau des prises d'eau projetées – côte 1100 m (source SHBB)

Les valeurs mesurées au niveau de la station BEN850 dans le futur TCC nous conduisent à dire que :

- Le 18 mai 2017, nous sommes intervenus avec un débit supérieur au débit moyen mensuel reconstitué à la future prise d'eau (790 L/s contre 676 L/s). Les conditions hydrologiques étaient élevées mais pas anormales pour la saison. Les nombreux apports intermédiaires peuvent expliquer cette différence entre la côte 1100 m (implantation future prise d'eau) et la côte 850 m (station de mesure hydrobiologique).
- Le 26 octobre 2017, nous sommes intervenus pendant un étiage marqué (faibles précipitations automnales). Le débit du Bénétant à la côte 850 m (197 L/s) était inférieur au débit moyen mensuel reconstitué à la côte 1100 m (247 L/s). Le débit du Grand Nant de Bizard était inférieur au débit moyen mensuel reconstitué à la côte 1170 m (25 L/s contre 49 L/s).

Le module interannuel du torrent de Bénétant au niveau de la prise d'eau projetée est de 362 L/s.

Le module interannuel du Grand Nant de Bizard au niveau de la prise d'eau projetée est de 75 L/s.

1.4 - Les habitats aquatiques

1.4.1 - Données antérieures

Aucune donnée bibliographique ne concerne le torrent de Bénétant

1.4.2 - Expertise 2017

L'expertise à pied du 07/12/2017 a permis d'identifier 4 tronçons.

Sur les 1791 m expertisés sur le torrent de Bénétant, trois tronçons peuvent être définis à partir des caractéristiques topographiques et habitationnelles observées :

- **Le tronçon T1** correspond au linéaire compris entre la confluence avec le Grand Nant de Bizard à l'amont et la prise d'eau de la microcentrale Altéo existante à l'aval (285 m). Le Bénétant présente un lit très encaissé dans un secteur de gorges étroites où la pente est forte. Les apports latéraux en matériaux solides semblent importants. Les écoulements alternent entre des faciès de cascades, de chutes et de fosses de dissipation. La hauteur des chutes peut aller jusqu'à 4 m de hauteur.
- **Le tronçon T2** correspond au linéaire compris entre la confluence avec le ruisseau d'Arbine à l'amont et la confluence avec le Grand Nant de Bizard (952 m). La pente reste forte. Les apports latéraux en matériaux solides sont plus faibles. Le lit est plus stable et plus végétalisé. Dans ces conditions, les écoulements sont plus hétérogènes avec une alternance de faciès cascades/chutes/fosses entrecoupés de quelques faciès radiers.
- **Le tronçon T3** correspond au linéaire compris entre la confluence avec le ruisseau d'Arbine à l'aval et le lieudit Bénétant à l'amont (554 m). Le cours d'eau présente un secteur de gorges étroites et profondes avec de nombreuses chutes de plusieurs mètres de hauteur. La pente est donc particulièrement forte.

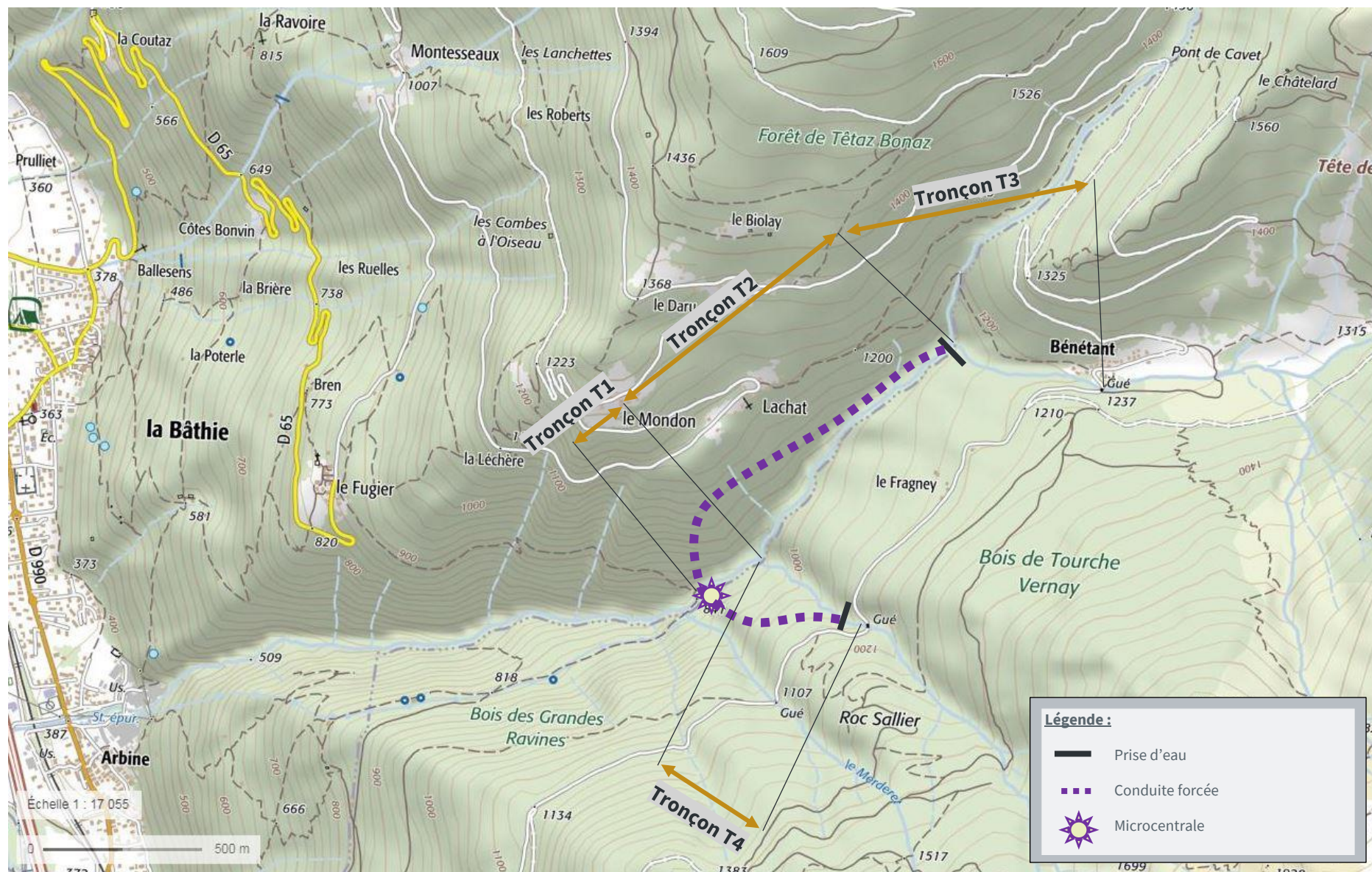
Sur le Grand Nant de Bizard, un seul tronçon a été défini :

- **Le tronçon T4** correspond au linéaire compris entre la confluence avec le torrent de Bénétant à l'aval et le pont (gué) de la route menant au lieudit Bénétant (474 m). Le Grand Nant présente un lit encaissé dans un secteur de gorges où la pente est particulièrement forte. Dans ces conditions, les écoulements correspondent à des cascades quasiment ininterrompues avec parfois quelques rares fosses ou chutes.

La localisation des 4 tronçons définis figure dans la carte 2.

La succession des faciès d'écoulement figure dans la carte 3.

La synthèse de la qualité des habitats aquatiques par tronçon figure dans la carte 4.



Carte 2 : Localisation des tronçons homogènes par rapport à l'emprise du projet

1.4.2.1 - Tronçon 1 : Le Bénétant entre la prise d'eau existante Altéo et la confluence avec le Grand Nant

Fonctionnalité lit mineur/lit moyen : Naturellement limitée

- **Diversité des faciès** : Naturellement limitée
Faciès dominant : Cascade – fosse (>95% du linéaire)
Autres faciès : Chute (<5%)
Séquence de faciès : Cascade-fosse

- **Emboîtement des lits** : Naturellement limité
Largeur du lit d'étiage : 3 - 6 m.
Largeur du lit mineur : 4 - 8 m.
Largeur du lit moyen : 8 - 12 m.
Présence d'annexes : Bras secondaires courant.

Hétérogénéité lit mineur : Bonne

- **Diversité des écoulements** : Bonne
Hauteurs d'eau : 20 - 120 cm.
Vitesses d'écoulement : 0 - 300 cm/s.
- **Diversité des substrats** : Bonne
Substrat dominant : Blocs.
Autres substrats : Galets, graviers, dalle, sable, litière.

Attractivité : Bonne

- **Qualité/quantité des frayères potentielles** : Bonne
Frayères dominantes : frayères à truites (galets & graviers).
Surface potentielle : Faible (15% du lit d'étiage).
Qualité des frayères : Très bonne (pas de colmatage)
- **Qualité/quantité des caches pour les poissons** : Très bonne
Type de caches à poisson : Blocs, embâcles.
Surface potentielle : Très bonne (30% du lit d'étiage).
Qualité des caches : Très bonne (fortes hauteurs d'eau + courant)
- **Colmatage des substrats** : Aucun

Fonctionnalité rivière – berge : Naturellement limitée

- **Connectivité berge/ripisylve** : Limitée
Hauteur des berges : >5 m.
État global des berges : Naturelles, érodées.
Contact végétation/lame d'eau : Rare (branchages, embâcles)
- **Etat de la ripisylve** : Naturellement limité
Présence ripisylve : Boisement de berges perché
Continuité : Oui
Ombrage : Très important.
Largeur du boisement : > 10 m

Photo 1: Vue générale du lit moyen (T1)

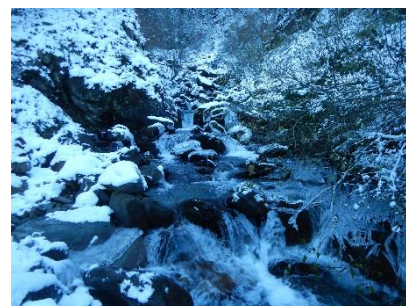


Photo 2: Ecoulements majoritairement observés (T1)

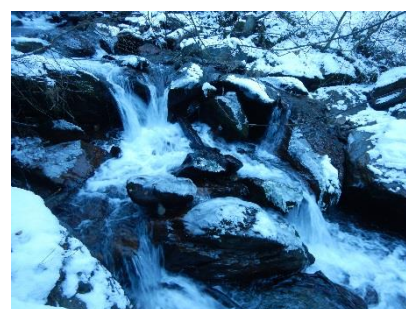


Photo 3: Chute infranchissable (T1)

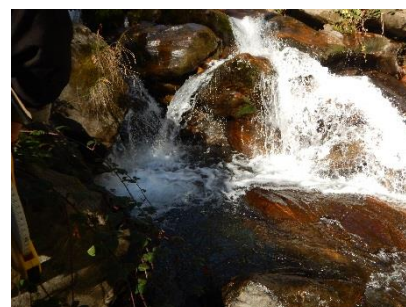


Photo 4: Frayère active (T1)



Tronçon	Localisation aval	Localisation amont	Fonctionnalité des lits	Diversité du lit mineur	Attractivité	Fonctionnalité rivière/berge	Etat global tronçon
T1	Prise d'eau Altéo	Conf. Grand Nant	Limitée	Bonne	Bonne	Limitée	Limité

1.4.2.2 - Tronçon 2 : Le Bénétant entre la confluence avec le Grand Nant et la confluence avec le ruisseau d'Arbine

Fonctionnalité lit mineur/lit moyen : Bonne

- **Diversité des faciès :** Bonne

Faciès dominant : Cascade – fosse (95% du linéaire)

Autres faciès : Chute (<5%), radier (<5%)

Séquence de faciès : Cascade-fosse.

- **Emboitement des lits :** Bon

Largeur du lit d'étiage : 4 - 8 m.

Largeur du lit mineur : 8 - 12 m.

Largeur du lit moyen : 10 - 15 m.

Présence d'annexes : Bras secondaires courant.

Hétérogénéité lit mineur : Bonne

- **Diversité des écoulements :** Bonne

Hauteurs d'eau : 20 - 100 cm.

Vitesses d'écoulement : 0 - 200 cm/s.

- **Diversité des substrats :** Très bonne

Substrat dominant : Blocs

Autres substrats : Blocs, graviers, dalle, branchages, embâcles, sable, litière.

Attractivité : Très Bonne

- **Qualité/quantité des frayères potentielles :** Très bonne

Frayères dominantes : frayères à truites (galets & graviers).

Surface potentielle : Bonne (20% du lit d'étiage).

Qualité des frayères : Très bonne (pas de colmatage)

- **Qualité/quantité des caches pour les poissons :** Très bonne

Type de caches à poisson : Blocs, embâcles.

Surface potentielle : Très bonne (30% du lit d'étiage).

Qualité des caches : Très bonne.

- **Colmatage des substrats :** Aucun

Fonctionnalité rivière – berge : Bonne

- **Connectivité berge/ripisylve :** Bonne

Hauteur des berges : 1 à >10 m.

État global des berges : Naturelles, érodées localement, stables.

Contact végétation/lame d'eau : Fréquent (branchages, embâcles).

- **Etat de la ripisylve :** Très bon

Présence ripisylve : Sur les deux berges (forêt d'épicéas)

Continuité : oui.

Ombrage : Très important.

Largeur de la ripisylve : >10 m.

Photo 5: Vue générale du lit moyen (T2)

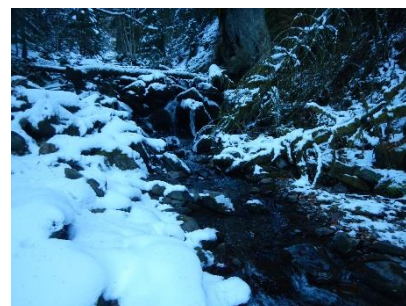


Photo 6: Ecoulements majoritairement observés (T2)

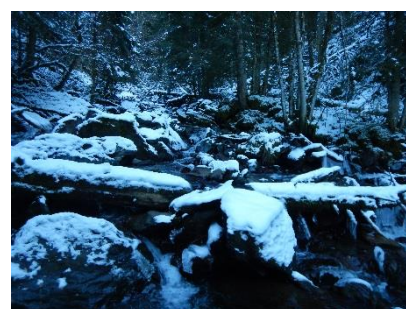


Photo 7: Frayère active (T2)



Photo 8: Connectivité berges (T2)



Tronçon	Localisation aval	Localisation amont	Fonctionnalité des lits	Diversité du lit mineur	Attractivité	Fonctionnalité rivière/berge	Etat global tronçon
T2	Confluence Grand Nant	Confluence ruisseau d'Arbine	Bonne	Bonne	Très bonne	Bonne	Bon

1.4.2.3 - Tronçon 3 : Le Bénétant entre la confluence avec le ruisseau d'Arbine et le pont du lieudit Bénétant

Fonctionnalité lit mineur/lit moyen : Naturellement limitée

- **Diversité des faciès** : Limitée

Faciès dominant : Cascade – fosse (83% du linéaire).

Autres faciès : Chute (17%).

Séquence de faciès : Cascade-fosse.

- **Emboitement des lits** : Limité

Largeur du lit d'étiage : 3 - 6 m.

Largeur du lit mineur : 4 - 6 m.

Largeur du lit moyen : 4 - 10 m.

Présence d'annexes : Non.

Hétérogénéité lit mineur : Bonne

- **Diversité des écoulements** : Bonne

Hauteurs d'eau : 20 - 100 cm.

Vitesses d'écoulement : 0 - 300 cm/s.

- **Diversité des substrats** : Bonne.

Substrat dominant : Blocs.

Autres substrats : galets, graviers, branchages, racines.

Attractivité : Bonne

- **Qualité/quantité des frayères potentielles** : Bonne

Frayères dominantes : Frayères à truites (galets & graviers).

Surface potentielle : Limitée (10% du lit d'étiage).

Qualité des frayères : Très bonne.

- **Qualité/quantité des caches pour les poissons** : Bonne

Type de caches à poisson : Blocs

Surface potentielle : Limitée (10% du lit d'étiage).

Qualité des caches : Très bonne

- **Colmatage des substrats** : Aucun

Fonctionnalité rivière – berge : Naturellement limitée

- **Connectivité berge/ripisylve** : Naturellement limitée

Hauteur des berges : >10 m.

État global des berges : Gorges rocheuses étroites.

Contact végétation/lame d'eau : Rare (embâcles, racines).

- **Etat de la ripisylve** : Bon

Présence ripisylve : Sur les deux berges.

Continuité : Oui.

Ombrage : Très important.

Largeur de la ripisylve : >10 m.

Photo 9: Vue générale du lit moyen (T3)

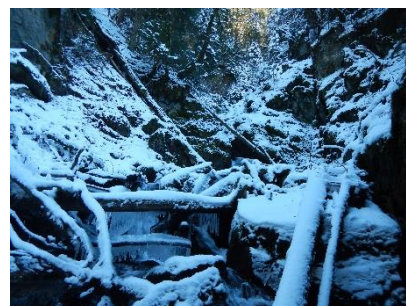


Photo 10: Chutes infranchissables (T3)

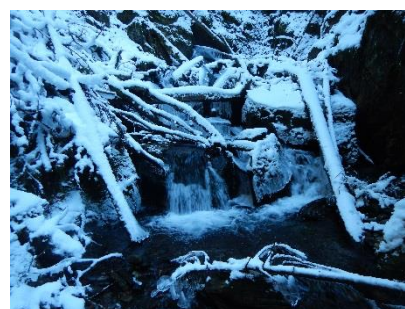


Photo 11: Bonne connectivité locale (T3)

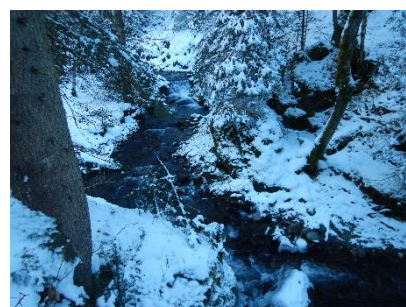


Photo 12: Frayère active (T3)



Tronçon	Localisation aval	Localisation amont	Fonctionnalité des lits	Diversité du lit mineur	Attractivité	Fonctionnalité rivière/berge	Etat global tronçon
T3	Confluence ruisseau d'Arbine	Lieudit Bénétant	Limitée	Limitée	Bonne	Limitée	Limité

1.4.2.4 - Tronçon 4 : Le Grand Nant de Bizard entre la confluence avec le Bénéant et le Gué de la route menant au lieudit Bénéant

Fonctionnalité lit mineur/lit moyen : Naturellement limitée

- **Diversité des faciès :** Naturellement très limitée

Faciès dominant : Cascade (>95% du linéaire).

Autres faciès : Chute (<5%).

Séquence de faciès : Cascade.

- **Emboitement des lits :** Naturellement limité

Largeur du lit d'étiage : 1 - 2 m.

Largeur du lit mineur : 2 - 3 m.

Largeur du lit moyen : 3 - 5 m.

Présence d'annexes : Bras secondaires courant.

Hétérogénéité lit mineur : Naturellement limitée

- **Diversité des écoulements :** Bonne

Hauteurs d'eau : 5 - 15 cm.

Vitesses d'écoulement : 100 - 300 cm/s.

- **Diversité des substrats :** Bonne.

Substrat dominant : Dalle.

Autres substrats : Blocs, galets, graviers, branchages.

Attractivité : Naturellement très limitée

- **Qualité/quantité des frayères potentielles :** Très limitée

Frayères dominantes : Pas de frayère

Surface potentielle : Nulle

Qualité des frayères : Sans objet.

- **Qualité/quantité des caches pour les poissons :** Très limitée

Type de caches à poisson : Blocs

Surface potentielle : Nulle.

Qualité des caches : Sans objet.

- **Colmatage des substrats :** Aucun

Fonctionnalité rivière – berge : Naturellement limitée

- **Connectivité berge/ripisylve :** Naturellement limitée

Hauteur des berges : >10 m.

État global des berges : Gorges rocheuses.

Contact végétation/lame d'eau : Fréquent (embâcles, branchages).

- **Etat de la ripisylve :** Bon

Présence ripisylve : Sur les deux berges.

Continuité : Oui

Ombrage : Très important.

Largeur de la ripisylve : >10 m.

Photo 13: Vue générale du lit moyen (T4)

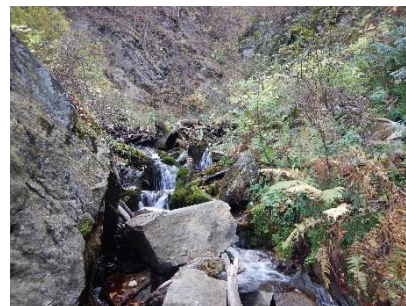


Photo 14: Substrats présents (T4)

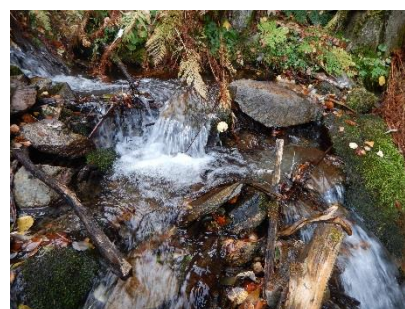


Photo 15: Confluence Bénéant (T4)

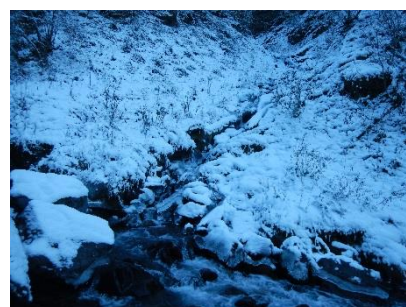


Photo 16: Lieu future prise d'eau (T4)



Tronçon	Localisation aval	Localisation amont	Fonctionnalité des lits	Diversité du lit mineur	Attractivité	Fonctionnalité rivière/berge	Etat global tronçon
T4	Confluence Bénéant	Gué route de Bénéant	Limitée	Limitée	Très limité	Limitée	Limité

1.4.2.5 - Continuité biologique

Le torrent du Bénétant présente une **forte discontinuité naturelle**, bien que ce ne soit pas le critère retenu pour l'évaluation du compartiment continuité de la rivière. Néanmoins, ce rappel semble important car il conditionne théoriquement la vie piscicole du cours d'eau.

Aujourd'hui, le **transport des organismes biologiques apparaît possible mais par dévalaison** principalement. Ainsi, la **population de truite commune** semble, avec le soutien annuel de la société de pêche locale, se maintenir et être fonctionnelle.

Concernant les autres organismes vivants, les **macroinvertébrés** ne subissent que peu la présence d'infranchissable du type chutes ou seuils car leur **méthode de colonisation repose sur la dissémination aérienne principalement à l'état adulte et la dévalaison à l'état larvaire**.

Dans la banque de données ROE (Référentiel des Obstacles à l'Ecoulement réalisée par l'Office Français de la Biodiversité), 11 obstacles artificiels sont référencés dans le bassin versant du Bénétant :

- 8 concernent des prises d'eau pour la production d'hydroélectricité :
 - La prise d'eau de Bénétant (ROE59603) sur le torrent de Bénétant. Elle est considérée comme infranchissable pour la montaison de la truite commune (passage impossible y compris en condition exceptionnelle).
 - La prise d'eau de la Ravoire 1 (ROE59595) sur le ruisseau de Lavouet. La franchissabilité n'a pas été évaluée par les services de l'OFB mais il est indiqué une hauteur de chute comprise entre 0,5 et 1 m (geobs.eaufrance.fr).
 - La prise d'eau de la Ravoire 2 (ROE59596) sur le ruisseau du Soufflet. La franchissabilité n'a pas été évaluée par les services de l'OFB mais il est indiqué une hauteur de chute comprise entre 2 et 3 m (geobs.eaufrance.fr).
 - La prise d'eau de la Ravoire 3 (ROE59599) sur le ruisseau du Col de la Bâthie. La franchissabilité n'a pas été évaluée par les services de l'OFB mais il est indiqué une hauteur de chute comprise entre 2 et 3 m (geobs.eaufrance.fr).
 - La prise d'eau de la Ravoire 3 (ROE59597) sur le ruisseau des anciennes Ardoisières de la Bâthie. La franchissabilité n'a pas été évaluée par les services de l'OFB mais il est indiqué une hauteur de chute comprise entre 1 et 1,5 m (geobs.eaufrance.fr).
 - La prise d'eau de la Ravoire 3 bis (ROE59598) sur le ruisseau des anciennes Ardoisières de Cevins. La franchissabilité n'a pas été évaluée par les services de l'OFB mais il est indiqué une hauteur de chute comprise entre 2 et 3 m (geobs.eaufrance.fr).
 - La prise d'eau des Grandes Ravines (ROE41041) sur le ruisseau du Merderet. Elle est considérée comme infranchissable pour la montaison de la truite commune (passage impossible y compris en condition exceptionnelle).
 - La prise d'eau de la microcentrale Altéo (ROE41050) sur le torrent de Bénétant. Elle est considérée comme infranchissable pour la montaison de la truite commune (passage impossible y compris en condition exceptionnelle).
- 3 concernent des seuils de maintien du profil en long et de lutte contre l'érosion dans la plaine de l'Isère à Arbine :
 - Le seuil en amont de la voie ferrée (ROE60256) sur le torrent de Bénétant. Il est considéré comme infranchissable pour la montaison de la truite commune (passage impossible y compris en condition exceptionnelle).
 - Le seuil en aval de la voie ferrée (ROE41621) sur le torrent de Bénétant. Il est considéré comme infranchissable pour la montaison de la truite commune (passage impossible y compris en condition exceptionnelle).
 - Le seuil de la RN 90 (ROE60258) sur le torrent de Bénétant. Il est considéré comme infranchissable pour la montaison de la truite commune (passage impossible y compris en condition exceptionnelle).

Ainsi, le Bénétant apparaît déjà très artificialisé sur son profil en long.

En limite aval de la zone d'étude (côte 841 m) se trouve la prise d'eau de la microcentrale d'Altéo. Il s'agit du seuil de plusieurs mètres de hauteur qui dérive la totalité du débit vers une prise d'eau. Le débit réservé est assuré par une vanne de côté, en rive gauche du lit naturel. Le seuil n'est pas équipé de passe à poisson. De plus, le débit réservé est déversé à environ 7 m de hauteur sur la roche mère. La survie des poissons lors de leur dévalaison n'est donc pas assurée.



Photo 17: Vues de la prise d'eau Altéo existante (côte 841 m NGF) et de l'exutoire assurant le débit réservé (ouvrage infranchissable à la montaison et à la dévalaison)

Au total, sur 1,79 km d'expertise en amont de la prise d'eau existante, **50 obstacles naturels** ont été répertoriés (voir carte 5) :

- 26 sont jugés **très difficilement franchissables** (montaison de la truite commune possible seulement en conditions exceptionnelles de hautes eaux).
- 24 sont **jugés infranchissables** (montaison impossible pour la truite commune, y compris en période exceptionnelle de hautes eaux). Les hauteurs de chutes sont comprises entre 1,5 m et 20 m.

A noter que la plupart des infranchissables naturels sont constitués de chutes d'eau de 1 à 3 m de hauteur entre de **gros blocs ou des troncs d'arbres**. Ces blocs (ou ces troncs) **peuvent être remobilisés** lors des prochaines crues morphogènes. Les obstacles infranchissables actuels peuvent donc évoluer au court du temps et notamment se déplacer. **Toutefois, en raison de la très forte pente dans ce secteur de gorges, des obstacles infranchissables seront toujours présents.**

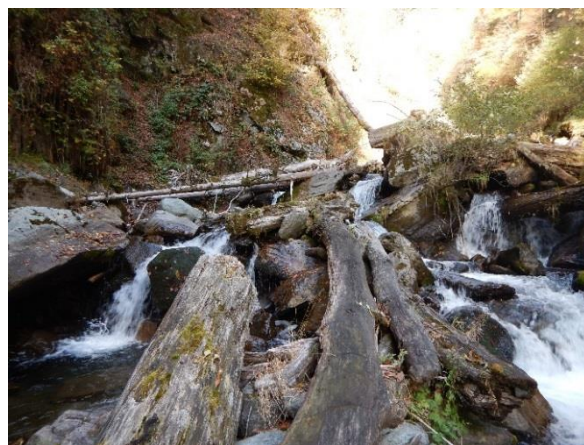


Photo 18: Obstacles infranchissables majoritairement observés dans le Bénétant

Ainsi, la **continuité piscicole est très limitée sur le linéaire d'étude** et engendre **une forte fragmentation** des habitats aquatiques qui apparaît défavorable pour les populations de poissons.

Les **obstacles infranchissables naturels** sont **très nombreux** sur la zone d'étude, comme en aval et en amont. Les **habitats du futur TCC** sont actuellement **très fragmentés naturellement**. En limite aval du futur TCC est déjà localisé un ouvrage artificiel infranchissable : la prise d'eau existante de la microcentrale Altéo. Notons qu'aucun obstacle naturel répertorié dans le futur TCC ne pose de problème pour la dévalaison.

1.4.2.6 - Recensement des frayères

Les frayères actives à truite commune (*Salmo trutta*) ont été observées et géolocalisées lors de l'expertise du 07/12/2017. Les frayères potentielles ont été évaluées en fonction des faciès d'écoulements en considérant qu'en torrent de montagne :

- Les faciès radiers constituent des zones très favorables au frai (très bonne attractivité).
- Les faciès cascade-fosses où les fosses sont nombreuses constituent des zones favorables au frai (bonne attractivité).
- Les faciès cascades-fosses où les fosses sont peu nombreuses constituent des zones peu favorables au frai (attractivité limitée aux zones de bordures).
- Les faciès chutes ne constituent pas de zones favorables au frai (attractivité nulle).

Selon la carte 6, l'attractivité pour la reproduction est :

- Globalement bonne dans le Bénétant entre le ruisseau d'Arbine et le grand Nant ainsi qu'au niveau du lieudit Bénétant (amont secteur de gorges). Les fosses de dissipation sont nombreuses. Le fond du lit est relativement stable. Les substrats de galets et de graviers sont nombreux en bordure de chenal central.
- Limitée en aval de la confluence avec le Grand Nant. L'instabilité des substrats et la vitesse des écoulements (nombreuses cascades, peu de fosses) sont moins favorables au frai de la truite commune.
- Très limitée en amont immédiat de la confluence avec le ruisseau d'Arbine (secteur de cascades-chutes dans des gorges) ainsi que dans le Grand Nant. Dans ce ruisseau, la pente est telle qu'il ne peut y avoir de poisson et donc de frayère. La hauteur d'eau est trop faible et les vitesses d'écoulement sont trop rapides.

Les frayères effectives ont été nombreuses le 07 décembre 2017. L'expertise a été réalisée dans la période de frai la plus favorable dans ce type de torrent de montagne (fin novembre à fin décembre). 32 frayères de 1 à 4 m² ont été recensées sur 1,79 km.

Des frayères potentielles et effectives de truite commune ont été identifiées dans le futur TCC et en amont de la prise d'eau projetée.

1.4.2.7 - Synthèse de la qualité des habitats aquatiques

Les **nombreuses alternances de faciès cascades et fosses**, notamment lorsque la **pente est forte** (tronçons T1 et T2 dans une moindre mesure) nous ont conduit à simplifier la représentation cartographique en ne faisant apparaître qu'un seul faciès « Cascade/fosse » au lieu de deux faciès séparés.

La carte 4 et le tableau 2 synthétisent la qualité des habitats aquatiques.

Les habitats aquatiques du futur TCC du Bénétant apparaissent :

- **Limités sur le tronçon T1** en aval de la confluence avec le Grand Nant de Bizard (partie aval du futur TCC). L'instabilité des substrats et la vitesse des écoulements (forte proportion de faciès cascades) ne sont pas très favorables à une faune piscicole abondante.
- **Bons sur le tronçon T2** (partie amont du futur TCC) notamment grâce à :

- Une **bonne hétérogénéité d'écoulements** (vitesses et hauteurs d'eau très diversifiées) et de substrats (substrats minéraux de granulométrie très variée, présence de plusieurs substrats organiques en lien avec la végétation rivulaire).
- Une bonne **attractivité** (nombreuses caches pour les poissons et les invertébrés benthiques, substrats non colmatés, nombreuses frayères pour la truite commune).
- Un bon **emboîtement des lits** (lit moyen offrant d'assez bonnes capacités de débordements en cas de crues malgré le secteur de gorges, présence de bras secondaires courants).
- Une bonne **fonctionnalité de la ripisylve** localement (connexion entre la lame d'eau et la végétation rivulaire, ombrage important, substrats organiques qui participent à améliorer la diversité des habitats pour la faune aquatique).

En amont de la prise d'eau projetée (**tronçon T3**), les infranchissables naturels sont nombreux et la largeur du lit réduite dans un **secteur de gorges**.

Les habitats aquatiques du futur TCC du **Grand Nant** (tronçon T4) apparaissent **naturellement limités** car globalement défavorables aux poissons en raison d'une trop forte pente combinée à un faible débit. **Les écoulements sont trop rapides (cascades-chutes) et les hauteurs d'eau sont trop faibles pour permettre le maintien d'une faune piscicole**. Les faciès fosses sont absents. Néanmoins, ce ruisseau peut accueillir une communauté diversifiée d'invertébrés benthiques.

Tronçon	Cours d'eau	Localisation aval	Localisation amont	Fonctionnalité des lits	Diversité du lit mineur	Attractivité	Fonctionnalité rivière/berge	Etat global tronçon
T1	Bénétant	Prise d'eau Altéo	Conf. Grand Nant	Limitée	Bonne	Bonne	Limitée	Limité
T2	Bénétant	Confluence Grand Nant	Confluence ruisseau d'Arbine	Bonne	Bonne	Très bonne	Bonne	Bon
T3	Bénétant	Confluence ruisseau d'Arbine	Lieudit Bénétant	Limitée	Limitée	Bonne	Limitée	Limité
T4	Grand Nant de Bizard	Confluence Bénétant	Gué route de Bénétant	Limitée	Limitée	Très limité	Limitée	Limité

Tableau 3 : Synthèse de l'expertise de la qualité des habitats aquatiques

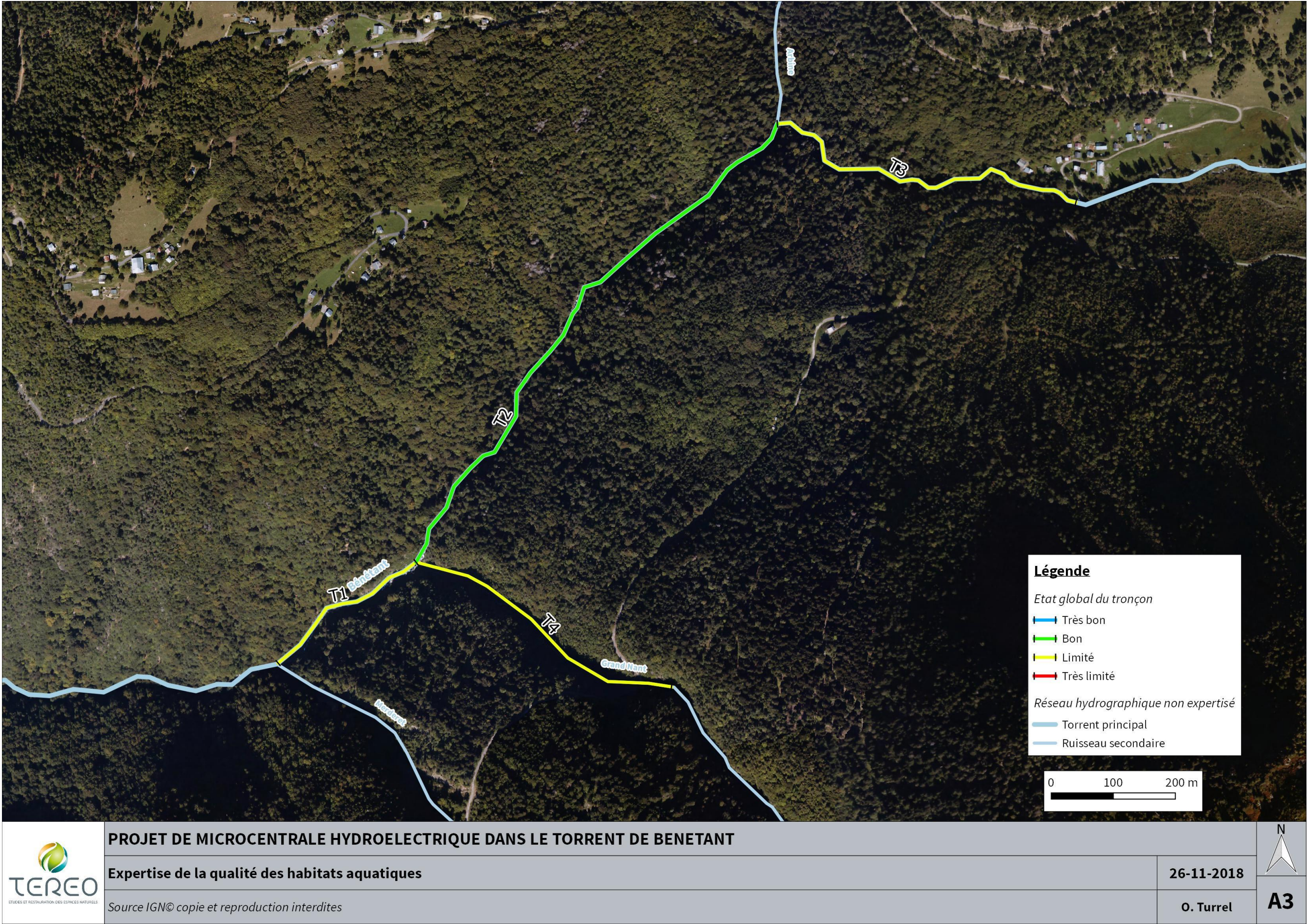
Ainsi, dans le futur tronçon du Bénétant en débit réservé, la qualité des habitats aquatiques est naturelle et de bonne qualité jusqu'à la confluence du Grand Nant. Elle devient moins bonne en aval.

La qualité des habitats du Grand Nant de Bizard est, quant à elle, naturellement limitée en raison d'une pente trop forte pour la faune piscicole.

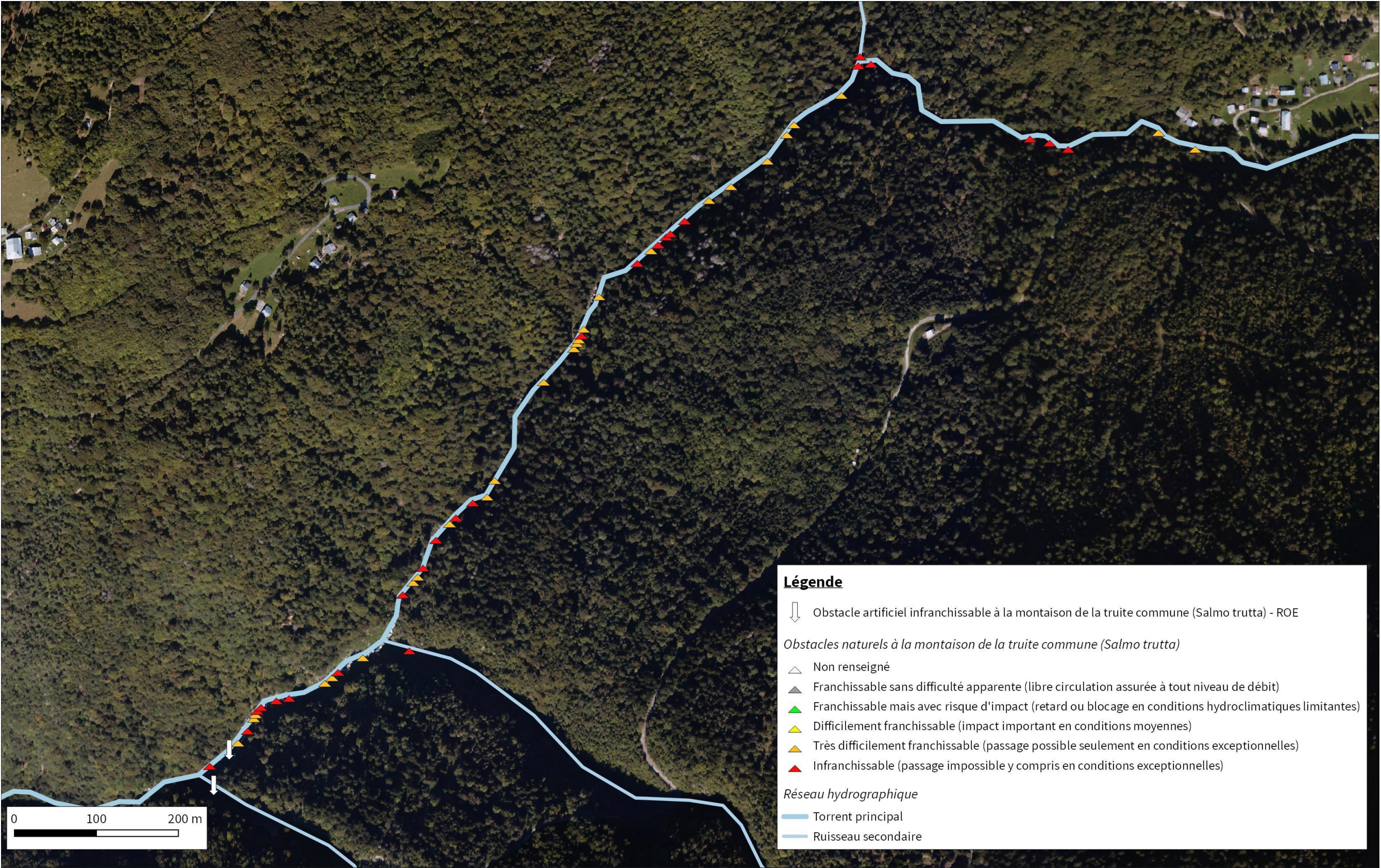


	PROJET DE MICROCENTRALE HYDROELECTRIQUE DANS LE TORRENT DE BENETANT		
	Description des faciès d'écoulements	27-11-2018	
	<i>Source IGN© copie et reproduction interdites</i>	O. Turrel	A3

Carte 3: Faciès d'écoulements



Carte 4 : Expertise de la qualité des habitats aquatiques



 TEREO ETUDES ET RESTAURATION DES ESPACES NATURELS	PROJET DE MICROCENTRALE HYDROELECTRIQUE DANS LE TORRENT DE BENETANT		 N
	Obstacles à la continuité piscicole	20-11-2018	
	<i>Source IGN© copie et reproduction interdites</i>		O. Turrel

Carte 5 : Obstacles à la continuité piscicole



 ETUDES ET RESTAURATION DES ESPACES NATURELS	PROJET DE MICROCENTRALE HYDROELECTRIQUE DANS LE TORRENT DE BENETANT		 N
	Recensement des frayères de truite commune (<i>Salmo trutta</i>) d'après l'expertise du 07/12/2017	4-12-2018	
	Source IGN© copie et reproduction interdites	O. Turrel	A3

Carte 6 : Frayères potentielles de truite commune sur le linéaire d'expertise

1.5 - Qualité de l'eau

1.5.1 - Pressions polluantes

Les résidences principales sont rares voire absentes dans le bassin versant concerné par le projet.

Plusieurs chalets de résidence secondaire sont présents :

- Le hameau de Bénétant.
- Le hameau de Lachat.
- Le hameau du Daru.
- Le hameau du Biolay.

Par ailleurs, plusieurs bergeries et fermes d'alpage sont également présentes et occupées pendant la période estivale :

- Les chalets de Bellachat.
- Le chalet de la Ravoire.
- Le Chalet du Soufflet.
- Le chalet de Chizeraz.

Les pressions polluantes correspondent donc principalement aux activités liées au pastoralisme estival (bovins et ovins) et aux eaux usées rejetées par les différents hameaux.

Aucune pression polluante n'est identifiée sur le bassin versant du Grand Nant.

1.5.2 - Données antérieures

Aucune donnée n'est disponible sur le site de l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse. Aucune donnée n'est disponible auprès de la DDT de la Savoie.

1.5.3 - Résultats 2017

Code station	Date de prélèvement	Heure	Bilan de l'oxygène				Temp. °C	Nutriments					Acidific. pH U	Salinité Conduct. µS/cm
			O ₂ dissous mg/L	Saturat. O ₂ %	DBO ₅ mg/L	COD mg/L		PO ₄ mg/L	Ptotal mg/L	NH ₄ mg/L	NO ₂ mg/L	NO ₃ mg/L		
BEN1200	17/05/17	14h45	9,96	106,8	1,0	<0,3	9,8	<0,02	<0,01	<0,03	<0,01	2,1	7,4	55
	26/10/17	13h00	10,98	102,6	1,1	<0,3	7,0	<0,02	<0,01	<0,03	<0,01	1,6	8,0	315
BEN850	17/05/17	16h20	10,30	103,3	1,2	1	11,3	<0,02	<0,01	<0,03	<0,01	2,3	8,2	110
	26/10/17	15h00	11,42	105,4	1,2	<0,3	8,2	<0,02	<0,01	<0,03	<0,01	1,3	8,0	224
GNB1170	26/10/17	10h00	11,76	104,5	1,2	<0,3	5,4	<0,02	<0,01	<0,03	<0,01	2,3	8,0	114

Tableau 4: Résultats physico-chimie 2017 et classes de couleur associées

Les résultats bruts figurent en annexes.

Les qualités physico-chimiques des torrents de Bénétant (BEN1200 et BEN850) et du Grand Nant (GNB1170) apparaissent très bonnes en mai comme en octobre.

Les eaux sont fraîches, y compris en été, et bien oxygénées. Les concentrations en nutriments sont faibles. Toutes les valeurs observées sont très bonnes. Aucun déclassement n'apparaît, quel que soit le paramètre considéré.

Les pressions potentiellement polluantes identifiées ci-dessus ne semblent finalement pas impacter le Bénétant au niveau de notre zone d'étude.

Toutes les valeurs mesurées par paramètre sont très proches entre les deux stations du Bénétant pour une même date hormis :

- La température qui augmente légèrement entre les stations BEN1200 et BEN850 (+1,2 à +1,5°C). Cela s'explique par la différence d'altitude entre les deux stations de mesure (350 m).
- La conductivité qui est plus importante sur la station BEN850 en mai 2017 (+55 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et plus faible en octobre (-91 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Nous n'avons pas d'explication rationnelle pour expliquer cette différence qui est sans doute due au fond géochimique.

Ainsi, la qualité de l'eau du Bénétant est très bonne sur les trois stations d'étude.

1.6 - Indices macrobenthiques et diatomiques

1.6.1 - Données antérieures

Sur la zone d'étude, aucune donnée n'est disponible sur le site de l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse. Aucune donnée n'est disponible auprès de la DDT de la Savoie.

1.6.2 - Résultats 2017

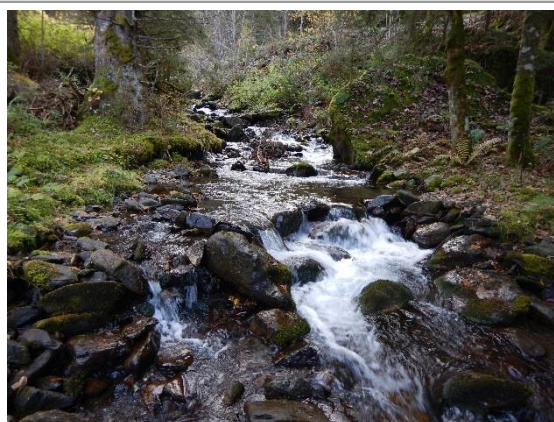
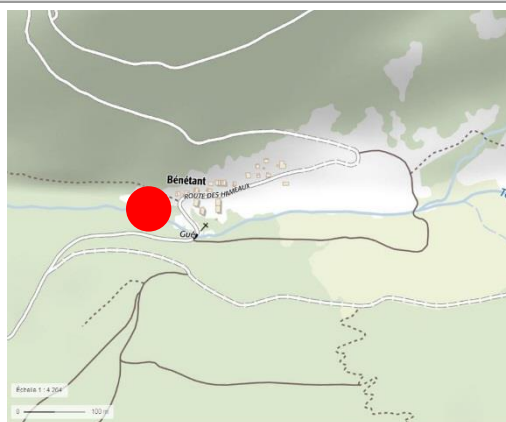
Le Bénétant appartient à l'hydroécocorégion Alpes Interne.

Les résultats bruts avec les listes faunistiques figurent en annexe.

1.6.2.1 - Station BEN1200 – Référence amont

Macrofaune benthique

BEN1200 – LE BENETANT AU NIVEAU DU LIEUDIT EPONYME



Description sommaire de la station	Résultats des IBGN		
Longueur : 62 m	Date	18/05/2017	26/10/2017
Largeur moy. : 3,5 m (oct.) – 5 m (mai)	Richesse faunistique totale	31	31
Profondeur min. : 0,1 m (oct.) – 0,2 m (mai)	Richesse faunistique IBGN DCE	24	24
Profondeur max : 1 m (oct.) – 1,2 m (mai)	Groupe indicateur	8	9
Nature du fond : blocs, galets, dalle, graviers, sable, litière, racines.	Taxon indicateur	<i>Philopotamidae</i>	<i>Perlodidae</i>
Colmatage : nul.	Effectif total	1101	1314
Végétation aquatique : bryophytes.	Équivalent IBGN (DCE)	14	15
Environnement : montagnard, naturel.	EQR (/1)	0,93	1
Nature du débit : débit réservé.	Débits	-	143 L/s

Tableau 5: Résultats des IBGN sur la station de référence du Bénétant (BEN1200) en amont de la future prise d'eau

En mai 2017 :

- L'indice est excellent car proche de la valeur de référence pour l'hydroécocorégion Alpes Internes (15). Il traduit une qualité globale très bonne.
- Le taxon indicateur est représenté par les *Philopotamidae* du genre *Philopotamus* (trichoptère, GI=8). D'autres taxons polluosensibles (GI maximal) sont présents (*Chloroperla*, *Isoperla*, *Dictyogenus*) même si leurs effectifs sont faibles.
- Avec 31 taxons identifiés à total, la richesse faunistique est importante pour ce type de torrent de montagne.
- L'effectif total (1101 individus) est également important pour ce type de torrent. Les effectifs relatifs sont bien répartis entre les différents taxons. La liste faunistique est équilibrée.

En octobre 2017 :

- L'indice de 15 est très bon car égal à la valeur de référence.
- Le taxon indicateur est représenté par les *Perlodidae* du genre *Isoperla* (plécoptère, GI=9). D'autres taxons polluosensibles sont présents en effectifs importants (*Dictyogenus*, *Chloroperla*, *Brachyptera*). L'indice apparaît donc très robuste.
- La richesse faunistique (31 taxons) est élevée.

- L'effectif total (1314 individus) est important. Les effectifs relatifs sont bien répartis entre les différents taxons. La liste faunistique est équilibrée.

Diatomées

Résultats des IBD		
Date	18/05/2017	26/10/2017
Nombre d'espèces	13	14
Nombre de genres	7	9
Diversité	1,38	2,35
Equitabilité	0,67	0,62
IBD (/20)	20	20
Qualité	Très Bonne	Très Bonne
IBD EQR (/1)	1	1
IPS (/20)	19,9	19,5

Tableau 6: Résultats des IBD sur la station de référence du Bénéfant (BEN1200) en amont de la future prise d'eau

Sur la station amont (BEN1215), l'indice IBD indique une très bonne qualité de l'eau avec une note maximale de 20/20 en mai et en octobre.

Lors des deux campagnes de prélèvement, le peuplement diatomique est peu diversifié. Ce faible nombre d'espèces observé correspond à ce qui peut être attendu théoriquement pour peuplement prélevé en zone montagnarde à proximité de la source (13 espèces en mai et 14 espèces en octobre).

En mai, il est observé une forte présence d'espèce dites de profil bas (78% des taxons appartiennent au genre *Cocconeis* et *Achnanthyidium*). Ces espèces sont dites de profil bas (Passy SI., 2007¹), car elles se développent sur la strate basse du biofilm, elles sont de petites tailles accrochées au substrat et capables de résister aux perturbations physiques du milieu. Le taxon *Achnanthyidium pyrenaicum* (73% du peuplement) est ultra-dominant. Cette espèce est sensible aux pollutions. Elle est accompagnée du taxon *Gomphonema elegantissimum* (18% du peuplement). Ces deux espèces de milieux calcaires, fréquentes en Rhône alpes apprécient les milieux pauvres en matière organique et peu à modérément impactés par les nutriments (Bey et al., 2013²).

En octobre, on remarque une diminution importante des *Achnanthyidium pyrenaicum* (73% en mai contre 41% en octobre). On note la présence en plus forte abondance du taxon *Diatoma mesodon* (1% en mai contre 6% en octobre). Cette espèce dite de profil haut (Passy SI., 2007), forme des colonies rubanées ce qui lui permet d'exploiter les ressources non disponibles pour les espèces de profil bas. Elle est typique des eaux froides de montagne. Les espèces accompagnatrices majoritaires recensées sont également polluosensibles (*Cocconeis lineata* 12,5%, *Achnanthyidium lineare* 12%).

La structure et la composition du peuplement sont cohérentes avec la typologie de ce cours d'eau de montagne. La qualité est très bonne.

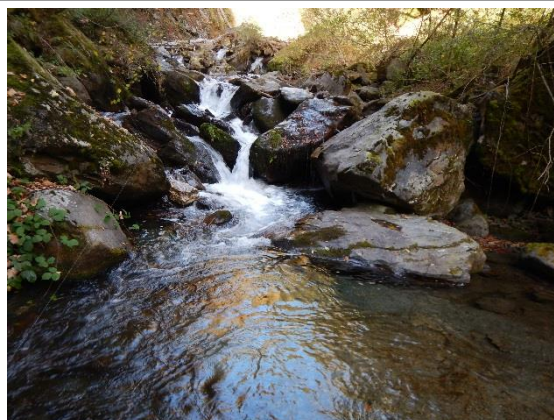
¹ Passy SI., 2007. Diatom ecological guilds display distinct and predictable behavior along nutrient and disturbance gradients in running waters. *Aquat Bot* 86: 171–178.

² Bey et al., 2013, L'Atlas des diatomées des cours d'eau de la région Rhône-Alpes.

1.6.2.3 - Station BEN850 – Impact futur tronçon court-circuité

Macrofaune benthique

BEN850 – LE BENETANT EN AMONT DE LA PRISE D'EAU ALTEO



Description sommaire de la station	Résultats des IBGN		
Longueur : 60 m	Date	18/05/2017	26/10/2017
Largeur moy. : 3 m (oct.) – 4 m (mai)	Richesse faunistique totale	29	31
Profondeur min. : 0,1 m (oct.) – 0,2 m (mai)	Richesse faunistique IBGN DCE	21	23
Profondeur max : 1 m (oct.) – 1,3 m (mai)	Groupe indicateur	9	9
Nature du fond : blocs, dalle, galets, graviers, sable, litière.	Taxon indicateur	<i>Perlidae</i>	<i>Perlidae</i>
Colmatage : nul.	Effectif total	1441	1547
Végétation aquatique : rares bryophytes.	Équivalent IBGN (DCE)	15	15
Environnement : naturel, gorges.	EQR (/1)	1	1
Nature du débit : débit réservé.	Débits	790 L/s	197 L/s

Tableau 7 : Résultats des IBGN sur la station du Bénétant (BEN850) en aval de la future prise d'eau

En mai 2017 :

- L'indice est très bon et correspond à la valeur de référence pour l'hydroécocorégion Alpes Internes (15). Il traduit une qualité globale très bonne.
- Le taxon indicateur est représenté par les *Perlidae* du genre *Perla* (plécoptère, GI=9). D'autres taxons polluosensibles sont présents en effectifs significatifs (*Isoperla*, *Philopotamus*). L'indice apparaît donc robuste.
- Avec 29 taxons identifiés au total, la richesse faunistique est importante.
- L'effectif total (1441 individus) est important. Malgré une domination des Baetis (29% de l'effectif total), les effectifs relatifs sont assez bien répartis entre les différents taxons. La liste faunistique est relativement équilibrée.

En octobre 2017 :

- L'indice correspond à nouveau à la valeur de référence (15).
- Le taxon indicateur est représenté par les *Perlidae* du genre *Perla* (plécoptère, GI=9). D'autres taxons polluosensibles sont présents (*Isoperla*, *Brachyptera*, *Philopotamus*). L'indice apparaît donc robuste.
- Avec 31 taxons identifiés au total, la richesse faunistique est très importante.

- L'effectif total (1547 individus) est relativement important. Les effectifs relatifs sont très bien répartis entre les différents taxons. La liste faunistique est équilibrée.

Diatomées

Résultats des IBD		
Date	18/05/2017	26/10/2017
Nombre d'espèces	23	27
Nombre de genres	11	12
Diversité	2,81	3,14
Equitabilité	0,62	0,66
IBD (/20)	20	20
Qualité	Très Bonne	Très Bonne
IBD EQR (/1)	1	1
IPS (/20)	19,6	17,9

Tableau 8: Résultats des IBD sur la station du Bénétant (BEN850) en aval de la future prise d'eau

Sur la station BEN 850, l'IBD atteint également la note maximale de 20/20 en mai et en octobre. Les peuplements diatomiques identifiés sont nettement plus riches et diversifiés que sur la station amont (25 contre 14 espèces en moyenne sur la station amont). Cette zone de prélèvement présente donc des conditions moins limitantes au développement des diatomées.

Lors de la campagne de mai, le taxon *Achnanthes pyrenaicum* (49 %) domine le peuplement. Accrochée directement au substrat rocheux, cette espèce est capable de résister aux perturbations physiques du milieu (pente, régime nival, vitesse du courant). Cette espèce est très sensible à la matière organique (oligo-béta mésosaprobe) bien qu'elle puisse tolérer des concentrations modérées en nutriments (mésotrophe). Les taxons accompagnateurs sont considérés comme polluosensibles par l'indice (*Achnanthes lineare* 7%, *Diatoma mesodon* 9%, *Achnanthes minutissimum* 13%). L'absence de taxon affectionnant la présence de matière organique ou de nutriments confirme la bonne qualité du milieu.

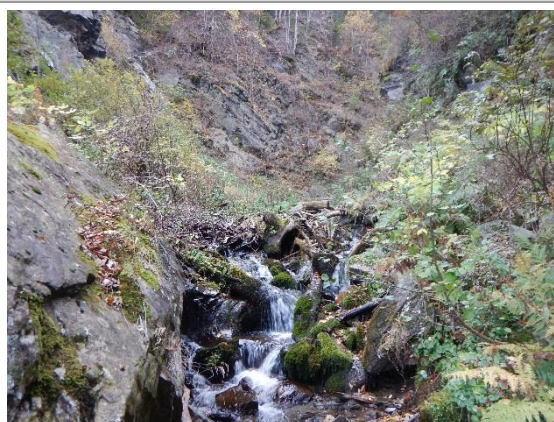
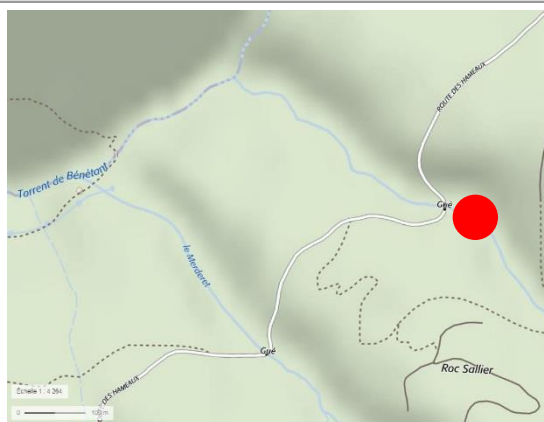
En octobre, les taxons polluosensibles sont toujours très fortement représentés (*Achnanthes minutissimum* 17,9%, *Achnanthes pyrenaicum* 14,5%, *Diatoma mesodon* 14%). Le taxon *Encyonema minutum* (29,5%) domine le peuplement, ce taxon est ubiquiste et très fréquent en Rhône-Alpes. La présence en très faible abondance de taxons pollutolérants (*Navicula reichardtiana* 0,1% ; *Navicula antonii* 0,2% ; *Fragilaria vaucheriae* 0,2%) indique une absence de perturbations marquées du milieu vis-à-vis de la qualité de l'eau.

La structure et la composition du peuplement sont également cohérentes avec la typologie de ce cours d'eau de montagne. La qualité est très bonne.

1.6.2.4 - Station GNB1170 – Impact futur tronçon court-circuité

Macrofaune benthique

GNB1170 – LE GRAND NANT DE BIZARD EN AMONT DU GUE DE LA ROUTE MENANT AU LIEUDIT BENETANT



Description sommaire de la station	Résultats des IBGN
Longueur : 40 m	Date 26/10/2017
Largeur moy. : 3 m (oct.)	Richesse faunistique totale 32
Profondeur min. : 0,05 m	Richesse faunistique IBGN DCE 25
Profondeur max : 0,4 m	Groupe indicateur 9
Nature du fond : galets, blocs, gravier, dalle, racines, litière.	Taxon indicateur <i>Perlodidae</i>
Colmatage : nul.	Effectif total 1173
Végétation aquatique : bryophytes	Équivalent IBGN (DCE) 16
Environnement : montagnard, naturel.	EQR (/1) 1,07
Nature du débit : débit réservé	Débits 25

Tableau 9: Résultats des IBGN sur la station de référence du Grand Nant de Bizard (GNB1170) en amont de la future prise d'eau

En octobre 2017 :

- L'indice est très bon car au-dessus de la valeur de référence pour l'hydroécocorégion Alpes Internes (15). Il traduit une qualité globale très bonne.
- Le taxon indicateur est représenté par les *Perlodidae* du genre *Dictyogenus* (plécoptère, GI=9). D'autres taxons polluosensibles sont présents en effectifs significatifs (*Isoperla*, *Chloroperla*, *Brachyptera*, *Philopotamus*). L'indice apparaît donc très robuste.
- Avec 32 taxons identifiés au total, la richesse faunistique est importante.
- L'effectif total (1173 individus) est important. Les effectifs relatifs sont très bien répartis entre les différents taxons. La liste faunistique est équilibrée.

Diatomées

Résultats des IBD	
Date	26/10/2017
Nombre d'espèces	18
Nombre de genres	9
Diversité	3,05
Equitabilité	0,73
IBD (/20)	20
Qualité	Très Bonne
IBD EQR (/1)	1
IPS (/20)	19,7

Tableau 10 : Résultats des IBD sur la station de référence du Grand Nant de Bizard (GNB1170) en amont de la future prise d'eau

Sur la station GNB1170, l'IBD atteint également la note maximale de 20/20 en octobre. Avec 18 taxons, la richesse floristique est assez faible, mais correspond à ce qui peut être attendu en cours d'eau de montagne.

Les trois taxons qui dominent le peuplement sont Gomphonema elegantissimum 28,7%, Achnanthyidium pyrenaicum 16,9%, et Diatoma mesodon (16,2%). Ces diatomées sont typiques des eaux alcalines bien oxygénées. Elles sont très fréquentes dans les cours d'eau calcaires de Rhône Alpes. Ces diatomées sont sensibles aux pollutions organiques ou minérales, leur présence témoigne de la bonne qualité du milieu. De plus, l'absence de taxons polluo-résistants atteste de la robustesse de l'indice.

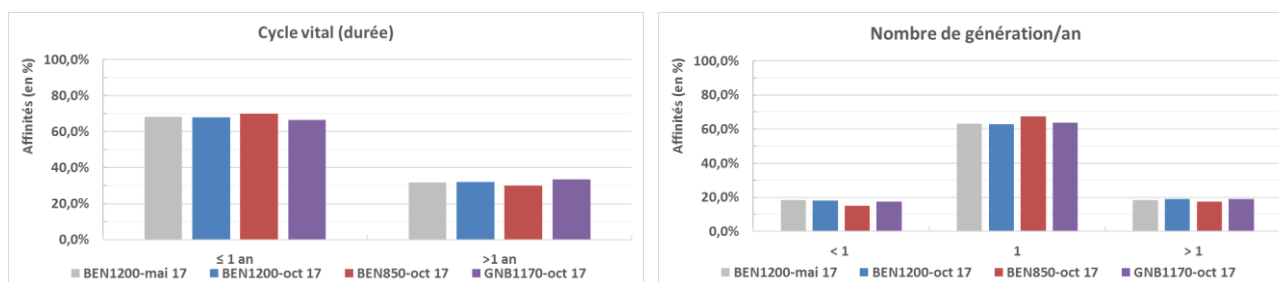
La structure et la composition du peuplement sont également cohérentes avec la typologie de ce cours d'eau de montagne. La qualité est très bonne.

1.6.2.5 - Synthèse des indices biologiques

Aucune espèce bénéficiant d'un statut de protection n'a été contactée parmi les diatomées et invertébrés aquatiques.

Les IBGN et IBD obtenus correspondent au très bon état écologique de part et d'autre des deux futures prises d'eau, aussi bien pour la campagne d'automne (octobre 2017) que pour la campagne de printemps (mai 2017).

Si les listes faunistiques sont globalement proches entre l'amont et l'aval des futures prises d'eau, quelle que soit la période d'échantillonnage, il en est de même concernant les traits biologiques (voir figure suivante). Cela traduit un fonctionnement du peuplement identique, ce qui est cohérent étant donné le contexte similaire entre les stations d'étude (torrent de montagne à forte pente en secteur de gorges boisées).



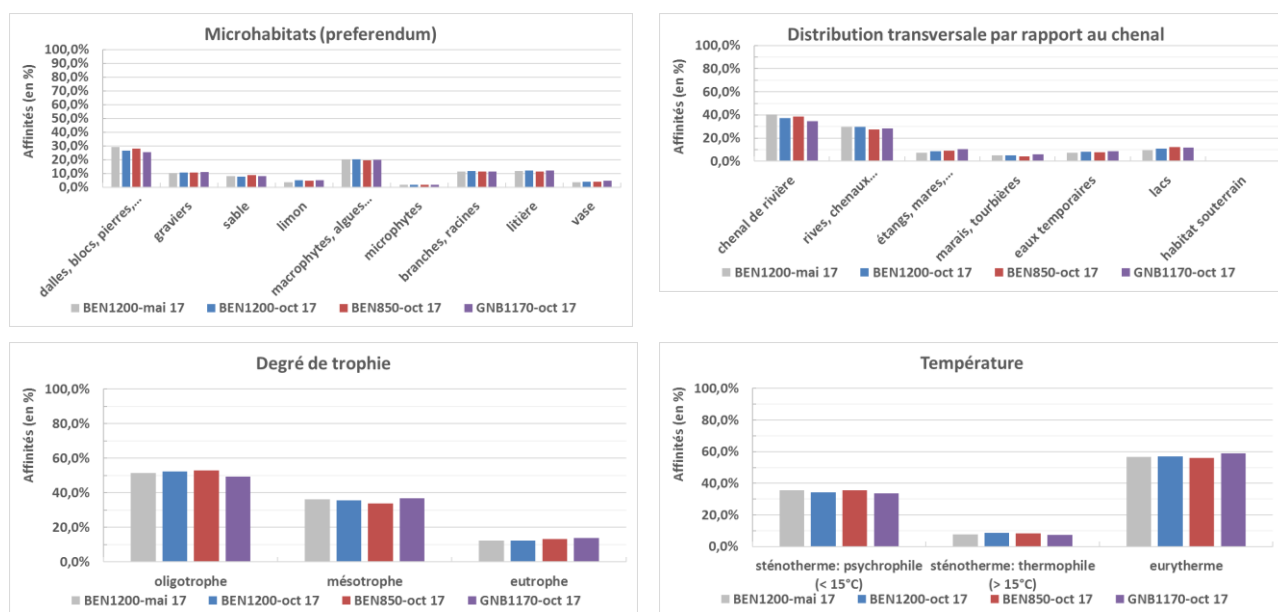


Figure 3: Synthèse des traits biologiques des peuplements de macroinvertébrés identifiés en amont des prises d'eau projetées (stations BEN1200 et GNB1170) et dans le futur TCC (station BEN850)

D'après la synthèse des traits biologiques des peuplements de macroinvertébrés identifiés :

- Près de 50% des taxons identifiés sur les trois stations sont oligotrophes. Ils traduisent un milieu pauvre en éléments organiques et nutritif.
- 50 à 60% des taxons sont eurythermes³. Moins de 10% sont thermophiles et 30 à 40% sont psychrophiles⁴. Les peuplements sont donc adaptés à un cours d'eau plutôt froid.
- 15 à 20% des taxons ont un nombre de générations par an inférieur à 1, c'est-à-dire qu'ils se reproduisent peu et ont un cycle vital plus long. Il s'agit principalement des plécoptères polluosensibles des genres *Perla*, *Chloroperla*, *Dictyogenus* et *Isoperla*. Leur présence ici traduit une certaine stabilité du milieu (absence de perturbation à moyen voire long terme).
- Les exigences écologiques entre les différents types de microhabitats sont actuellement diversifiées. Il en est de même en ce qui concerne la distribution transversale par rapport au chenal du torrent. La bonne diversité et la bonne qualité des substrats (absence de colmatage) et des écoulements (vitesses et hauteurs d'eau) offrent une attractivité et une hétérogénéité optimale pour la faune benthique. L'enjeu du débit réservé sera de préserver cette multitude de microhabitats remarquable pour ce type de torrent de montagne. En effet, la diminution de débit peut engendrer la perte des habitats de bordure (racines, branchages immergés) et donc le cortège de taxons inféodés à ces milieux.

L'état initial de la faune benthique et de la faune diatomique traduit un état optimal.

Les résultats des indices biologiques et les listes faunistiques sont très proches entre l'amont et l'aval des futures prises d'eau.

³ Taxon tolérant une large gamme de températures.

⁴ Taxon qui affectionne les températures froides (<15°C).

1.7 - Peuplements piscicoles

1.7.1 - Gestion halieutique

La gestion halieutique est assurée par l'Association Agréée pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques (AAPPMA) d'Albertville.

D'après une communication par message électronique avec M. Valaz, président de l'AAPPMA d'Albertville, chaque année est réalisé un alevinage en truite de rivière :

- Dans les lacs de la tempête, proche des sources du torrent de Bénétant (en général 1000 alevins par an). Cette opération n'est toutefois pas régulière. Sur les cinq dernières années, seulement trois opérations de ce type ont eu lieu.
- Dans le Bénétant, en général, 1500 alevins par an sont introduits.

1.7.2 - Données antérieures

Aucune donnée bibliographique ne nous a été communiquée par la DDT de la Savoie, la Fédération Départementale de pêche ou l'AAPPMA locale.

1.7.3 - Résultats 2017

Les résultats bruts figurent en annexe.

1.7.3.1 - Thermie

Station BEN1200 – Référence amont

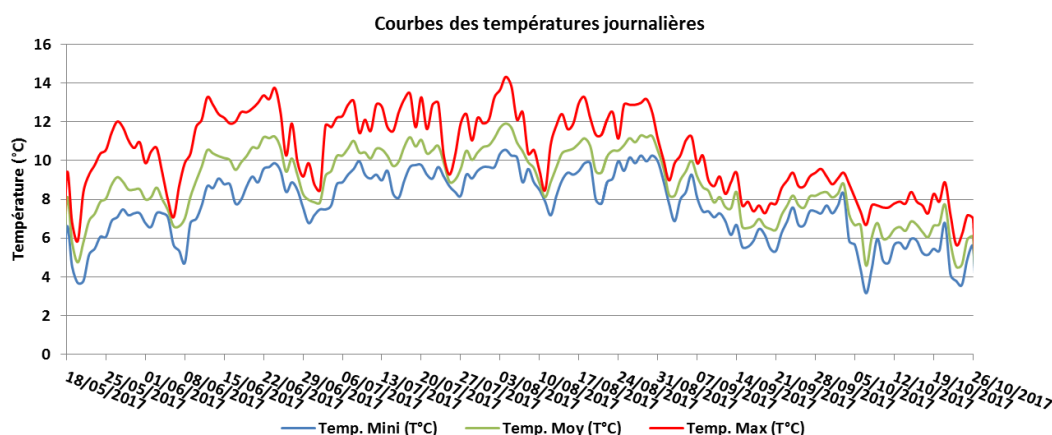


Figure 4: Températures journalières relevées dans le Bénétant lieu dit éponyme (station BEN1200) en 2017

Les températures relevées sont favorables à la vie salmonicole car 99% du temps comprises entre 4 et 19°C (*preferendum* thermique pour la truite commune). Il arrive ponctuellement que les températures soient légèrement inférieures à 4°C (1% du temps) ce qui peut engendrer un ralentissement du métabolisme des poissons. Leur survie n'est toutefois pas menacée.

La température maximum moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds est de 12,8°C, relevée du 06/07/2017 au 05/08/2017. Cette valeur est faible et ne permet pas une faune piscicole riche et abondante.

Le régime thermique du Bénétant en amont du projet est froid et ne permet pas une faune piscicole diversifiée. Le niveau typologique théorique correspond à un biocénotype B1+, soit un peuplement monospécifique à truite commune en densité modérée.

Station BEN850 – Impact futur tronçon court-circuité

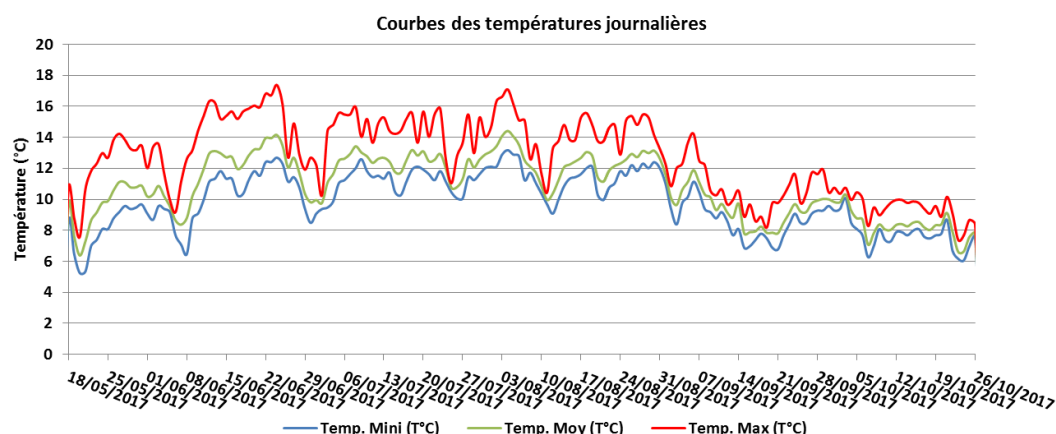


Figure 5: Températures journalières relevées dans le Bénétant en amont de la prise d'eau Altéo (station BEN850) en 2017

Les températures relevées sont favorables à la vie salmonicole car tout le temps comprises entre 4 et 19°C (*preferendum* thermique pour la truite commune). Les valeurs sont légèrement supérieures à celles mesurées sur la station de référence (BEN1200) sans doute en raison de l'altitude moindre (800 m ici contre 1200 m en amont).

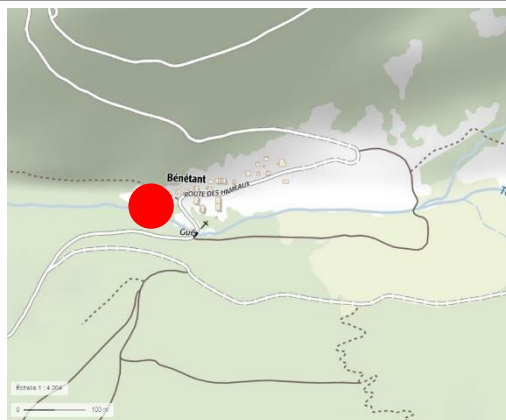
La température maximum moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds est de 14,9°C, relevée du 10/06/2017 au 10/07/2017. Cette valeur est plus importante de 2,6°C par rapport à la station amont mais la pente du cours d'eau et l'encaissement du lit ne sont pas plus favorables à une faune piscicole riche et abondante.

Le régime thermique, la forte pente et l'encaissement du lit du Bénétant dans le futur TCC ne permettent pas une faune piscicole plus riche et plus abondante. Le niveau typologique correspond également à un B1+, soit à un peuplement monospécifique à truite.

1.7.3.3 - Sondages piscicoles

Station BEN1200 – Référence amont

BAYEN1200 – LE BENETANT AU NIVEAU DU LIEU-DIT EPONYME



Justification du choix de la station	Description sommaire de la station.	
Préciser la composition du peuplement piscicole en amont du futur tronçon court-circuité.	Longueur : 90 m	Largeur moy : 3,5 m
	Profondeur min : 0,1 m	Profondeur max : 1,2 m
	Surface pêchée : 200 m ²	Pente moyenne : 10 %
	Faciès observés : cascade, fosse	Faciès dominant : cascades
	Nature du fond : blocs, galets, graviers, bryophytes, sable.	

Sur la station de référence, au niveau du lieu-dit Bénétant, le peuplement piscicole observé en 2017 est monospécifique. Seule la truite commune (*Salmo trutta*) est présente.

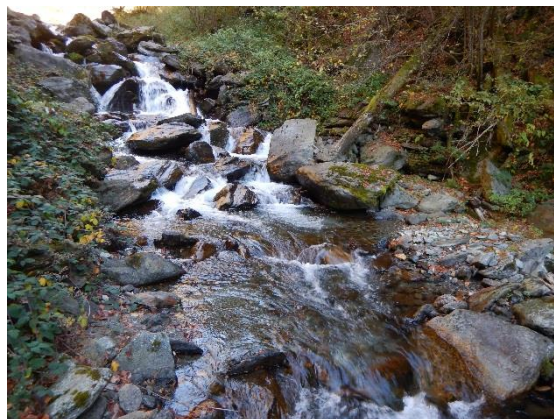
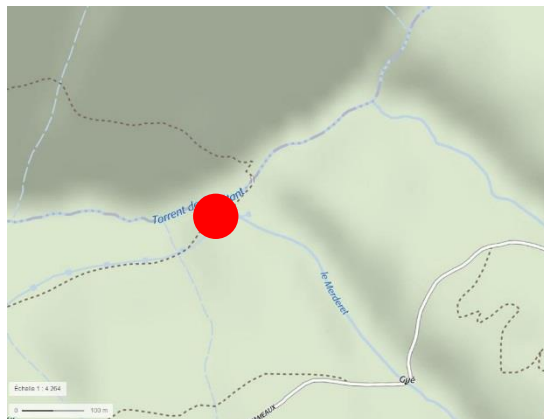
Sur 90 m de linéaire :

- 55 individus ont été capturés, ce qui apparaît relativement important.
- Toutes les classes de tailles ont été capturées (70 à 270 mm). Toutes les classes d'âges sont présentes (alevins, juvéniles, adultes). Les plus petits individus correspondent probablement à des alevins issus d'une reproduction naturelle.

Au niveau de la station de référence, en 2017, la truite commune présente une bonne abondance. Toutes les classes d'âges sont présentes. La population apparaît fonctionnelle et pérenne.

Station BEN850 – Impact futur tronçon court-circuité

BEN850 – LE BENETANT EN AMONT DE LA PRISE D'EAU ALTEO



Justification du choix de la station

Description sommaire de la station.

Préciser la composition du peuplement piscicole dans le futur tronçon court-circuité.

Longueur : 30 m

Largeur moy : 4 m

Profondeur min : 0,2 m

Profondeur max : 1,2 m

Surface pêchée : 150 m²

Pente moyenne : 33 %

Faciès observés : cascade, fosse

Faciès dominant : cascade

Nature du fond : blocs, galets, gravier, sable, embâcles

Sur la station du futur TCC, localisée à l'amont immédiat de la prise d'eau Altéo, le peuplement piscicole observé en 2017 est monospécifique. Seule la truite commune (*Salmo trutta*).

Sur 30 m de linéaire :

- 23 individus ont été capturés, ce qui est important pour ce type de torrent de montagne.
- Toutes les classes de tailles ont été capturées (60 à 280 mm). Toutes les classes d'âges sont présentes (alevins, juvéniles, adultes). Les plus petits individus correspondent probablement à des alevins issus d'une reproduction naturelle.

Dans le futur TCC, la truite commune présente une bonne abondance. Toutes les classes d'âges sont présentes. La population apparaît fonctionnelle et pérenne.

Espèces bénéficiant d'un statut de protection

La truite commune – *Salmo trutta* – fait l'objet d'évaluation liste rouge et d'une réglementation :

- Liste rouge mondiale UICN : LC (2011)⁵
- Liste rouge européenne UICN : LC (2011)
- Liste rouge des poissons d'eau douce de France métropolitaine : LC (2009)
- Arrêté du 8/12/1988 fixant la liste de espèces de poissons protégés sur l'ensemble du territoire national – Art 1

⁵ LC : Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de métropole est faible)

Les sondages piscicoles de 2017 ont confirmé que le peuplement piscicole du haut Bénétant est monospécifique sur l'emprise du présent projet hydroélectrique. Une population de truite commune (*Salmo trutta*) est présente. Elle apparaît fonctionnelle et pérenne, y compris dans le futur TCC, même si elle est soutenue par alevinages.

1.8 - Enjeux liés au milieu aquatique

Les enjeux sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Thématique	Diagnostic	Enjeux sur le secteur d'étude
Qualité physico-chimique	Très bonne, peu de pression polluante	Conservation de la très bonne qualité de l'eau dans le débit réservé
Thermie	Régime thermique très favorable à la vie aquatique et notamment salmonicole.	S'assurer de la non prise en glace hivernale et de la compatibilité du régime thermique influencé dans le TCC avec la vie salmonicole.
Habitats aquatiques	Bon état pour le développement de la faune aquatique entre la confluence du ruisseau d'Arbine et la confluence avec le Grand Nant. Présence de bras secondaires courant. Bonne connectivité entre lame d'eau et végétation. Habitats aquatiques naturellement limités pour la faune piscicole dans le Grand Nant	Fonctionnalité des habitats de bordure et connectivité en condition de débit réservé à préserver dans le Bénétant. Ecoulements superficiels minimum à préserver dans le Grand Nant.
Continuité piscicole	Continuité très limitée : nombreuses chutes naturelles infranchissables tout le long des deux futurs TCC et en amont des futures prises d'eau.	Aucun d'enjeu à la montaison. Enjeu pour la dévalaison étant donné la présence de populations salmonicoles sur le haut Bénétant (lacs de la Tempête).
Frayères à truite commune	Présence sur tout le linéaire du Bénétant en densité importante.	Assurer un débit minimum garantissant l'intégralité du cycle biologique de la truite commune dans le Bénétant, notamment en période d'étiage hivernal (non-prise en glace du débit réservé).
Communautés biologiques	Très bon état biologique basé sur les indices IBD et IBGN. Taxons polluosensibles à développement long. Très bonne diversité traduisant une large variété d'habitats.	Très bon état des communautés aquatiques à préserver. Fonctionnalité des habitats de bordure à préserver.

	Présence de la truite commune (<i>Salmo trutta</i>) en bonne densité numérique et pondérale. Soutien par alevinage. Reproduction naturelle constatée. Population pérenne, y compris dans le futur TCC.	Reproduction naturelle pour la truite à assurer
Débit biologique minimum	Espèce cible : Truite commune (en particulier l'écostade juvénile très abondant sur la zone d'étude).	Débit minimum biologique pour satisfaire les exigences écologiques de la truite commune.

Tableau 11 : Synthèse des enjeux liés aux milieux aquatiques

1.9 - Etat initial : usages

1.9.1 - Prélèvements

Des prélèvements ponctuels existent dans le haut du bassin versant pour alimenter en eau potable les différents hameaux mais cela reste anecdotique en raison de la faible consommation et la faible fréquentation (résidences secondaires principalement, nombre d'habitations limité).

Par ailleurs, les cours d'eau peuvent servir de points d'abreuvement ou pour des prélèvements diffus de faible quantité en été pendant l'estive (mise au pâturage des troupeaux de bovins ou d'ovins).

1.9.2 - Rejets

Un certain nombre de chalets (chalets d'alpages, résidences secondaires non accessibles en hiver) sont présents sur la zone d'étude. Il est probable que leurs effluents, en période d'occupation, soient rejetés, directement ou de manière diffuse, dans le milieu.

De plus, la forte fréquentation de bovins et d'ovins en période estivale engendre des rejets de matières organiques (matières fécales) par ruissellement dans les alpages.

1.9.3 - Hydroélectricité

8 prises d'eau sont présentes dans le bassin versant pour la **production d'hydroélectricité** :

- **Six sont localisées au-dessus du présent projet :**
 - La prise d'eau de Bénétant sur le torrent de Bénétant.
 - Les 5 prises d'eau de la Ravoire sur les affluents du ruisseau d'Arbine.
- **Deux sont localisées en aval du présent projet :**
 - La prise d'eau des Grandes Ravines sur le ruisseau du Merderet (reliée à la prise d'eau Altéo).
 - La prise d'eau de la microcentrale Altéo sur le torrent de Bénétant.

1.10 - Activité de loisir

Activité halieutique

Le Bénétant est géré par l'AAPPMA d'Albertville.

L'activité halieutique est présente sur ce cours d'eau sans que la fréquentation par les pêcheurs puisse être quantifiée. Etant donné la forte pente et l'encaissement du torrent de Bénétant dans un secteur de gorges difficile d'accès, la fréquentation est supposée faible.

2 - CONCLUSIONS SUR LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

	ENJEUX
HYDROLOGIE & HYDROBIOLOGIE	Conservation de la très bonne qualité de l'eau dans le débit réservé. S'assurer de la non prise en glace hivernale et de la compatibilité du régime thermique influencé dans le TCC du Bénétant avec la vie salmonicole. Conserver une bonne fonctionnalité des habitats en condition de débit réservé. Assurer la dévalaison piscicole au niveau de la prise d'eau du Bénétant. Préserver le très bon état des communautés aquatiques (diatomées, macroinvertébrés et poissons). Assurer la reproduction naturelle pour la truite commune.

3 - PRESENTATION SUCCINCTE DU PROJET EN LIEN AVEC LES MILIEUX AQUATIQUES

Une prise d'eau est projetée sur le torrent du Bénétant (W0320520) à une altitude de 1100 m NGF, soit à l'aval immédiat de la confluence avec le ruisseau d'Arbine (W0320520).

Une autre prise d'eau est projetée sur le Grand Nant (W0321000) à la côte 1100 m NGF.

Entre la prise d'eau et l'usine projetée, l'eau sera acheminée par une conduite forcée de 1200 mètres de longueur pour les eaux du Bénétant et une conduite forcée en rive gauche du Grand Nant et du Bénétant sur une longueur de 350 m. Les deux conduites seront enterrées.

L'usine sera implantée en rive droite du torrent du Bénétant à l'amont immédiat de la prise d'eau Altéo existante (côte 845 m NGF) sur la commune de La Bâthie. L'aménagement fonctionnera au fil de l'eau. Le débit d'équipement est fixé à 630 L/s (540 l/s sur le Bénétant et 90 l/s pour le Grand Nant). La restitution se fera dans la prise d'eau Altéo existante.

L'étude hydrologique réalisée par SHBB est présente en annexe du dossier d'incidence.

Le débit réservé du Bénétant proposé par la SHBB est égal à 89 L/s, soit 24.6% du module réel ou 11.7% du module théorique naturel (rappelons que le Bénétant est déjà en débit réservé).

Le débit réservé du Grand Nant proposé par la SHBB est égal à 7.5 L/s soit 10% du module théorique.

Le tronçon court-circuité du torrent de Bénétant est d'environ 1,2 km. Le tronçon court-circuité du Grand Nant est d'environ 300 m.

Au regard des résultats de la présente étude, la continuité écologique pour la truite-commune (*Salmo trutta*), n'est pas un enjeu pour la montaison. Seule la dévalaison devra être assurée au niveau de la prise d'eau projetée sur le Bénétant.

Bénétant BV influencé	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
Débit mensuel reconstitué (l/s)	228	202	273	382	676	782	528	299	238	247	242	247
Débit prélevé et turbiné (l/s)	139	113	184	293	540	540	439	210	149	158	153	158
débit restitué	89	89	89	89	136	242	89	89	89	89	89	89

Grand Nant	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
Débits moyen mensuels (l/s)	45	39	55	79	145	169	112	61	47	49	48	49
Débit prélevé et turbiné (l/s)	37	31	47	72	90	90	90	53	39	41	40	41
débit restitué	7.5	7.5	7.5	7.5	55.3	79.0	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5

Tableau 12 : Débits moyens mensuels reconstitués des torrents de Bénétant et du Grand Nant en situation naturelle et en situation aménagée au niveau de la prise d'eau projetée (selon données hydrologiques SHBB)

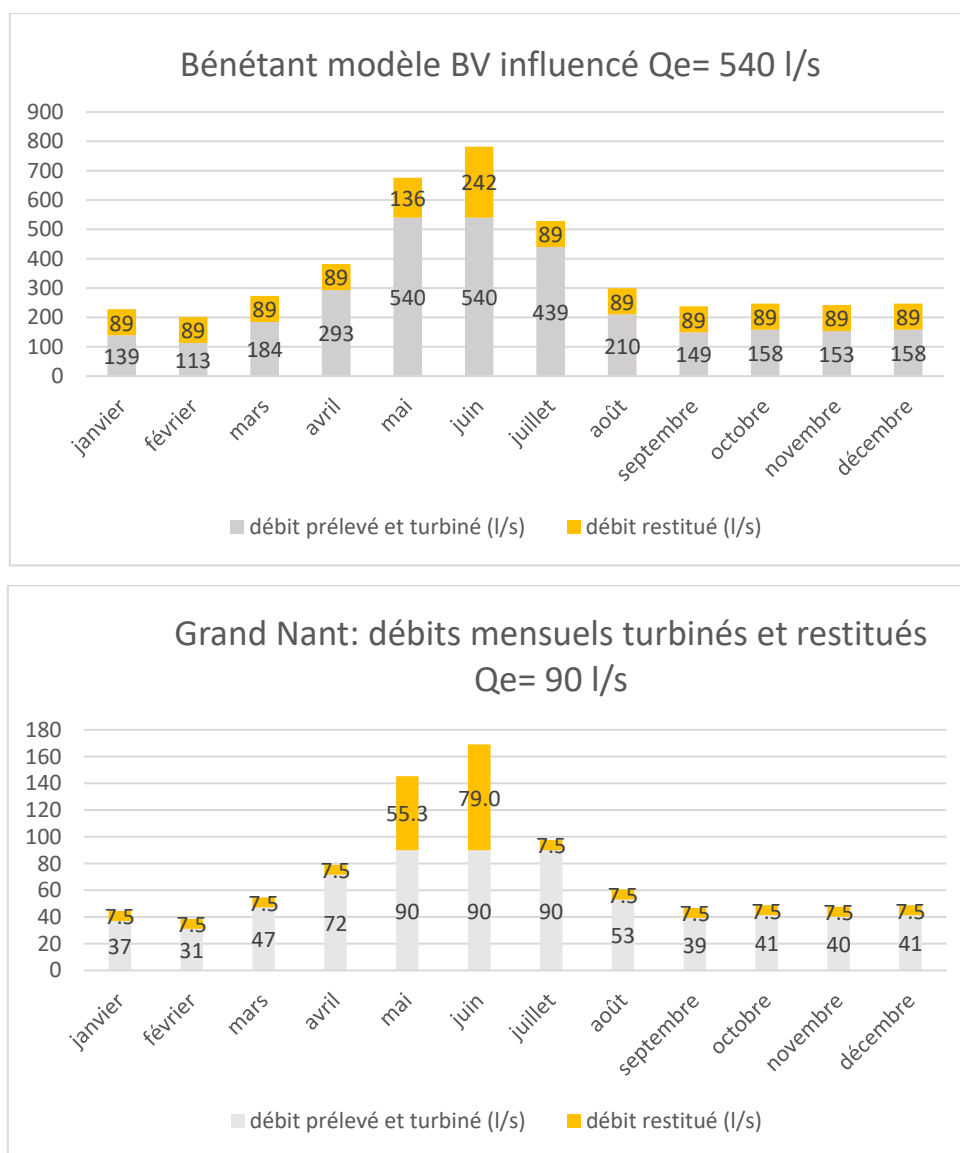
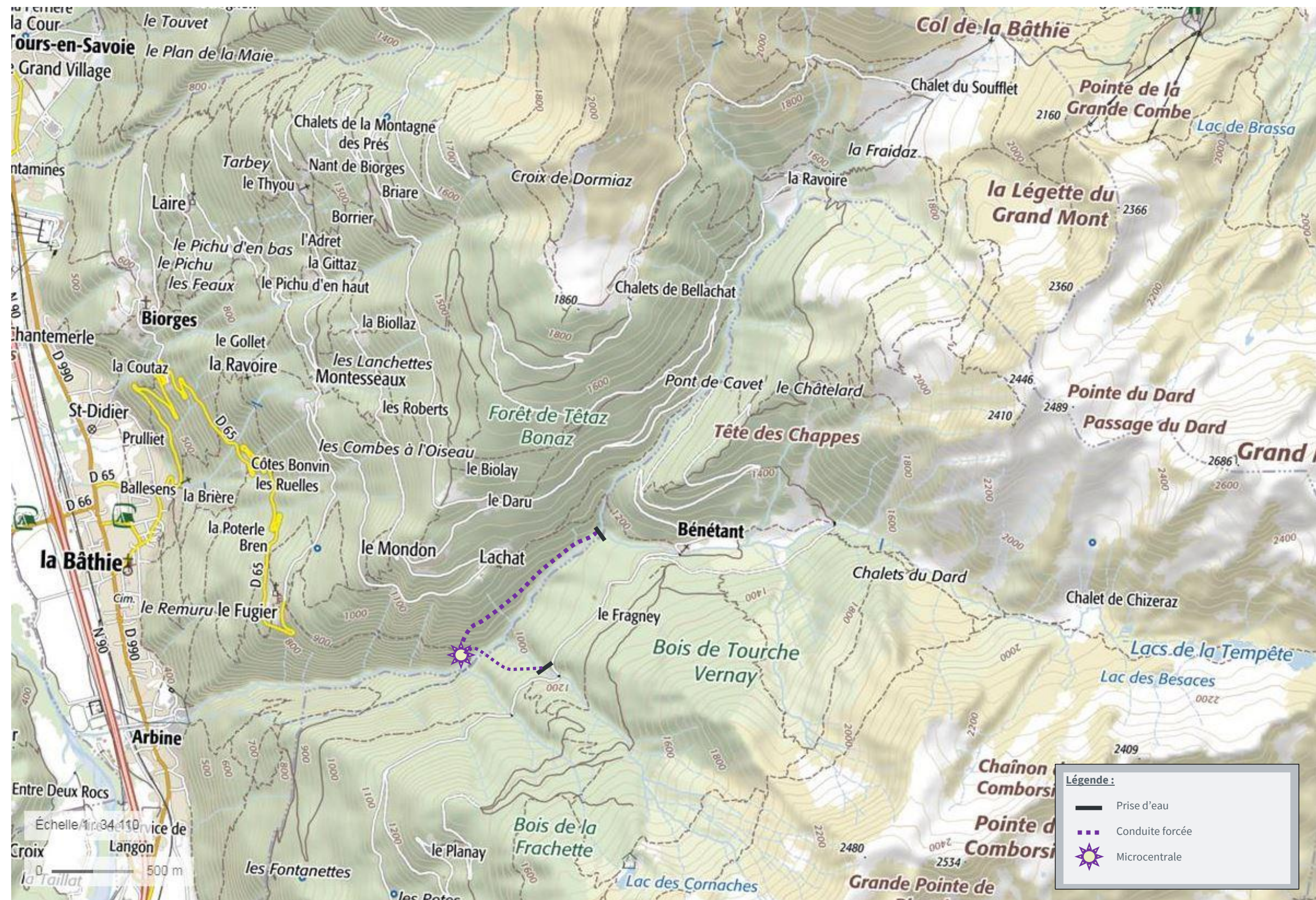


Figure 6: Débits prélevés par les prises d'eau et s'écoulant dans les tronçons court-circuités (selon données hydrologiques SHBB)

Avec un débit d'équipement de 540 L/s, le débit réservé du Bénétant dans le futur TCC sera de 89 L/s entre juillet et mai (10 mois sur 12). La surverse de la prise d'eau en juin permettra d'atteindre un débit de 242 L/s.

Le débit réservé du grand Nant dans le futur TCC sera quant à lui de 7.5 L/s toute l'année hormis en mai et juin avec des débits respectivement de 55 et 79 l/s.



Carte 7 : Plan synthétique du projet – Localisation de la prise d'eau, de l'usine hydroélectrique et de la conduite forcée

4 - EVALUATION DES EFFETS DU PROJET SUR LE MILIEU

4.1 - Milieu aquatique

4.1.1 - Phase de travaux

Tous les travaux ayant lieu dans le lit mineur du cours d'eau sont concernés :

- La construction des barrages des prises d'eau.
- La construction initiale de la centrale.
- La pose de la conduite forcée au moment des traversées de cours d'eau.

Les travaux de pose de conduite forcée hors cours d'eau ne sont pas concernés.

La période de travaux est définie au regard de la faisabilité technique (hydrologie, neige) et des contraintes environnementales (migration et reproduction de la truite commune en automne – hiver).

Les contraintes administratives s'appliquent sur ce cours d'eau classé en 1^{ère} catégorie. Les fenêtres d'intervention apparaissent réduites, si l'on tient compte des périodes de reproduction de la truite commune (juillet à septembre).

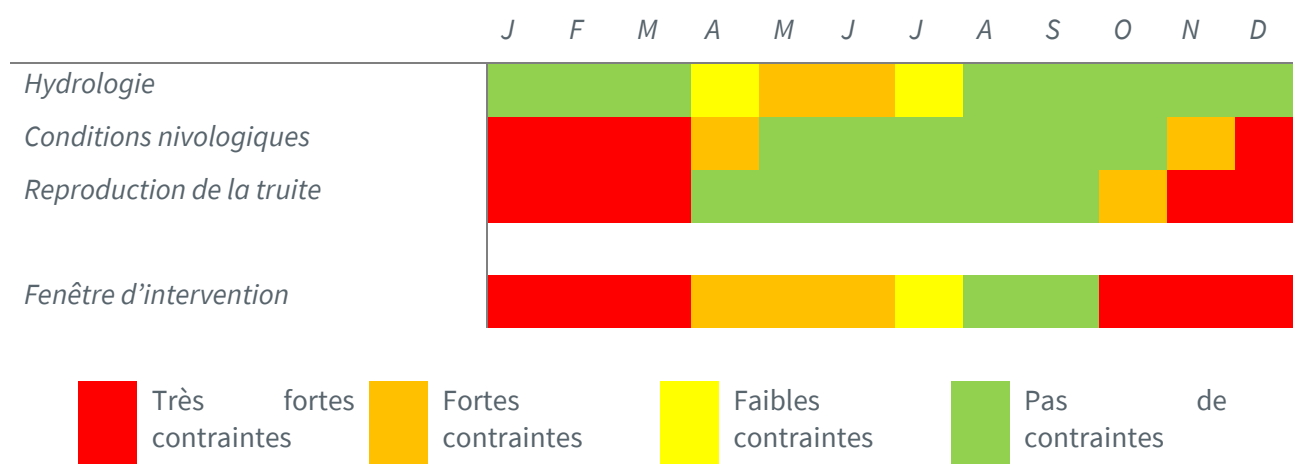


Tableau 13: Contraintes de faisabilité liées aux facteurs physique et biologiques

Les impacts sont liés aux interventions des engins dans le lit mouillé.

Le détournement des écoulements du lit mineur pendant la phase de travaux permettra d'en réduire les effets.

La phase de mise en place des dérivations du lit et des terrassements pour la construction de la prise d'eau induisent une augmentation importante des teneurs en matières en suspension limitée dans le temps mais potentiellement importante. Cette perturbation conduit à une dégradation de la qualité des eaux et a deux conséquences majeures :

- Libération des polluants adsorbés sur les particules fines organiques ce qui se traduit par une consommation d'oxygène. Une consommation excessive diminue le potentiel écologique du milieu et peut devenir incompatible avec la vie biologique.

- Le contexte du bassin versant est marqué par l'absence d'activités polluantes et d'urbanisation dense. Cela laisse à penser que l'accumulation de polluants dans les sédiments est nulle à négligeable, d'autant que les crues entraînent régulièrement les sédiments. **Le niveau de l'impact est donc très faible.**
- Abrasion mécanique des branchies des poissons lorsque les concentrations sont trop importantes. Etant donné la bonne densité de truites communes dans le Bénétant, **le niveau de l'impact est potentiellement moyen.**

L'intervention des engins dans le lit et le remaniement des substrats conduit à une dérive de la faune aquatique. La recolonisation peut prendre plusieurs saisons. Ces travaux dans le lit modifient profondément les facteurs abiotiques des habitats aquatiques et donc de la faune. L'impact est d'autant plus important que la période de travaux se situe en période de reproduction. Les travaux peuvent alors avoir des répercussions sur plusieurs années. Toutefois, on s'aperçoit dans le contexte du projet, que la recolonisation des macroinvertébrés suite à une crue majeure est rapide. **L'impact est donc limité et très temporaire.** En effet, le peuplement est composé de taxons à fortes capacités de recolonisation (déplacement des adultes ailés, recolonisation par dérive depuis l'amont...etc.).

La présence des engins dans le lit ou à proximité augmente le risque de pollution par fuite d'huile ou d'hydrocarbures. L'éloignement des plateformes logistiques de ravitaillement des engins du lit mineur limiteront l'impact.

L'utilisation du béton notamment pour la construction de la prise d'eau et de la microcentrale peut conduire à une augmentation du pH des eaux, néfaste pour la vie aquatique. **Le risque d'impact au regard de la mise en œuvre du chantier de construction, au vu de ces éléments, est élevé.**

4.1.2 - Phase exploitation

4.1.2.1 - Hydrologie et habitats aquatiques

Cadre réglementaire

Selon l'article L214-18 du code de l'environnement : « *Tout ouvrage à construire dans le lit d'un cours d'eau doit comporter des dispositifs maintenant dans ce lit un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage ainsi que, le cas échéant, des dispositifs empêchant la pénétration du poisson dans les canaux d'amenée et de fuite.*

Ce débit minimal ne doit pas être inférieur au dixième du module du cours d'eau en aval immédiat ou au droit de l'ouvrage correspondant au débit moyen interannuel, évalué à partir des informations disponibles portant sur une période minimale de cinq années, ou au débit à l'amont immédiat de l'ouvrage, si celui-ci est inférieur. »

Expertise du Débit Minimum Biologique

Sur demande de la DDT de la Savoie, une expertise a été réalisée avec mesures des hauteurs d'eau et des largeurs mouillées à différents débits et notamment à l'étiage (voir photos suivantes).

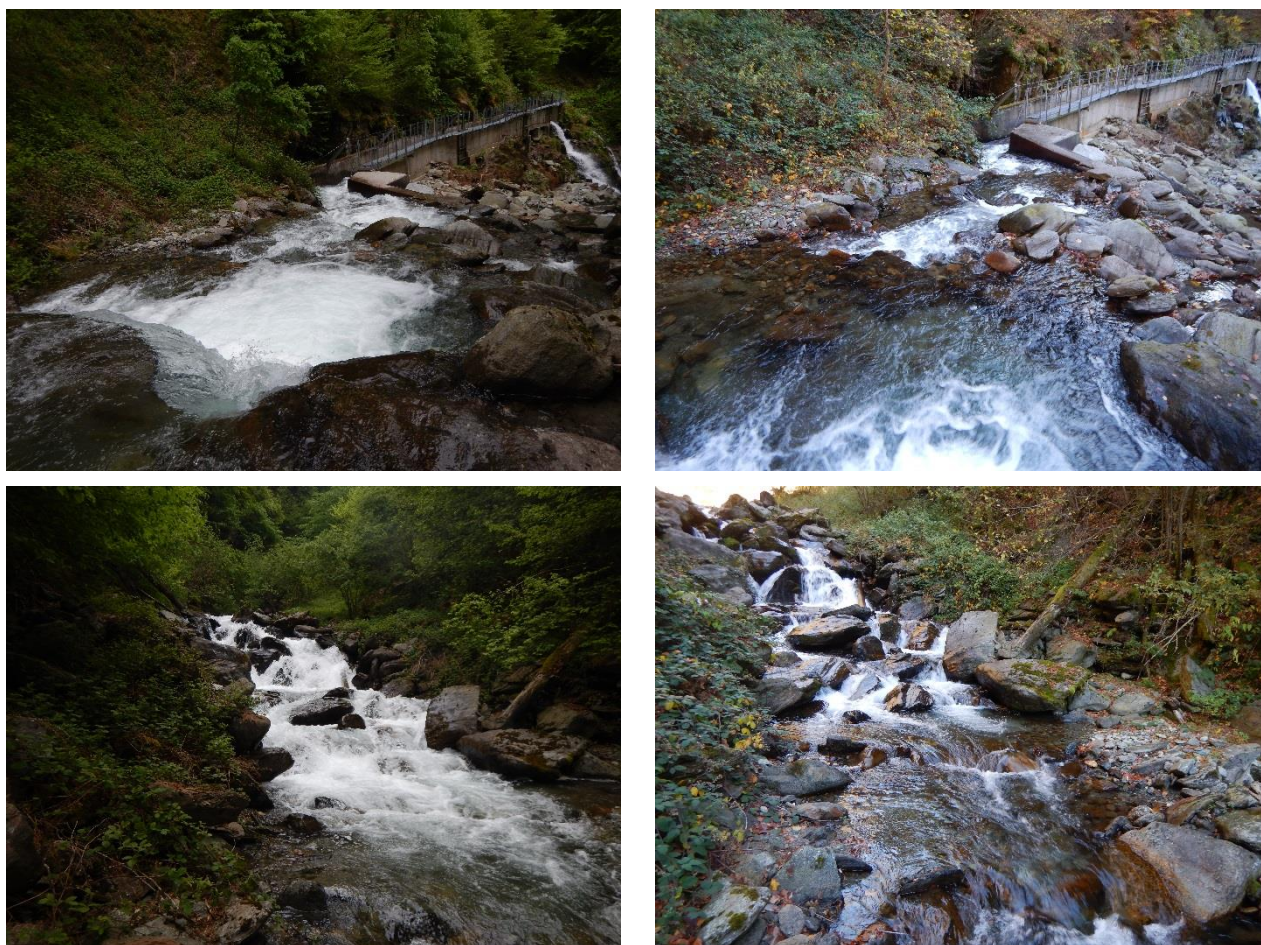


Photo 19: Vues de la station BEN850 d'expertise du débit minimum biologique à deux débits : 790 L/s (gauche) et 197 L/s (droite)

Au niveau de la station BEN850 (partie aval du TCC), 12 transects ont été réalisés. Les largeurs mouillées, les hauteurs d'eau et la granulométrie ont été relevées. Deux campagnes ont été réalisées. L'une le 18/05/2017, l'autre le 26/10/2017. Les deux débits ont été mesurés.

Transect	Largeur (m)		Profondeur moyenne (m)	
	à 790 L/s	à 197 L/s	à 790 L/s	à 197 L/s
T1	6,50	5,70	0,32	0,32
T2	4,60	4,50	0,26	0,19
T3	4,60	3,20	0,29	0,19
T4	4,30	3,70	0,23	0,22
T5	4,90	4,10	0,36	0,28
T6	6,70	2,90	0,15	0,15
T7	6,60	5,00	0,27	0,15
T8	7,80	4,50	0,19	0,12
T9	6,30	5,30	0,41	0,27
T10	6,20	2,60	0,30	0,20
T11	7,20	4,70	0,28	0,20
T12	9,50	4,10	0,16	0,14

Tableau 14: Profondeurs et largeurs en eau mesurées au niveau de 12 transects sur la station BEN850 à deux débits les 18/05 et 26/10/2017

Le 26/10/2017, pour un débit de 197 L/s, les largeurs mouillées varient entre 2,60 et 5,70 m. Elles sont inférieures de 0,1 à 5,4 m par rapport à celles mesurées le 18/05/2017 pour un débit de 790 L/s.

De même, le 26/10/2017 (197 L/s), les profondeurs varient entre 0,12 et 0,32 m. Elles sont égales ou inférieures jusqu'à 0,14 m par rapport à celles mesurées le 18/05/2017 pour un débit de 790 L/s.

Station	Date	Débits mesurés (L/s)	Largeur moyenne (m)	Hauteur d'eau moyenne (m)	Diamètre moyen des substrats (m)
BEN850	18 mai 2017	790	6,27	0,27	0,26
	26 octobre 2017	197	4,19	0,20	

Tableau 15 : Synthèse des mesures réalisées sur la station BEN850 d'expertise du DMB

Finalement, les mesures réalisées montrent que :

- **Les largeurs mouillées diminuent peu (-33% en moyenne) au regard de la diminution du débit (- 75%).** Etant donné la forte pente et l'encaissement du lit dans un secteur de gorges étroites, les faciès d'écoulements correspondent exclusivement à des cascades/chutes et des fosses de dissipation. Dans ces conditions, les largeurs sont naturellement contraintes et la diminution du débit fait peu varier les largeurs mouillées.
- **Les hauteurs d'eau diminuent peu voire pas du tout (-25% en moyenne).** Les hauteurs d'eau au niveau des fosses de dissipation ne sont que peu influencées par la diminution de débit, notamment par rapport à des faciès d'écoulements de type radiers/lotiques lorsque la pente est plus faible.

Ainsi, il semble qu'une diminution du débit du Bénétant à un débit réservé de 89 L/s (égal au QMNA5), au niveau de la prise d'eau projetée soit envisageable et raisonnable tout en conservant une bonne qualité d'habitats aquatiques. Toutefois, nous ne sommes pas en mesure d'évaluer l'impact de la diminution du débit du Bénétant avec certitude sur les largeurs et les profondeurs du futur tronçon en débit réservé sans modélisation hydraulique. Celle-ci apparaît toutefois très complexe au regard de la turbulence des écoulements dans ce type de contexte de torrent de montagne en secteur de gorges. Nos conclusions ne sont donc que des hypothèses.

Rappel du contexte écologique local

La qualité de l'eau est très bonne dans les futurs TCC du Bénétant et du Grand Nant. Une diminution du débit ne devrait pas changer cet état en raison d'une pression polluante faible.

Les peuplements diatomiques et macrobenthiques sont en très bon état sur les deux torrents.

Le régime thermique naturel actuel du Bénétant est tout à fait favorable au développement d'une population de truite commune. Il présente toutefois des températures fraîches en été et sans doute déjà très froides en hiver (pas de suivi thermique hivernal réalisé en 2017). La diminution du débit peut engendrer un risque de refroidissement en hiver allant jusqu'à la prise en glace. Le risque de réchauffement en été est quant à lui jugé faible.

Le Bénétant présente un peuplement piscicole monospécifique en très bon état. La sous-population de truite commune est soutenue par alevinage. Elle est fonctionnelle et pérenne (présence de toutes les classes d'âge, reproduction naturelle avérée).

Le Grand Nant est naturellement apiscicole.

En l'absence de méthodologie fiable pour évaluer l'impact de la diminution du débit dans le futur TCC, nous proposons de respecter le débit minimum réglementaire (10^{ème} du module théorique) sur les torrents de Bénétant et du Grand Nant. Il s'agira d'évaluer les impacts directement après la mise en service de la microcentrale. Le débit réservé pourra être revu à la hausse si le suivi environnemental montre un impact trop important sur les milieux aquatiques.

4.1.2.2 - Qualité des eaux et température

Les risques d'impact du passage au débit réservé sur ce compartiment sont :

- La dégradation de la qualité physico-chimique des eaux par effet de concentration des polluants diffus. Compte-tenu d'une part de l'excellente qualité des eaux et d'autre part du faible niveau de pressions polluantes, **le niveau d'impact est jugé faible**. Néanmoins, il s'agira de le vérifier et de le surveiller.
- **Le réchauffement de l'eau en été.** La réduction des débits peut également avoir un effet d'augmentation des températures estivales. Cependant, compte-tenu du contexte montagnard du linéaire d'étude et notamment de l'ombrage lié à une couverture arborescente importante et un secteur de gorges omniprésent, **ce risque d'échauffement apparaît faible voire nul**.
- **La prise en glace totale des torrents en hiver.** La réduction des débits en période hivernale peut diminuer la température de l'eau dans le futur tronçon court-circuité jusqu'à entraîner la prise en glace des zones de bordure voire la prise en glace totale de la lame d'eau (si le débit réservé est trop faible et/ou les températures hivernales de l'air particulièrement froides). Le retour d'expérience que nous avons pour avoir étudié le phénomène de prise en glace sur le torrent du Diable en Oisans, affluent du Vénéon (38) a montré qu'à des débits autour de 40 l/s la température présente une baisse de 0,3°C environ entre l'amont de la prise d'eau et le tronçon court-circuité. La température n'est jamais descendue en deçà de 1,4 °C. Il n'a donc pas été observé sur ce torrent de prise en glace totale. **Le risque de prise en glace totale est donc jugé faible sous réserve que le débit réservé soit suffisant pour assurer des écoulements de surface permanents.**
- **La prise en glace partielle des zones de bordure** est possible si le débit réservé est trop faible. Toutefois, ce risque ne peut être caractérisé en raison de l'absence de méthode prédictive fiable et reproductible. L'impact ne peut être ni qualifié, ni quantifié par avance. De plus, l'abaissement des températures hivernales a également un impact sur les vitesses de développement des macroinvertébrés et des truites communes. Etant donné la présence d'une faune aquatique en très bon état et notamment d'une population de truite commune fonctionnelle et pérenne, il s'agira de vérifier cet impact potentiel. **Pour ce compartiment, étant donné le faible débit réservé proposé, le risque semble important.**

4.1.2.3 - Macrofaune benthique

La faune macrobenthique est globalement de très bonne qualité grâce à :

- **La présence de taxons polluosensibles** dont certains ont un temps de développement long (1 à 3 ans) et un nombre de générations par an faible. La qualité de l'eau à long terme devra être préservée dans le TCC pour conserver ces taxons. Etant donné la très bonne qualité de l'eau et les faibles pressions polluantes, **le risque de disparition des taxons polluosensibles est jugé faible**.
- **Une diversité excellente** grâce notamment à des habitats variés et une bonne connexion de la lame d'eau avec la végétation rivulaire. **Le risque de diminution de la diversité de la macrofaune benthique est jugé plus important.** La diminution du débit dans le TCC engendrera une déconnexion de la lame d'eau avec la végétation rivulaire et donc la perte d'habitats marginaux de bordures.

4.1.2.4 - Peuplement piscicole

La prise d'eau projetée sur le torrent de Bénétant est adossée à un barrage qui constitue un obstacle à la continuité écologique. **Sur le linéaire d'étude la continuité piscicole à la montaison n'est pas un enjeu. Seule la dévalaison est un enjeu. L'impact est faible** si un dispositif adéquat est mis en place (conformément à l'article L214-18 du code de l'environnement).

Il s'agira d'assurer la continuité écologique pour la dévalaison des alevins et juvéniles (50-150 mm) au printemps qui devra être assurée pour éviter la mortalité induite par le transit des poissons captés à la prise d'eau vers la conduite forcée et après passage dans la turbine. C'est pourquoi une goulotte de dévalaison sera installée.

4.1.3 - Opérations de maintenance

Les opérations de maintenance sont liées :

- Au désengrèvement de la prise d'eau
- A la détérioration des ouvrages lors d'une crue

Les risques d'engrèvement ont été étudiés dans la phase conception du projet afin de garantir la transparence du transport solide au niveau du barrage de prise d'eau. Ce phénomène peut donc être considéré comme exceptionnel.

Cependant une intervention au niveau des ouvrages de prise d'eau conduirait aux mêmes impacts qu'en phase chantier (cf. chapitre 4.1.1 - Phase de travaux).

4.1.4 - Effets cumulés

Comme évoqué au paragraphe 1.9.3., le torrent de Bénétant est déjà équipé de plusieurs aménagements hydroélectriques en aval et en amont du présent projet.

- Six sont localisées au-dessus du présent projet :
 - La prise d'eau de Bénétant sur le torrent de Bénétant.
 - Les 5 prises d'eau de la Ravoire sur les affluents du ruisseau d'Arbine.
- Deux sont localisées en aval du présent projet :
 - La prise d'eau des Grandes Ravines sur le ruisseau du Merderet (reliée à la prise d'eau Altéo).
 - La prise d'eau de la microcentrale Altéo sur le torrent de Bénétant.

La longueur de cours d'eau court-circuité sur le Bénétant est actuellement d'environ 5400 m sur les 8900 m au total (soit 60%). Le présent projet prévoit un linéaire court-circuité d'environ 1200 m sur ce torrent principal. Le linéaire total de cours d'eau piscicole court-circuité ne sera donc pas augmenté puisqu'il s'agit de turbiner l'eau d'un tronçon déjà en débit réservé.

Le linéaire total de réseau hydrographique (ruisseaux secondaires apiscicoles compris) en débit réservé dans le bassin versant du Bénétant est actuellement de 12840 m sur 21820 m (37%). Le présent projet prévoit de turbiner les eaux du Grand Nant en détournant ce ruisseau sur 300 m environ. Le linéaire de débit réservé total sera donc porté à 13140 m, soit une augmentation de 1%.

Par ailleurs, le nombre de seuils en rivière va passer de 11 à 13 avec le présent projet puisqu'il est prévu la création de deux prises d'eau. Etant donné la densité d'obstacles naturels infranchissables, l'impact de cette augmentation du nombre de seuils est jugé faible.

L'impact cumulé de l'augmentation du linéaire de tronçon en débit réservé ainsi que l'augmentation du nombre de seuils par le présent projet apparaît faible. Les effets cumulés correspondront donc surtout à une accentuation de l'impact du débit réservé sur un linéaire où le régime hydrologique est déjà artificialisé.

5 - COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS D'ORIENTATIONS ET DE GESTION

5.1 - Enjeux départementaux

Le concept de transition énergétique est apparu dans les années 80 en Allemagne et en Autriche. Elle devient très prégnante en France depuis le début des années 2000 (loi de Programme des orientations de la politique énergétique – POPE – en juillet 2005, Grenelle de l'Environnement et Paquet Energie Climat 2020 de l'union européenne en janvier 2008, loi de transition énergétique pour la croissance verte – TCEV – en aout 2015).

Les actions mises en place sont basées sur la réduction des gaspillages énergétiques (évolution des comportements de consommation), sur l'efficacité des usages et sur le mix énergétique privilégiant les énergies renouvelables.

Les enjeux de la transition énergétiques sont :

- La réduction des émissions de gaz à effet de serre responsables du changement climatique.
- La sécurisation des systèmes énergétiques (en termes de risque industriel et nucléaire).
- La décentralisation et le réaménagement des infrastructures, avec une meilleure répartition d'emplois non délocalisables.
- La diminution de la consommation (sobriété et efficacité énergétiques).
- La réduction des inégalités de l'accès à l'énergie et le progrès de l'indépendance énergétique.
- La protection de la santé des populations.

La loi TECV impose les territoires et leurs acteurs comme le maillon essentiel qui permet les actions concrètes. Ainsi la Région Auvergne-Rhône-Alpes lance son schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires à l'horizon 2030.

En 2013, le Département de la Savoie a adopté son Plan climat énergie territorial à travers lequel il s'engage notamment à réduire de 20% ses émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2020. Le plan s'articule autour de 8 grands axes dont la production d'énergies locales et renouvelables (Axe 7).

Le projet de microcentrale hydroélectrique du Bénétant s'inscrit parfaitement dans cette production d'énergie locale et renouvelable.

5.2 - SDAGE

En adoptant le 23 octobre 2000 la directive cadre sur l'eau, l'union européenne s'est engagée à donner une cohérence à l'ensemble de la législation avec une politique communautaire globale, dans une perspective de développement durable.

Transposée en droit français par la loi du 21 avril 2004, l'état s'inscrit dans cette politique communautaire. La mise en place du SDAGE permet de répondre aux objectifs environnementaux de la directive cadre sur l'eau.

Le SDAGE 2022-2027 définit neuf orientations fondamentales :

1. S'adapter aux effets du changement climatique.
2. Privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité.
3. Concrétiser la mise en œuvre du principe de non-dégradation des milieux aquatiques.

4. Prendre en compte les enjeux économiques et sociaux des politiques de l'eau et assurer une gestion durable des services publics d'eau et d'assainissement.
5. Renforcer la gouvernance locale de l'eau pour assurer une gestion intégrée des enjeux
6. Lutte contre les pollutions : Poursuivre les efforts de lutte contre les pollutions d'origine domestique et industrielle ; Lutter contre l'eutrophisation des milieux aquatiques ; Lutter contre les pollutions par les substances dangereuses ; Lutter contre la pollution par les pesticides par des changements conséquents dans les pratiques actuelles ; Evaluer, prévenir et maîtriser les risques pour la santé humaine.
7. Préserver et restaurer le fonctionnement des milieux aquatiques et des zones humides : Agir sur la morphologie et le découloisonnement pour préserver et restaurer les milieux aquatiques ; Préserver, restaurer et gérer les zones humides ; Intégrer la gestion des espèces de la faune et de la flore dans les politiques de gestion de l'eau.
8. Atteindre et préserver l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir.
9. Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques.

Aucun objectif n'a été défini pour la masse d'eau du Bénétant (FRDR10970) d'après le document disponible sur le site internet du SDAGE (<https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/planification-de-bassinschema-directeur-damenagement-et-de-gestion-des-eaux-sdagesdage-2022-2027>).

Les objectifs du SDAGE pour le bassin versant de l'Isère entre le Doron de Bozel et l'Arly (masse d'eau FRDR354a), qui est le milieu récepteur du Bénétant, sont d'ici à 2027 de :

Mesure IND0901 : Mettre en compatibilité une autorisation de rejet industriel existante avec les objectifs environnementaux du milieu ou avec le bon fonctionnement du système d'assainissement récepteur

Cette mesure consiste à mettre en compatibilité les autorisations de rejets au milieu ou dans le réseau d'eaux usées urbaines avec les objectifs environnementaux du milieu fixés dans le cadre de la Directive cadre sur l'eau (DCE) ou avec le bon fonctionnement du système d'assainissement récepteur. Cette action vise tous les sites soumis au régime d'autorisation (ICPE ou non).

Info bassin : cette mesure permet, entre autres, de suivre l'avancement global des opérations groupées auprès des entreprises raccordées à une station de traitement des eaux usées ("opérations collectives" suivies par l'agence de l'eau et "opérations simplifiées" suivies par les services de l'Etat pour les suites de RSDE).

Mesure MIA0202 : Réaliser une opération classique de restauration d'un cours d'eau

Cette mesure correspond à une restauration classique du milieu, par opposition à une renaturation. Elle inclut des travaux ainsi que les études préalables et l'éventuel suivi réglementaire associés. Une action de restauration classique inclut en particulier les travaux suivants :

- la gestion des embâcles ;
- la restauration des frayères, y compris celles des grands migrateurs ;
- la diversification des écoulements et des habitats du lit mineur, ce qui comprend la pose de blocs microseuils, la pose d'épis, la réalisation d'abris, la réalisation de caches, la plantation d'herbiers ;
- et dans certains cas, la remise en communication de bras morts et le retalutage des berges.

L'attribution d'un programme d'action sur un cours d'eau donné à une action de restauration classique ou à une action de renaturation (= restauration de grande ampleur) est laissée à l'appréciation de la personne chargée du suivi. Cependant, il est suggéré qu'un tel programme d'action soit attribué à de la restauration classique si le coût des actions de restauration classique représente plus de la moitié du coût total.

Info bassin : les projets qui apportent à la fois une solution technique pour atteindre le bon état et réduire l'aléa inondation relèvent de la mesure MIA0203 - Réaliser une opération de restauration de grande ampleur.

Une dernière mesure concerne **les altérations de l'hydrologie**. Néanmoins, cette pression fera l'objet de mesures au-delà de 2027.

Les objectifs particuliers du SDAGE, pour la masse d'eau réceptrice, ne concernent pas ce type de projet hydroélectrique.

6 - PROPOSITION DE MESURE EVITER - REDUIRE - COMPENSER

6.1 - Mesures d'évitement

Aucune mesure d'évitement n'est proposée.

6.2 - Mesure de réduction

6.2.1 - Gestion du chantier

En phase chantier, certaines dispositions permettent de réduire les effets :

- Le piquetage de l'emprise des travaux pour circonscrire les emprises des travaux au strict nécessaire.
- Le détournement des écoulements du lit mineur pendant les travaux afin de travailler au sec et d'éviter la mise en suspension des matériaux pendant la durée du chantier.
- La réalisation d'une pêche de sauvetage avant assèchement du lit dérivé.
- Une réduction au minimum des remaniements inutiles des sols.
- L'interdiction de rejets polluants de toute nature vers le sol et en particulier des laitances de béton.

Les déversements d'hydrocarbures ou de lubrifiants dans le cours d'eau seront évités en respectant les points suivants :

- Les opérations d'entretien des engins ne devront pas être effectuées à proximité du cours d'eau
- Le stockage (ou dépôt) de produits inflammables (fioul par exemple), devra être dans tous les cas, réalisé sur une aire spécifique ayant des bacs de rétention largement dimensionnés et ne devra par contre pas être effectué à proximité du cours d'eau. La plateforme sera dégagée sur une épaisseur de 20 à 30cm. Une membrane étanche sera mise en place sur le fond de forme, puis remblayée avec des matériaux graveleux de granularité 100/200mm. Les matériaux devront être facilement retirables en cas de pollution, afin de permettre leur transfert vers des plateformes de traitement classiques. Ces plateformes devront être isolées de tout apport d'eaux pluviales.
- Le ravitaillement des engins à proximité du cours d'eau devra se faire sur une aire étanche, à l'aide de volucompteurs équipés de becs verseurs automatiques
- Le matériel et les engins utilisés devront être soumis à un entretien régulier, de manière à diminuer les risques de pollutions accidentelles par hydrocarbures (rupture ou fuite d'un réservoir d'un engin par exemple)
- Le lavage des engins de chantier devra se faire sur des surfaces équipées d'un système de récupération des lixiviats.

Si du béton doit être fabriqué sur site (auto-bétonnière, centrale autonome), les grands principes suivants devront être respectés :

- *Organisation du chantier*

Les zones de bétonnage, de coffrage, de lavage des matériels et de stockage des eaux de laitance devront être identifiées et implantées autant que possible à distance des cours d'eau, fossés, zones humides et réseaux d'eaux pluviales.

Des dispositifs de confinement (merlons, cunettes, batardeaux, obturation temporaire d'avaloirs) doivent être prévus pour intercepter toute eau potentiellement chargée en laitance avant son entrée dans un fossé, un réseau ou un milieu aquatique.

- *Travaux de bétonnage et limitation des rejets*

Les travaux de bétonnage à proximité d'un milieu aquatique sont réalisés hors d'eau, après mise en place de batardeaux ou dérivation, de façon à éviter tout contact direct entre le béton frais et l'eau. Les coffrages sont rendus étanches côté eau et inspectés avant coulage.

Les purges de coffrages et les eaux issues de la mise en œuvre du béton sont systématiquement pompées dans des récipients, fosses ou bassins étanches, sans laisser s'écouler de laitance vers le sol, un fossé ou un avaloir. Tout écoulement visible de laitance donne lieu à une intervention immédiate de confinement et de récupération.

- *Collecte, traitement et rejet des eaux de laitance*

Les eaux de lavage des toupies, goulottes, outils et matériels de bétonnage sont recueillies dans des aires ou fosses de lavage étanches, dimensionnées pour recevoir les volumes générés. Ces eaux ne sont pas rejetées dans les réseaux ou le milieu naturel sans traitement préalable.

Les eaux collectées passent par une phase de décantation dans des bassins, cuves ou conteneurs adaptés. Les boues décantées et dépôts de laitance sont périodiquement extraits et évacués vers une filière agréée ou une valorisation adaptée lorsque cela est possible.

Avant tout rejet éventuel dans le milieu naturel, l'entreprise vérifie que les eaux traitées présentent un pH compatible avec le milieu récepteur et conforme aux prescriptions réglementaires en vigueur, sur la base de mesures au pH-mètre.

- *Contrôles et gestion des incidents*

En cas d'écoulement accidentel de laitance ou d'eaux blanches vers un réseau, un fossé ou un milieu aquatique, les mesures suivantes sont appliquées sans délai : confinement de la zone impactée, obturation ou déviation des écoulements, pompage des eaux polluées vers un dispositif de traitement ou une filière d'évacuation appropriée, information de la maîtrise d'œuvre et, le cas échéant, des autorités compétentes.

Des moyens d'intervention d'urgence (barrages souples ou sacs, bâches, matériel de pompage) sont maintenus disponibles à proximité des zones de bétonnage et des points sensibles.

- *Gestion des déchets liés aux laitances*

Les boues de béton, dépôts de laitance et terres souillées par les eaux de bétonnage sont gérés comme des déchets. Ils sont stockés temporairement sur des aires étanches, à l'abri des écoulements d'eaux pluviales, puis évacués vers des installations de traitement ou de valorisation agréées. Toute mise en dépôt sauvage, enfouissement sur place ou rejet dans les réseaux est interdite.

Lorsque des fossés, bassins ou ouvrages d'assainissement ont été en partie colmatés par du béton ou des dépôts de laitance, l'entreprise procède au curage et à l'évacuation des matériaux afin de rétablir le fonctionnement hydraulique initial.

En cas d'incidents ou d'accidents de nature à générer un risque d'impact sur le milieu aquatique, il sera impératif de prendre contact avec le service de la police des eaux (DDT de la Savoie et service départemental de l'AFB).

6.2.2 - Période de réalisation des travaux

La période de réalisation de travaux en rivière ou à proximité doit habituellement respecter les cycles biologiques de la faune aquatique afin d'avoir le moins d'impact possible sur ces derniers. En période d'étiage, les plus faibles débits sont un facteur aggravant pour toute forme de pollution.

La période de reproduction de la truite, octobre à mars, devra être évitée en raison du classement en 1^{ère} catégorie du cours d'eau.

La période la plus propice s'étend de juillet à septembre compris, soit 3 mois.

6.2.3 - Période d'exploitation

Avec un débit d'équipement de 540 L/s, le débit réservé du Bénéfant dans le futur TCC sera de 89 L/s entre juillet et avril (10 mois sur 12). La surverse de la prise d'eau en juin permettra d'atteindre un débit réservé de 242 L/s. Le débit réservé du grand Nant dans le futur TCC sera quant à lui de 7.5 L/s entre juillet et avril, et de 55 à 79 l/s en mai et juin.

Afin de réduire les impacts en période d'exploitation, les valeurs des débits réservés pourront être révisées après la mise en service de la microcentrale si les résultats du suivi hydrobiologique post aménagement conduisent à constater une dégradation significative de l'état du milieu.

6.3 - Mesure de compensation

Une participation financière à des travaux d'amélioration du fonctionnement des milieux aquatiques pourrait être proposée. Cette participation pourrait atteindre environ 20 000 € HT.

Cette manne financière pourrait compléter la mesure de compensation définie pour le projet du torrent du Bayet, à savoir la restauration de continuité entre le ruisseau de Montesseaux et l'Isère. Ce projet permettra d'offrir 1 km d'habitats supplémentaires pour les espèces aquatiques et surtout des zones refuges pendant les épisodes de crue. De plus, la conformation des habitats du ruisseau est favorable à la reproduction de la truite commune, espèce cible de la restauration. Cette mesure de compensation définira au travers d'un AVP, les solutions à mettre en œuvre pour la réussite de ces objectifs.

La mesure de compensation du projet Bénéfant pourrait s'inscrire dans le financement d'études complémentaires (étude géotechnique du passage sous la digue de l'Isère) ou dans la suite de l'action (phase PRO).

7 - SUIVI ECOLOGIQUE POST-CHANTIER

7.1 - Suivi des milieux aquatiques

Le suivi, pour tenir compte du temps de réponse des groupes faunistiques ayant un développement pluriannuel, prévoirait une action sur 5 années. Il porterait sur la température, la qualité de l'eau et les peuplements macroinvertébrés benthiques. Le programme de suivi est aussi long car les taxons présents (poissons et invertébrés) disposent de cycles de vie longs (1 à 4 ans).

Le peuplement de diatomées ne semble pas pertinent pour le suivi étant donné que les diatomées réagissent surtout aux perturbations de la qualité de l'eau et que celle-ci ne présente pas un enjeu fort (très bonne qualité, faible risque de pollution).

Le protocole proposé, est détaillé ci-dessous :

- **Température des eaux :** un suivi continu pendant 5 ans après le démarrage de l'exploitation sur 3 stations permettra d'identifier une éventuelle modification de régime thermique. Ce type de suivi est par ailleurs, très important surtout pour expliquer des évolutions des peuplements macrobenthiques et piscicoles. Il s'agira de placer une sonde en amont de la future prise d'eau. Une sonde devra être placée en aval immédiat de la future prise d'eau. Une sonde devra également être placée dans la partie aval du futur TCC en amont de la restitution projetée.
- **La surveillance de la prise en glace** sera mise en œuvre par observation visuelle d'une station « témoin » à fréquence hebdomadaire sur la période hivernale (15 décembre – 15 mars à adapter selon le contexte climatique chaque année) avec mesures des largeurs en glace depuis la bordure si observée et reportage photo avec repères visuels.
- **Qualité des eaux + débits :** Etant donné la densité de bovins et d'ovins dans les alpages en période estivale en amont du présent projet, il s'agira de vérifier que la qualité de l'eau ne sera pas impactée par effet de concentration. Deux campagnes annuelles (étiage hivernal et période estivale) sur deux stations du Bénétant en amont et en aval de la prise d'eau seront à réaliser 2 années sur les 6 que compte le suivi. Les mesures de débit seront également réalisées.
- **Qualité des peuplements benthiques :** deux campagnes annuelles (étiage hivernal et période estivale) sur deux stations du Bénétant en amont et en aval de la prise d'eau seront à réaliser 2 années sur les 6 que compte le suivi. Le futur TCC du Grand Nant étant inaccessible, l'IBGN n'est pas envisageable.
- **Sondages piscicoles : Des sondages sur les deux stations** suivies lors de l'état initial seront à réaliser 2 années sur les 5 que compte le suivi.
- **L'expertise de la qualité des habitats aquatiques** du TCC devra être réalisée une fois la mise en place du débit réservé pour vérifier que les habitats du TCC sont encore diversifiés et attractifs pour la faune aquatique. L'expertise sera réalisée 2 années sur les 6 que compte le suivi.
- **L'interprétation des résultats** doit être mise en relief au regard des événements hydrologiques particuliers (crues, années sèches, années humides) et/ou de pollutions anthropiques ponctuelles ou chroniques.
- Les **données annuelles seront transmises aux services de la police de l'eau**. Le bilan à 6 ans permettra de discuter de la nécessité de poursuivre le suivi ou de réaliser des aménagements concernant le fonctionnement des installations. Les résultats du suivi, s'ils montrent une dégradation de la situation, pourront conduire à proposer une augmentation du débit réservé.

Mesures	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6
Qualité d'eau-débit (2/an)	X					X
IBGN (2/an)	X					X
Sondages piscicoles	X					X
Expertise qualité habitats aquatiques	X					X
Suivi thermique	X	X	X	X	X	X
Surveillance de la prise en glace	X					X
Rapport annuel	X					X
Bilan						X

Tableau 16: Programme de suivi écologique post-chantier – Volet Milieux Aquatiques

Remarque : N étant l'année suivant la mise en service du nouvel aménagement. Deux campagnes annuelles seront réalisées pour les IBGN et la physico-chimie.

Coût de la mesure : 41 000,00 €HT sur 6 années (année N à N+5)

8 - DEMARCHE DE REALISATION DE L'ETUDE

8.1 - Difficultés rencontrées

Les accès à la zone de gorges à l'aval du TCC projeté sont limités et relativement dangereux. Ceci a empêché une prospection exhaustive du linéaire, notamment le futur TCC du Grand Nant et le tronçon en amont immédiat de la prise d'eau projetée du Bénétant.

8.2 - Intervenants et dates

Les intervenants dans l'étude sont :

- **Olivier Turrel** – hydrobiologiste : a participé aux opérations de terrain, a supervisé les inventaires piscicoles, fait l'analyse des impacts et a rédigé l'étude.
- **Gaëtan Loubaresse** – Chef de projet milieux aquatiques : a participé aux opérations de terrain (sondages piscicoles) et a relu le rapport d'étude.
- **Sonia Baillot** – hydrobiologiste : a assisté Olivier Turrel sur le terrain.
- **Félix Alla** – ingénieur en apprentissage : a assisté Olivier Turrel sur le terrain.

Le tableau suivant synthétise les différentes phases d'acquisition de données de terrain :

Interventions	Date	Intervenants
Expertise de la qualité des habitats aquatiques	07/12/2017	Olivier TURREL
Sondages piscicoles (2 stations)	31/08/2017	Gaëtan LOUBARESSE & Olivier TURREL encadrant une équipe de 5 personnes
Prélèvements d'eau, mesures de débit, IBGN-DCE (2 stations)	18/05/2017 26/10/2017	Olivier TURREL & Sonia BAILLOT Olivier TURREL
Estimation du DMB	18/05/2017 26/10/2017	Olivier TURREL & Sonia BAILLOT Olivier TURREL & Félix ALLA

Tableau 17: Dates et intervenants lors des campagnes de terrain aquatiques

ANNEXES

ANNEXE 1 : RESULTATS BRUTS DES ANALYSES D'EAU

ANNEXE 2 : RESULTATS BRUTS DES IBGN

ANNEXE 3 : RESULTATS BRUTS DES IBD

ANNEXE 4 : RESULTATS BRUTS DES SUIVIS THERMIQUES

ANNEXE 5 : RESULTATS BRUTS DES INVENTAIRES PISCICOLES



**SAVOIE
LABO**

RAPPORT D'ANALYSE

Accréditation
N° 1-0618
PORTEE
disponible sur
www.cofrac.fr



Rapport d'analyse Page 1 / 2
Edité le : 03/11/2017

GEN TERE0

427 Voie Thomas Edison
Parc d'activités ALPESPACE
73800 SAINTHE HELENE DU LAC

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.

La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.

Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European cooperation for Accreditation), ILAC (International Laboratory Accreditation Forum) et IAF (International Accreditation Forum) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyses.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.

Les paramètres sous-traités sont identifiés par (*).

Identification dossier : SLA17-12033

Référence contrat : SLAC17-1709

Identification échantillon : **SLA1710-5013-1**

Origine :

GRAND NANT 1170

ROC SAILLER - CEVINS

Mesures terrains effectuées par TERE0 : T°eau : 5.4°C - pH : 8.02 - Conductivité : 114 µS/cm
aspect/couleur/odeur : Néant

Nature:

Eau superficielle

Prélèvement :

Prélevé le 26/10/2017 à 10h00 Réceptionné le 27/10/2017 à 10h00

Prélevé et mesuré sur le terrain par le client O. TURREL, selon son protocole et son matériel

Circonstances atmosphériques : Temps sec ensoleillé

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. (incertitudes établies par le laboratoire et communiquées sur demande).

Ce rapport annule et remplace tout rapport partiel émis précédemment.

Date de début d'analyse : 27/10/2017

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Mesures à réception							
Température de transport	7	°C	Relevé à réception	Relevé à réception			
Analyses physicochimiques							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Carbone organique dissous (COD) (après filtration 0.45 µm)	< 0.3	mg/l C	Oxydation par voie humide et spectrométrie IR	NF EN 1484			#
Demande biochimique en oxygène (DBO5) après 5 jours	1.2	mg/l O2	Potentiométrie (mesure sans dilution)	NF EN 1899-2			#
pH	8.0	Unité pH	Electrochimie	NF EN ISO 10523			#
Phosphore total	< 0.01	mg/l P	Spectrophotométrie automatisée	Meth. Interne CH-MO-034 selon NF EN ISO 6878			#
Température de mesure du pH	17.0	°C	Electrochimie	NF EN ISO 10523			
Formes de l'azote							
Ammonium	< 0.03	mg/l NH4+	Spectrophotométrie automatisée	NF ISO 15923-1			#

.../...

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Azote ammoniacal (Ammonium exprimé en N)	<0.02	mg/l N	Spectrophotométrie automatisée	NF ISO 15923-1			#
Anions							
Nitrates	2.3	mg/l NO3-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Nitrites	< 0.01	mg/l NO2-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Orthophosphates	< 0.02	mg/l PO4	Spectrophotométrie automatisée	Meth. Interne CH-MO-034 selon NF EN ISO 6878			#

N.M. = Non Mesuré - UFC = Unité Formant Colonie

Résultats microbiologiques : selon la norme NF EN ISO 8199 (2008), les résultats dont le dénombrement est compris entre 1 et 3 indiquent la présence avec une fidélité de résultat quantifiée faible, ceux entre 4 et 9 sont des nombres estimés.

Carbone Organique dissous : analyse réalisée après filtration sur filtre PVDF 0.45µm

Laure SIMONNARD
Responsable polluants organiques





**SAVOIE
LABO**

RAPPORT D'ANALYSE

Accréditation
N° 1-0618
PORTEE
disponible sur
www.cofrac.fr



Rapport d'analyse Page 1 / 2
Edité le : 03/11/2017

GEN TERE0

427 Voie Thomas Edison
Parc d'activités ALPESPACE
73800 SAINTHE HELENE DU LAC

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.

La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.

Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European cooperation for Accreditation), ILAC (International Laboratory Accreditation Forum) et IAF (International Accreditation Forum) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyses.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.

Les paramètres sous-traités sont identifiés par (*).

Identification dossier : SLA17-12033

Référence contrat : SLAC17-1709

Identification échantillon : **SLA1710-5014-1**

Origine : BEN 850

BENETANT

Mesures terrains effectuées par TERE0 : T°eau : 8.2°C - pH : 8.03 - Conductivité : 224 µS/cm
aspect/couleur/odeur : Néant

Nature: **Eau superficielle**

Prélèvement : -
Prélevé le 26/10/2017 à 15h00 Réceptionné le 27/10/2017 à 10h00
Prélevé et mesuré sur le terrain par le client O. TURREL, selon son protocole et son matériel
Circonstances atmosphériques : Temps sec ensoleillé

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. (incertitudes établies par le laboratoire et communiquées sur demande).

Ce rapport annule et remplace tout rapport partiel émis précédemment.

Date de début d'analyse : 27/10/2017

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Mesures à réception							
Température de transport	7	°C	Relevé à réception	Relevé à réception			
Analyses physicochimiques							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Carbone organique dissous (COD) (après filtration 0.45 µm)	< 0.3	mg/l C	Oxydation par voie humide et spectrométrie IR	NF EN 1484			#
Demande biochimique en oxygène (DBO5) après 5 jours	1.2	mg/l O2	Potentiométrie (mesure sans dilution)	NF EN 1899-2			#
pH	7.9	Unité pH	Electrochimie	NF EN ISO 10523			#
Phosphore total	< 0.01	mg/l P	Spectrophotométrie automatisée	Meth. Interne CH-MO-034 selon NF EN ISO 6878			#
Température de mesure du pH	17.4	°C	Electrochimie	NF EN ISO 10523			
Formes de l'azote							
Ammonium	< 0.03	mg/l NH4+	Spectrophotométrie automatisée	NF ISO 15923-1			#

.../...

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Azote ammoniacal (Ammonium exprimé en N)	<0.02	mg/l N	Spectrophotométrie automatisée	NF ISO 15923-1			#
Anions							
Nitrates	1.3	mg/l NO3-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Nitrites	< 0.01	mg/l NO2-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Orthophosphates	< 0.02	mg/l PO4	Spectrophotométrie automatisée	Meth. Interne CH-MO-034 selon NF EN ISO 6878			#

N.M. = Non Mesuré - UFC = Unité Formant Colonie

Résultats microbiologiques : selon la norme NF EN ISO 8199 (2008), les résultats dont le dénombrement est compris entre 1 et 3 indiquent la présence avec une fidélité de résultat quantifié faible, ceux entre 4 et 9 sont des nombres estimés.

Carbone Organique dissous : analyse réalisée après filtration sur filtre PVDF 0.45µm

Laure SIMONNARD
Responsable polluants organiques





**SAVOIE
LABO**

RAPPORT D'ANALYSE

Accréditation
N° 1-0618
PORTEE
disponible sur
www.cofrac.fr



Rapport d'analyse Page 1 / 2
Edité le : 03/11/2017

GEN TERE0

427 Voie Thomas Edison
Parc d'activités ALPESPACE
73800 SAINT-HELENE DU LAC

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.

La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.

Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European cooperation for Accreditation), ILAC (International Laboratory Accreditation Forum) et IAF (International Accreditation Forum) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyses.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.

Les paramètres sous-traités sont identifiés par (*).

Identification dossier : SLA17-12033

Référence contrat : SLAC17-1709

Identification échantillon : **SLA1710-5015-1**

Origine : BEN 1200

BENETANT A BENETANT - LA BATHIE

Mesures terrains effectuées par TERE0 : T°eau : 7.0°C - pH : 7.96 - Conductivité : 315 µS/cm

aspect/couleur/odeur : Néant

Nature: **Eau superficielle**

Prélèvement : Prélevé le 26/10/2017 à 00h00 Réceptionné le 27/10/2017 à 10h00

Prélevé et mesuré sur le terrain par le client O. TURREL, selon son protocole et son matériel

Circonstances atmosphériques : Temps sec ensoleillé

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. (incertitudes établies par le laboratoire et communiquées sur demande).

Ce rapport annule et remplace tout rapport partiel émis précédemment.

Date de début d'analyse : 27/10/2017

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Mesures à réception							
Température de transport	7	°C	Relevé à réception	Relevé à réception			
Analyses physicochimiques							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Carbone organique dissous (COD) (après filtration 0.45 µm)	< 0.3	mg/l C	Oxydation par voie humide et spectrométrie IR	NF EN 1484			#
Demande biochimique en oxygène (DBO5) après 5 jours	1.1	mg/l O2	Potentiométrie (mesure sans dilution)	NF EN 1899-2			#
pH	7.8	Unité pH	Electrochimie	NF EN ISO 10523			#
Phosphore total	< 0.01	mg/l P	Spectrophotométrie automatisée	Meth. Interne CH-MO-034 selon NF EN ISO 6878			#
Température de mesure du pH	17.8	°C	Electrochimie	NF EN ISO 10523			
Formes de l'azote							
Ammonium	< 0.03	mg/l NH4+	Spectrophotométrie automatisée	NF ISO 15923-1			#

.../...

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Azote ammoniacal (Ammonium exprimé en N)	<0.02	mg/l N	Spectrophotométrie automatisée	NF ISO 15923-1			#
Anions							
Nitrates	1.6	mg/l NO3-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Nitrites	< 0.01	mg/l NO2-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Orthophosphates	< 0.02	mg/l PO4	Spectrophotométrie automatisée	Meth. Interne CH-MO-034 selon NF EN ISO 6878			#

N.M. = Non Mesuré - UFC = Unité Formant Colonie

Résultats microbiologiques : selon la norme NF EN ISO 8199 (2008), les résultats dont le dénombrement est compris entre 1 et 3 indiquent la présence avec une fidélité de résultat quantifié faible, ceux entre 4 et 9 sont des nombres estimés.

Carbone Organique dissous : analyse réalisée après filtration sur filtre PVDF 0.45µm

Laure SIMONNARD
Responsable polluants organiques



RAPPORT D'ANALYSE

Accréditation
N° 1-0618
PORTEE
disponible sur
www.cofrac.fr



Rapport d'analyse Page 1 / 2
Edité le : 23/05/2017

GEN TERE0

427 Voie Thomas Edison
Parc d'activités ALPESPACE
73800 SAINTE HELENE DU LAC

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.
Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European cooperation for Accreditation), ILAC (International Laboratory Accreditation Forum et IAF (International Accreditation Forum) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyses.
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (*).

Identification dossier :	SLA17-5251	Référence contrat :	SLAC17-883
Identification échantillon :	SLA1705-2491-1		
	Origine :	BENETANT	
	BENETANT AMONT		
Nature:	Eau superficielle		
Prélèvement :	Prélevé le 17/05/2017 à 14h45 Réceptionné le 18/05/2017 à 09h00 Prélevé et mesuré sur le terrain par le client , selon son protocole et son matériel Circonstances atmosphériques : Beau temps T°eau : 9.8°C - pH : 7.35 - Conductivité : 55µS/cm		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. (incertitudes établies par le laboratoire et communiquées sur demande).

Ce rapport annule et remplace tout rapport partiel émis précédemment.

Date de début d'analyse : 18/05/2017

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Mesures à réception							
Température de transport	7	°C	Relevé à réception	Relevé à réception			
Analyses physicochimiques							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Carbone organique dissous (COD) (après filtration 0.45 µm)	< 0.3	mg/l C	Oxydation par voie humide et spectrométrie IR	NF EN 1484			#
Demande biochimique en oxygène (DBO5) après 5 jours	1.0	mg/l O2	Potentiométrie (mesure sans dilution)	NF EN 1899-2			#
Matières en suspension totales	< 2.0	mg/l	Gravimétrie après filtration	NF EN 872			#
Phosphore total	< 0.01	mg/l P	Spectrophotométrie automatisée	Meth. Interne CH-MO-034 selon NF EN ISO 6878			#
<i>Formes de l'azote</i>							
Ammonium	< 0.03	mg/l NH4+	Spectrophotométrie automatisée	NF ISO 15923-1			#
<i>Anions</i>							

.../...

SAVOIE LABO

Rapport d'analyse Page 2 / 2

Edité le : 23/05/2017

Identification échantillon : SLA1705-2491-1

Destinataire : GEN TERE0

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	OK
Nitrates	2.1	mg/l NO3-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Nitrites	< 0.01	mg/l NO2-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Orthophosphates	< 0.02	mg/l PO4	Spectrophotométrie automatisée	Meth. Interne CH-MO-034 selon NF EN ISO 6878			#

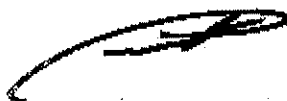
N.M. = Non Mesuré - UFC = Unité Formant Colonie

Résultats microbiologiques : selon la norme NF EN ISO 8199 (2008), les résultats dont le dénombrement est compris entre 1 et 3 indiquent la présence avec une fidélité de résultat quantifiée faible, ceux entre 4 et 9 sont des nombres estimés.

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS

Carbone Organique dissous : analyse réalisée après filtration sur filtre PVDF 0.45µm

François GENET
Responsable Chimie





**SAVOIE
LABO**

RAPPORT D'ANALYSE

Accréditation
N° 1-0618
PORTEE
disponible sur
www.cofrac.fr



Rapport d'analyse Page 1 / 2
Edité le : 23/05/2017

GEN TERE0

427 Voie Thomas Edison
Parc d'activités ALPESPACE
73800 - SAINT-HELENE DU LAC

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.

La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.

Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European cooperation for Accreditation), ILAC (International Laboratory Accreditation Forum) et IAF (International Accreditation Forum) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyses.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.

Les paramètres sous-traités sont identifiés par (*).

Identification dossier :	SLA17-5251	Référence contrat :	SLAC17-883
Identification échantillon :	SLA1705-2492-1		
	Origine :	LA BATHIE - LE FUGIER	
	BENETANT INTERMEDIAIRE (TCC)		
Nature:	Eau superficielle		
Prélèvement :	Prélevé le 17/05/2017 à 16h20 Réceptionné le 18/05/2017 à 09h00 Prélevé et mesuré sur le terrain par le client, selon son protocole et son matériel Circonstances atmosphériques : Beau temps T°eau : 11.3°C - pH : 8.19 - Conductivité : 110.2µS/cm		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. (incertitudes établies par le laboratoire et communiquées sur demande).

Ce rapport annule et remplace tout rapport partiel émis précédemment.

Date de début d'analyse : 18/05/2017

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Mesures à réception							
Température de transport	7	°C	Relevé à réception	Relevé à réception			
Analyses physicochimiques							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Carbone organique dissous (COD) (après filtration 0.45 µm)	1.00	mg/l C	Oxydation par voie humide et spectrométrie IR	NF EN 1484			#
Demande biochimique en oxygène (DBO5) après 5 jours	1.2	mg/l O2	Potentiométrie (mesure sans dilution)	NF EN 1899-2			#
Matières en suspension totales	2	mg/l	Gravimétrie après filtration	NF EN 872			#
Phosphore total	< 0.01	mg/l P	Spectrophotométrie automatisée	Meth. Interne CH-MO-034 selon NF EN ISO 6878			#
<i>Formes de l'azote</i>							
Ammonium	< 0.03	mg/l NH4+	Spectrophotométrie automatisée	NF ISO 15923-1			#
<i>Anions</i>							

SAVOIE LABO

Rapport d'analyse Page 2 / 2

Edité le : 23/05/2017

Identification échantillon : SLA1705-2492-1

Destinataire : GEN TERE0

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	CO-RAC
Nitrates	2.3	mg/l NO3-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Nitrites	< 0.01	mg/l NO2-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Orthophosphates	< 0.02	mg/l PO4	Spectrophotométrie automatisée	Meth. Interne CH-MO-034 selon NF EN ISO 6878			#

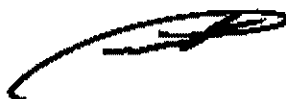
N.M. = Non Mesuré - UFC = Unité Formant Colonie

Résultats microbiologiques : selon la norme NF EN ISO 8199 (2008), les résultats dont le dénombrement est compris entre 1 et 3 indiquent la présence avec une fidélité de résultat quantifié faible; ceux entre 4 et 9 sont des nombres estimés.

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS

Carbone Organique dissous : analyse réalisée après filtration sur filtre PVDF 0.45µm

François GENET
Responsable Chimie



ANNEXE 1 : RESULTATS BRUTS DES ANALYSES D'EAU

Prélèvement de macrofaune benthique du 18/05/2017

Bénétant à Cevins (73)

Station	Code Agence	Hydroécorégion
Bois des Grandes Ravines	BEN850	ALPES INTERNES

Localisation et description de la station

X (L93)	Y (L93)	Z (m)	Largeur à pleins bords	6 m	Eclairement
970853	6508373	850	Largeur mouillée	4 m	2-Ombagé
			Longueur station	60 m	

Substrat	Recouvrement Classe	Relatif
Bryophytes	M	3,00%
Eléments organiques grossiers (litières)	M	1,00%
Chevelus racinaire, supports ligneux	M	1,00%
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets - 250mm>Ø>25mm)	D1	19,00%
Blocs (>250 mm) inclus dans une matrice d'éléments minéraux de grande taille (250mm>Ø>25mm)	D2	31,00%
Granulat grossier (graviers - 25mm>Ø>2 mm)	D1	12,00%
Sables et limons (<2 mm)	M	3,00%
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles, marnes et argiles compactes)		30,00%
		100,00%

Conditions de prélèvement

Prélevé par :	O. TURREL	Protocole	IBGN DCE NF T 90-333	NB Nombre de flacons	3
Assisté(e) par :	Sonia Baillot	Matériel	M1 Surber	Référence flaconnage	L3

Météo	Temps sec couvert	Couleur de l'eau	Incolore
Température de l'eau	11,3°C	Pollution	Aucune
Hydrologie	Moyennes eaux	Colmatage	Aucun
Variation du débit	Stable	Intensité du colmatage	Nul

Saturation O2	[O2]	pH	Conductivité	Profondeur
103,3 %	10,3 mg/l	8,19	110,2 µS/cm	Max. 1,3 m Min. 0,2 m

Tableau d'échantillonnage

Substrat	Vitesses d'écoulement (cm/s)			
	v<5	5≤v<25	25≤v<75	≥ 75
Bryophytes			1	
Eléments organiques grossiers (litières)	1			
Chevelus racinaire, supports ligneux		1		
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets - 250mm>Ø>25mm)			1	
Blocs (>250 mm) inclus dans une matrice d'éléments minéraux de grande taille (250mm>Ø>25mm)		1	1	1
Granulat grossier (graviers - 25mm>Ø>2 mm)		1		
Sables et limons (<2 mm)	1			
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles, marnes et argiles compactes)		1	1	1

Station	Code Agence	Hydroécocorégion
Bois des Grandes Ravines	BEN850	ALPES INTERNES

Calcul de l'indice

Taxon indicateur				Richesse taxonomique		Valeur de l'indice
Famille	Effectif	Seuil	Valeur	Richesse	Classe	15
Perlidae	5	3	9	21	7	

Liste faunistique

Tri et déterminations : Olivier Turrel

			Effectifs par phase				Effectif total	Effectif relatif
		GI	A	B	C			
Plecoptera : 248 individu(s) et 6 taxon(s)								
Perlidae	Perla	9	1	4	7	12	0,83%	
Perlodidae	Isoperla	9	2	1	2	5	0,35%	
Leuctridae	Leuctra	7	21	15	30	66	4,58%	
Nemouridae	Amphinemura	6	12		3	15	1,04%	
Nemouridae	Nemoura	6	4	2		6	0,42%	
Nemouridae	Protonemura	6	119	12	13	144	9,99%	
Trichoptera : 186 individu(s) et 6 taxon(s)								
Philopotamidae	Philopotamus	8		10	13	23	1,60%	
Sericostomatidae	Sericostoma	6	5		2	7	0,49%	
Rhyacophilidae	Rhyacophila	4	3	4	8	15	1,04%	
Hydropsychidae	Hydropsyche	3	4	53	50	107	7,43%	
Limnephilidae	Drusinae	3			1	1	0,07%	
Limnephilidae	Limnephilinae	3	23		10	33	2,29%	
Ephemeroptera : 465 individu(s) et 4 taxon(s)								
Heptageniidae	Ecdyonurus	5		3	9	12	0,83%	
Heptageniidae	Epeorus	5		3	15	18	1,25%	
Heptageniidae	Rhithrogena	5	1	7	7	15	1,04%	
Baetidae	Baetis	2	17	221	182	420	29,15%	
Coleoptera : 8 individu(s) et 4 taxon(s)								
Elmidae	Elmis	2			1	1	0,07%	
Elmidae	Limnius	2	1	1	1	3	0,21%	
Hydraenidae	Hydraena	0		2	1	3	0,21%	
Scirtidae	Helodes	0			1	1	0,07%	
Diptera : 529 individu(s) et 7 taxon(s)								
Chironomidae	Chironomidae	1	280	34	26	340	23,59%	
Athericidae	Athericidae	0	36	42	19	97	6,73%	
Blephariceridae	Blephariceridae	0		8	6	14	0,97%	
Empididae	Empididae	0	1	2		3	0,21%	
Limoniidae	Limoniidae	0	6	9	4	19	1,32%	
Psychodidae	Psychodidae	0	38	7	1	46	3,19%	
Simuliidae	Simuliidae	0	4	4	2	10	0,69%	
Annelida : 4 individu(s) et 1 taxon(s)								
Oligochaeta	Oligochaeta	1		2	2	4	0,28%	
Tricladida : 1 individu(s) et 1 taxon(s)								
Planariidae	Planariidae	0			1	1	0,07%	
		Richesse	19	22	27	29		
		Effectifs	578	446	417	1441		

Prélèvement de macrofaune benthique du 26/10/2017

Bénétant à Cevins (73)

Station	Code Agence	Hydroécocorégion
Bois des Grandes Ravines	BEN850	ALPES INTERNES

Localisation et description de la station

X (L93)	Y (L93)	Z (m)	Largeur à pleins bords	6 m	Eclairement
970853	6508373	850	Largeur mouillée	3 m	2-Ombagé
			Longueur station	60 m	

Substrat	Recouvrement	
	Classe	Relatif
Bryophytes	M	3,00%
Eléments organiques grossiers (litières)	M	1,00%
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets - 250mm>Ø>25mm)	D1	19,00%
Blocs (>250 mm) inclus dans une matrice d'éléments minéraux de grande taille (250mm>Ø>25mm)	D2	31,00%
Granulat grossier (graviers - 25mm>Ø>2 mm)	D1	12,00%
Vases : sédiments fins (>0,1 mm) avec débris organiques fins	M	1,00%
Sables et limons (<2 mm)	M	3,00%
Algues	P	0,00%
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles, marnes et argiles compactes)	D2	30,00%
		100,00%

Conditions de prélèvement

Prélevé par :	O. TURREL	Protocole	IBGN DCE NF T 90-333	NB Nombre de flacons	3
Assisté(e) par :	Félix Alla	Matériel	M1 Surber	Référence flaconnage	H4

Météo	Temps sec ensoleillé	Couleur de l'eau	Incolore
Température de l'eau	8,2°C	Pollution	Développement algal
Hydrologie	Basses eaux	Colmatage	Aucun
Variation du débit	Stable	Intensité du colmatage	Nul

Saturation O2	[O2]	pH	Conductivité	Profondeur
105,4 %	11,42 mg/l	8,03	224 µS/cm	Max. 1 m
				Min. 0.1 m

Tableau d'échantillonnage

Substrat	Vitesses d'écoulement (cm/s)			
	v<5	5≤v<25	25≤v<75	≥ 75
Bryophytes			1	
Eléments organiques grossiers (litières)	1			
Blocs (>250 mm) inclus dans une matrice d'éléments minéraux de grande taille (250mm>Ø>25mm)		1	1	
Granulat grossier (graviers - 25mm>Ø>2 mm)		1		
Vases : sédiments fins (>0,1 mm) avec débris organiques fins	1			
Sables et limons (<2 mm)	1			
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles, marnes et argiles compactes)		1	1	1

Station	Code Agence	Hydroécorégion
Bois des Grandes Ravines	BEN850	ALPES INTERNES

Calcul de l'indice

Taxon indicateur				Richesse taxonomique		Valeur de l'indice
Famille	Effectif	Seuil	Valeur	Richesse	Classe	15
Perlidae	5	3	9	23	7	

Liste faunistique

Tri et déterminations : Olivier Turrel

			Effectifs par phase				Effectif total	Effectif relatif
		GI	A	B	C			
Plecoptera : 279 individu(s) et 7 taxon(s)								
Perlidae	Perla	9		5	4	9	0,58%	
Perlodidae	Isoperla	9	8	2	1	11	0,71%	
Taeniopterygidae	Brachyptera	9		1		1	0,06%	
Leuctridae	Leuctra	7	32	16	78	126	8,14%	
Nemouridae	Amphinemura	6		7	2	9	0,58%	
Nemouridae	Nemoura	6	97	5	10	112	7,24%	
Nemouridae	Protonemura	6		10	1	11	0,71%	
Trichoptera : 353 individu(s) et 7 taxon(s)								
Odontoceridae	Odontocerum	8	12			12	0,78%	
Philopotamidae	Philopotamus	8		1	71	72	4,65%	
Sericostomatidae	Sericostoma	6	30		1	31	2,00%	
Rhyacophilidae	Rhyacophila	4	1	13	5	19	1,23%	
Hydropsychidae	Hydropsyche	3		8	146	154	9,95%	
Limnephilidae	Drusinae	3		2	2	4	0,26%	
Limnephilidae	Limnephilinae	3	37	10	14	61	3,94%	
Ephemeroptera : 408 individu(s) et 4 taxon(s)								
Heptageniidae	Ecdyonurus	5		7		7	0,45%	
Heptageniidae	Epeorus	5		34	15	49	3,17%	
Heptageniidae	Rhithrogena	5		109	34	143	9,24%	
Baetidae	Baetis	2	21	120	68	209	13,51%	
Coleoptera : 12 individu(s) et 3 taxon(s)								
Elmidae	Elmis	2	5	1		6	0,39%	
Elmidae	Limnius	2			2	2	0,13%	
Hydraenidae	Hydraena	0		3	1	4	0,26%	
Diptera : 455 individu(s) et 8 taxon(s)								
Chironomidae	Chironomidae	1	350	6	53	409	26,44%	
Athericidae	Athericidae	0	9	6	8	23	1,49%	
Blephariceridae	Blephariceridae	0		1		1	0,06%	
Ceratopogonidae	Ceratopogonidae	0	1			1	0,06%	
Dixidae	Dixidae	0			6	6	0,39%	
Limoniidae	Limoniidae	0	5	1	3	9	0,58%	
Psychodidae	Psychodidae	0	1	1		2	0,13%	
Simuliidae	Simuliidae	0		4		4	0,26%	
Annelida : 28 individu(s) et 1 taxon(s)								
Oligochaeta	Oligochaeta	1	16	4	8	28	1,81%	
Tricladida : 12 individu(s) et 1 taxon(s)								
Planariidae	Planariidae	0			12	12	0,78%	
	Richesse		15	25	23	31		
	Effectifs		625	377	545	1547		

Prélèvement de macrofaune benthique du 26/10/2017

Bénétant à Cevins (73)

Station	Code Agence	Hydroécorégion
Bois des Grandes Ravines	BEN850	ALPES INTERNES

Prélèvement de macrofaune benthique du 18/05/2017

Bénétant à Cevins (73)

Station	Code Agence	Hydroécorégion
Bénétant	BEN1200	ALPES INTERNES

Localisation et description de la station

X (L93)	Y (L93)	Z (m)	Largeur à pleins bords	8 m	Eclairement
972059	6509085	1200	Largeur mouillée	5 m	2-Ombagé
			Longueur station	62 m	

Substrat	Recouvrement	
	Classe	Relatif
Bryophytes	M	4,00%
Eléments organiques grossiers (litières)	M	2,00%
Chevelus racinaire, supports ligneux	M	1,00%
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets - 250mm>Ø>25mm)	D2	25,00%
Blocs (>250 mm) inclus dans une matrice d'éléments minéraux de grande taille (250mm>Ø>25mm)	D2	30,00%
Granulat grossier (graviers - 25mm>Ø>2 mm)	D1	15,00%
Vases : sédiments fins (>0,1 mm) avec débris organiques fins	M	1,00%
Sables et limons (<2 mm)	M	4,00%
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles, marnes et argiles compactes)	D1	18,00%
		100,00%

Conditions de prélèvement

Prélevé par :	O. TURREL	Protocole	IBGN DCE NF T 90-333	NB Nombre de flacons	3
Assisté(e) par :	Sonia Baillot	Matériel	M1 Surber	Référence flaconnage	L4

Météo	Temps sec couvert	Couleur de l'eau	Incolore
Température de l'eau	9,8°C	Pollution	Aucune
Hydrologie	Moyennes eaux	Colmatage	Aucun
Variation du débit	Stable	Intensité du colmatage	Nul

Saturation O2	[O2]	pH	Conductivité	Profondeur
106,8 %	9,96 mg/l	7,35	55 µS/cm	Max. 1,2 m Min. 0,2 m

Tableau d'échantillonnage

Substrat	Vitesses d'écoulement (cm/s)			
	v<5	5≤v<25	25≤v<75	≥ 75
Bryophytes			1	
Eléments organiques grossiers (litières)	1			
Chevelus racinaire, supports ligneux		1		
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets - 250mm>Ø>25mm)			1	1
Blocs (>250 mm) inclus dans une matrice d'éléments minéraux de grande taille (250mm>Ø>25mm)		1	1	1
Granulat grossier (graviers - 25mm>Ø>2 mm)		1		
Vases : sédiments fins (>0,1 mm) avec débris organiques fins	1			
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles, marnes et argiles compactes)			1	1

Station	Code Agence	Hydroécorégion
Bénétant	BEN1200	ALPES INTERNES

Calcul de l'indice

Taxon indicateur				Richesse taxonomique		Valeur de l'indice
Famille	Effectif	Seuil	Valeur	Richesse	Classe	14
Philopotamidae	5	3	8	24	7	

Liste faunistique

Tri et déterminations : Olivier Turrel

		Effectifs par phase				Effectif total	Effectif relatif
		GI	A	B	C		
Plecoptera : 159 individu(s) et 7 taxon(s)							
Chloroperlidae	Chloroperla	9		1		1	0,09%
Perlodidae	Dictyogenus	9		1	1	2	0,18%
Perlodidae	Isoperla	9		1	3	4	0,36%
Leuctridae	Leuctra	7	14	2	4	20	1,82%
Nemouridae	Amphinemura	6			9	9	0,82%
Nemouridae	Nemoura	6	7	3	7	17	1,54%
Nemouridae	Protonemura	6	83	13	10	106	9,63%
Trichoptera : 224 individu(s) et 9 taxon(s)							
Philopotamidae	Philopotamidae	8		5	10	15	1,36%
Glossosomatidae	Glossosoma	7		4		4	0,36%
Goeridae	Goeridae	7			1	1	0,09%
Lepidostomatidae	Crunoecia	6		1		1	0,09%
Sericostomatidae	Sericostoma	6	1			1	0,09%
Rhyacophilidae	Rhyacophila	4	1	1	2	4	0,36%
Hydropsychidae	Hydropsyche	3	1			1	0,09%
Limnephilidae	Drusinae	3	13	137	4	154	13,99%
Limnephilidae	Limnephilinae	3	27	3	13	43	3,91%
Ephemeroptera : 165 individu(s) et 4 taxon(s)							
Heptageniidae	Ecdyonurus	5	1	22	33	56	5,09%
Heptageniidae	Epeorus	5		2	2	4	0,36%
Heptageniidae	Rhithrogena	5		1	3	4	0,36%
Baetidae	Baetis	2	8	40	53	101	9,17%
Coleoptera : 4 individu(s) et 2 taxon(s)							
Elmidae	Limnius	2	1			1	0,09%
Hydraenidae	Hydraena	0	2		1	3	0,27%
Diptera : 464 individu(s) et 7 taxon(s)							
Chironomidae	Chironomidae	1	262	44	21	327	29,70%
Athericidae	Athericidae	0	13			13	1,18%
Blephariceridae	Blephariceridae	0	1	16	9	26	2,36%
Empididae	Empididae	0	5	1		6	0,54%
Limoniidae	Limoniidae	0	6	8	1	15	1,36%
Psychodidae	Psychodidae	0	31	2		33	3,00%
Simuliidae	Simuliidae	0	30	10	4	44	4,00%
Annelida : 11 individu(s) et 1 taxon(s)							
Oligochaeta	Oligochaeta	1	11			11	1,00%
Tricladida : 74 individu(s) et 1 taxon(s)							
Planariidae	Planariidae	0	22	14	38	74	6,72%
	Richesse		21	23	21	31	
	Effectifs		540	332	229	1101	

Prélèvement de macrofaune benthique du 18/05/2017

Bénétant à Cevins (73)

Station	Code Agence	Hydroécorégion
Bénétant	BEN1200	ALPES INTERNES

Prélèvement de macrofaune benthique du 26/10/2017

Bénétant à Cevins (73)

Station	Code Agence	Hydroécocorégion
Bénétant	BEN1200	ALPES INTERNES

Localisation et description de la station

X (L93)	Y (L93)	Z (m)	Largeur à pleins bords	8 m	Eclairement
972059	6509085	1200	Largeur mouillée	3,5 m	2-Ombagé
			Longueur station	8 m	

Substrat	Recouvrement	
	Classe	Relatif
Bryophytes	M	4,00%
Eléments organiques grossiers (litières)	M	2,00%
Chevelus racinaire, supports ligneux	M	1,00%
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets - 250mm>Ø>25mm)	D2	25,00%
Blocs (>250 mm) inclus dans une matrice d'éléments minéraux de grande taille (250mm>Ø>25mm)	D2	30,00%
Granulat grossier (graviers - 25mm>Ø>2 mm)	D1	15,00%
Vases : sédiments fins (>0,1 mm) avec débris organiques fins	M	1,00%
Sables et limons (<2 mm)	M	4,00%
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles, marnes et argiles compactes)	D1	18,00%
		100,00%

Conditions de prélèvement

Prélevé par :	O. TURREL	Protocole	IBGN DCE NF T 90-333	NB Nombre de flacons	3
Assisté(e) par :	Félix Alla	Matériel	M1 Surber	Référence flaconnage	H5

Météo	Temps sec ensoleillé	Couleur de l'eau	Incolore
Température de l'eau	7°C	Pollution	Aucune
Hydrologie	Basses eaux	Colmatage	Aucun
Variation du débit	Stable	Intensité du colmatage	Nul

Saturation O2	[O2]	pH	Conductivité	Profondeur
102,6 %	10,98 mg/l	7,96	315 µS/cm	Max. 1 m
				Min. 0,1 m

Tableau d'échantillonnage

Substrat	Vitesses d'écoulement (cm/s)			
	v<5	5≤v<25	25≤v<75	≥ 75
Bryophytes			1	
Eléments organiques grossiers (litières)	1			
Chevelus racinaire, supports ligneux		1		
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets - 250mm>Ø>25mm)			1	1
Blocs (>250 mm) inclus dans une matrice d'éléments minéraux de grande taille (250mm>Ø>25mm)		1	1	1
Granulat grossier (graviers - 25mm>Ø>2 mm)		1		
Vases : sédiments fins (>0,1 mm) avec débris organiques fins	1			

Station	Code Agence	Hydroécorégion
Bénétant	BEN1200	ALPES INTERNES

Calcul de l'indice

Taxon indicateur				Richesse taxonomique		Valeur de l'indice
Famille	Effectif	Seuil	Valeur	Richesse	Classe	15
Perlodidae	6	3	9	24	7	

Liste faunistique

Tri et déterminations : Olivier Turrel

		Effectifs par phase				Effectif total	Effectif relatif
		GI	A	B	C		
Plecoptera : 175 individu(s) et 7 taxon(s)							
Chloroperlidae	Chloroperla	9		1	2	3	0,23%
Perlodidae	Dictyogenus	9			2	2	0,15%
Perlodidae	Isoperla	9	5	1	1	7	0,53%
Taeniopterygidae	Brachyptera	9		13	24	37	2,82%
Leuctridae	Leuctra	7	16	19	24	59	4,49%
Nemouridae	Nemoura	6	18	11	18	47	3,58%
Nemouridae	Protonemura	6	1	3	16	20	1,52%
Trichoptera : 347 individu(s) et 9 taxon(s)							
Odontoceridae	Odontocerum	8		2		2	0,15%
Philopotamidae	Philopotamus	8		128	59	187	14,23%
Glossosomatidae	Glossosoma	7		1	3	4	0,30%
Sericostomatidae	Sericostoma	6	33		4	37	2,82%
Hydroptilidae	Ptilocolepus	5			1	1	0,08%
Rhyacophilidae	Rhyacophila	4	2	7		9	0,68%
Hydropsychidae	Hydropsyche	3	4	9	7	20	1,52%
Limnephilidae	Drusinae	3		3	10	13	0,99%
Limnephilidae	Limnephilinae	3	42	2	30	74	5,63%
Ephemeroptera : 237 individu(s) et 5 taxon(s)							
Heptageniidae	Ecdyonurus	5		2	9	11	0,84%
Heptageniidae	Epeorus	5		68	23	91	6,93%
Heptageniidae	Rhithrogena	5		21	46	67	5,10%
Ephemerellidae	Ephemerella	3	11		1	12	0,91%
Baetidae	Baetis	2	7	27	22	56	4,26%
Coleoptera : 9 individu(s) et 2 taxon(s)							
Elmidae	Elmis	2			2	2	0,15%
Hydraenidae	Hydraena	0	1	2	4	7	0,53%
Diptera : 506 individu(s) et 6 taxon(s)							
Chironomidae	Chironomidae	1	373	18	26	417	31,74%
Athericidae	Athericidae	0	13	12	13	38	2,89%
Limoniidae	Limoniidae	0	4	30	4	38	2,89%
Psychodidae	Psychodidae	0	6		1	7	0,53%
Simuliidae	Simuliidae	0	1		1	2	0,15%
Tipulidae	Tipulidae	0	2		2	4	0,30%
Annelida : 7 individu(s) et 1 taxon(s)							
Oligochaeta	Oligochaeta	1	3	3	1	7	0,53%
Tricladida : 33 individu(s) et 1 taxon(s)							
Planariidae	Planariidae	0	3	7	23	33	2,51%
Richesse			19	23	29	31	
Effectifs			545	390	379	1314	

Prélèvement de macrofaune benthique du 26/10/2017

Bénétant à Cevins (73)

Station	Code Agence	Hydroécorégion
Bénétant	BEN1200	ALPES INTERNES

Prélèvement de macrofaune benthique du 26/10/2017

Grand Nant de Bizard à Cevins (73)

Station	Code Agence	Hydroécocorégion
Roc Sallier	GNB1170	ALPES INTERNES

Localisation et description de la station

X (L93)	Y (L93)	Z (m)	Largeur à pleins bords	7 m	Eclairement
971417	6508285	1170	Largeur mouillée	3 m	2-Ombagé
			Longueur station	40 m	

Substrat	Recouvrement	
	Classe	Relatif
Bryophytes	D1	16,00%
Eléments organiques grossiers (litières)	M	1,00%
Chevelus racinaire, supports ligneux	M	4,00%
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets - 250mm>Ø>25mm)	D2	35,00%
Blocs (>250 mm) inclus dans une matrice d'éléments minéraux de grande taille (250mm>Ø>25mm)	D2	25,00%
Granulat grossier (graviers - 25mm>Ø>2 mm)	D1	14,00%
Sables et limons (<2 mm)	M	1,00%
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles, marnes et argiles compactes)	M	4,00%
		100,00%

Conditions de prélèvement

Prélevé par :	O. TURREL	Protocole	IBGN DCE NF T 90-333	NB Nombre de flacons	3
Assisté(e) par :	Félix Alla	Matériel	M1 Surber	Référence flaconnage	H6

Météo	Temps sec ensoleillé	Couleur de l'eau	Incolore
Température de l'eau	5,4°C	Pollution	Aucune
Hydrologie	Basses eaux	Colmatage	Aucun
Variation du débit	Stable	Intensité du colmatage	Nul

Saturation O2	[O2]	pH	Conductivité	Profondeur
104,5 %	11,76 mg/l	8,02	114 µS/cm	Max. 0,4 m Min. 0.05 m

Tableau d'échantillonnage

Substrat	Vitesses d'écoulement (cm/s)			
	v<5	5≤v<25	25≤v<75	≥ 75
Bryophytes			1	1
Eléments organiques grossiers (litières)	1			
Chevelus racinaire, supports ligneux		1		
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets - 250mm>Ø>25mm)		1	1	1
Blocs (>250 mm) inclus dans une matrice d'éléments minéraux de grande taille (250mm>Ø>25mm)			1	1
Granulat grossier (graviers - 25mm>Ø>2 mm)		1		
Sables et limons (<2 mm)	1			
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles, marnes et argiles compactes)			1	

Prélèvement de macrofaune benthique du 26/10/2017

Grand Nant de Bizard à Cevins (73)

Station	Code Agence	Hydroécocorégion
Roc Sallier	GNB1170	ALPES INTERNES

Calcul de l'indice

Taxon indicateur				Richesse taxonomique		Valeur de l'indice
Famille	Effectif	Seuil	Valeur	Richesse	Classe	16
Perlodidae	85	3	9	25	8	

Liste faunistique

Tri et déterminations : Olivier Turrel

			Effectifs par phase			Effectif total	Effectif relatif
		GI	A	B	C		
Plecoptera : 440 individu(s) et 7 taxon(s)							
Chloroperlidae	Chloroperla	9		1		1	0,09%
Perlodidae	Dictyogenus	9		26	6	32	2,73%
Perlodidae	Isoperla	9	8	51	66	125	10,66%
Taeniopterygidae	Brachyptera	9		50	18	68	5,80%
Leuctridae	Leuctra	7	10	40	28	78	6,65%
Nemouridae	Nemoura	6	11	3	4	18	1,53%
Nemouridae	Protonemura	6	3	41	74	118	10,06%
Trichoptera : 223 individu(s) et 7 taxon(s)							
Odontoceridae	Odontocerum	8	6	2		8	0,68%
Philopotamidae	Philopotamus	8	1	4	5	10	0,85%
Sericostomatidae	Sericostoma	6	16	9	7	32	2,73%
Rhyacophilidae	Rhyacophila	4	4	34	36	74	6,31%
Hydropsychidae	Hydropsyche	3		4		4	0,34%
Limnephilidae	Drusinae	3	2	5	12	19	1,62%
Limnephilidae	Limnephilinae	3	75	1		76	6,48%
Ephemeroptera : 247 individu(s) et 4 taxon(s)							
Heptageniidae	Ecdyonurus	5	4	17	7	28	2,39%
Heptageniidae	Epeorus	5		37	6	43	3,67%
Heptageniidae	Rhithrogena	5			1	1	0,09%
Baetidae	Baetis	2	30	58	87	175	14,92%
Coleoptera : 27 individu(s) et 3 taxon(s)							
Elmidae	Limnius	2	2	2		4	0,34%
Hydraenidae	Hydraena	0	1	13	3	17	1,45%
Scirtidae	Helodes	0	4	2		6	0,51%
Diptera : 125 individu(s) et 9 taxon(s)							
Chironomidae	Chironomidae	1	23	5	19	47	4,01%
Athericidae	Athericidae	0		2		2	0,17%
Ceratopogonidae	Ceratopogonidae	0	1		8	9	0,77%
Dixidae	Dixidae	0			1	1	0,09%
Empididae	Empididae	0		6		6	0,51%
Limoniidae	Limoniidae	0	5	2	7	14	1,19%
Psychodidae	Psychodidae	0	8	1	9	18	1,53%
Simuliidae	Simuliidae	0	1	7	19	27	2,30%
Tipulidae	Tipulidae	0			1	1	0,09%
Annelida : 67 individu(s) et 1 taxon(s)							
Oligochaeta	Oligochaeta	1	41	21	5	67	5,71%
Tricladida : 44 individu(s) et 1 taxon(s)							
Planariidae	Planariidae	0	5	30	9	44	3,75%

Prélèvement de macrofaune benthique du 26/10/2017

Grand Nant de Bizard à Cevins (73)

Station	Code Agence	Hydroécorégion
Roc Sallier	GNB1170	ALPES INTERNES

Richesse	22	28	24	32
Effectifs	261	474	438	1173

ANNEXE 2 : RESULTATS BRUTS DES IBGN

**Description**

N° Prep. 2017040 Date 18/05/2017

Bassin 2016171 - Karum

Rivière BENETANT

Site BEN850 - Mai

X: 970853 Y: 6508373

Statistiques

Espèces 23 Equitabilité 0,62

Population 409 Nb. genres 11

Diversité 2,81

Prélèvement

Prélèvement Epilithon

Nature substrat Blocs ou pierres

Particularité R.A.S.

Faciès Lotique

Dossier : 2016171 - Karum

Déterminé par : S.Baillot

Indices

		Espèces utilisées		Abd. effective				Espèces utilisées		Abd. effective	
Indice	Note	%	Nombre	%	Abd.	Indice	Note	%	Nombre	%	Abd.
IBD 2014	20.0	78.3%	18	96.6%	395	IPS	19.6	82.6%	19	97.1%	397
IBD EQR	1 Très bon	78.3%	18	96.6%	395						

Inventaire

SANDRE : Code SANDRE

IPS s : IPS s value

IPV v : IPV v value

Les codes espèces marqués (*) sont pris en compte dans le calcul de la note IBD selon la table de correspondance en cours.

CODE	Dénomination	Abd.	%	SANDRE	IPS s	IPV v
ADPY*	Achnanthyidium pyrenaicum (Hustedt) Kobayasi	199	48.7	10597	5	1
ADMI*	Achnanthyidium minutissimum (Kützing) Czarnecki var. minutissimum	53	13	7076	5	1
DMES*	Diatoma mesodon (Ehrenberg) Kützing	36	8.8	6624	5	3
ACLI*	Achnanthyidium lineare W.Smith	27	6.6	10603	5	2
NSBL*	Nitzschia sublinearis Hustedt var. sublinearis	14	3.4	9044	5	2
ENMI*	Encyonema minutum (Hilse in Rabh.) D.G. Mann in Round Crawford & Mann var. minutum	12	2.9	7435	4	2
FARC*	Fragilaria arcus var. arcus (Ehrenberg) Cleve	12	2.9	6642	5	2
GOLD*	Gomphonema olivaceoides Hustedt var. olivaceoides	12	2.9	7697	5	1
ESLE*	Encyonema silesiacum (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann var. silesiacum	6	1.5	7443	5	2
COPL*	Cocconeis pseudolineata (Geitler) Lange-Bertalot	6	1.5	10468	5	1
GOMP	GOMPHONEMA C.G. Ehrenberg	4	1	8781	0	0
GELG*	Gomphonema elegantissimum Reichardt & Lange-Bertalot in Hofmann & al.	4	1	13873	5	1
ACHD	ACHNANTHIDIUM F.T. Kützing	4	1	9356	0	0
CPLI*	Cocconeis placentula var. lineata (Ehrenberg) Van Heurck	4	1	7232	4	1
NDIS*	Nitzschia dissipata subsp. dissipata (Kützing) Grunow var. dissipata	2	0.5	8875	4	3
CAEX*	Cymbella excisa var. excisa Kützing	2	0.5	11431	4	2
NAVI	NAVICULA J.B.M. Bory de St. Vincent	2	0.5	9430	0	0

CODE	Dénomination	Abd.	%	SANDRE	IPS s	IPV v
FVAU*	Fragilaria vaucheriae (Kützing) Petersen var. vaucheriae	2	0.5	6722	3.4	1
ADAM	Achnantheidium atomoides Monnier, Lange-Bertalot & Ector	2	0.5	10362	5	2
COCO	COCCONEIS C.G. Ehrenberg	2	0.5	9361	0	0
APED*	Amphora pediculus (Kützing) Grunow var. pediculus	2	0.5	7116	4	1
CPLA*	Cocconeis placentula var. placentula Ehrenberg	1	0.2	12097	4	1
NVEN*	Navicula veneta Kützing	1	0.2	8206	2.3	2

Commentaires

"ADMI=sensu lato; CPLA= nouveau CPLA sensu Jahn et al. 2009;
COCO=ancien CPLA Ehrenberg 1838 sensu Hofmann et al. 2013;
GOMP et ACHD ne sont pas déterminés à l'espèce en raison de leur positionnement en vue connective."



Description			
N° Prep.	2017041	Date	18/05/2017
Bassin	2016171 - Karum		
Rivière	BENETANT		
Site	BEN1215 - Mai		
		X: 970853	Y: 6508373

Statistiques				Prélèvement	
Espèces	13	Equitabilité	0,37	Prélèvement	Epilithon
Population	412	Nb. genres	7	Nature substrat	Blocs ou pierres
Diversité	1,38			Particularité	R.A.S.
				Faciès	Lotique

Dossier : 2016171 - Karum
Déterminé par : S.Baillot

Indices

		Espèces utilisées		Abd. effective				Espèces utilisées		Abd. effective	
Indice	Note	%	Nombre	%	Abd.	Indice	Note	%	Nombre	%	Abd.
IBD 2014	20.0	92.3%	12	99%	408	IPS	19.9	92.3%	12	99%	408
IBD EQR	1 Très bon	92.3%	12	99%	408						

Inventaire

SANDRE : Code SANDRE

IPS s : IPS s value

IPV v : IPS v value

Les codes espèces marqués (*) sont pris en compte dans le calcul de la note IBD selon la table de correspondance en cours.

CODE	Dénomination	Abd.	%	SANDRE	IPS s	IPV v
ADPY*	Achnanthyidum pyrenaicum (Hustedt) Kobayasi	301	73.1	10597	5	1
GELG*	Gomphonema elegantissimum Reichardt & Lange-Bertalot in Hofmann & al.	74	18	13873	5	1
GOLD*	Gomphonema olivaceoides Hustedt var. olivaceoides	6	1.5	7697	5	1
ADMI*	Achnanthyidum minutissimum (Kützing) Czarnecki var. minutissimum	6	1.5	7076	5	1
NSBL*	Nitzschia sublinearis Hustedt var. sublinearis	5	1.2	9044	5	2
DMES*	Diatoma mesodon (Ehrenberg) Kützing	4	1	6624	5	3
FARC*	Fragilaria arcus var. arcus (Ehrenberg) Cleve	4	1	6642	5	2
GOMP	GOMPHONEMA C.G. Ehrenberg	4	1	8781	0	0
CPLI*	Cocconeis placentula var. lineata (Ehrenberg) Van Heurck	2	0.5	7232	4	1
GCBC*	Gomphonema cymbellum Reichardt & Lange-Bertalot	2	0.5	13832	3.8	2
ACLI*	Achnanthyidum lineare W.Smith	2	0.5	10603	5	2
GOLI*	Gomphonema olivaceum var. olivaceum (Hornemann) Brébisson	1	0.2	14060	4.6	1
DTEN*	Denticula tenuis Kützing var. tenuis	1	0.2	8794	5	1

Commentaires

"ADMI=sensu lato; GOMP=VUCO;"

**Description**

N° Prep. 2017042 Date 26/10/2017

Bassin 2016171 - Karum

Rivière BENETANT

Site BEN850 - Oct.

X: 970853 Y: 6508373

Statistiques

Espèces 27 Equitabilité 0,66

Population 420 Nb. genres 12

Diversité 3,14

Prélèvement

Prélèvement Epilithon

Nature substrat Blocs ou pierres

Particularité R.A.S.

Faciès Semi-lotique

Dossier : 2016171 - Karum

Déterminé par : S.Baillot

Indices

		Espèces utilisées		Abd. effective				Espèces utilisées		Abd. effective	
Indice	Note	%	Nombre	%	Abd.	Indice	Note	%	Nombre	%	Abd.
IBD 2014	20.0	77.8%	21	97.1%	408	IPS	17.9	81.5%	22	97.4%	409
IBD EQR	1 Très bon	77.8%	21	97.1%	408						

Inventaire

SANDRE : Code SANDRE

IPS s : IPS s value

IPV v : IPS v value

Les codes espèces marqués (*) sont pris en compte dans le calcul de la note IBD selon la table de correspondance en cours.

CODE	Dénomination	Abd.	%	SANDRE	IPS s	IPV v
ENMI*	Encyonema minutum (Hilse in Rabh.) D.G. Mann in Round Crawford & Mann var. minutum	124	29.5	7435	4	2
ADMI*	Achnanthidium minutissimum (Kütz.) Czarnecki var. minutissimum	75	17.9	7076	5	1
ADPY*	Achnanthidium pyrenaicum (Hustedt) Kobayasi	61	14.5	10597	5	1
DMES*	Diatoma mesodon (Ehrenberg) Kütz.ing	59	14	6624	5	3
CPLI*	Cocconeis placentula var. lineata (Ehrenberg) Van Heurck	34	8.1	7232	4	1
GELG*	Gomphonema elegantissimum Reichardt & Lange-Bertalot in Hofmann & al.	12	2.9	13873	5	1
ACLI*	Achnanthidium lineare W.Smith	6	1.4	10603	5	2
FRUM*	Fragilaria rumpens (Kütz.) G.W.F. Carlson	5	1.2	6706	4	1
GOLD*	Gomphonema olivaceoides Hustedt var. olivaceoides	4	1	7697	5	1
ADSU*	Achnanthidium subatomus (Hustedt) Lange-Bertalot var. subatomus	4	1	10854	5	1
COPL*	Cocconeis pseudolineata (Geitler) Lange-Bertalot	4	1	10468	5	1
CEUG*	Cocconeis euglypta Ehrenberg	4	1	11785	3.6	1
VUCO	Diatomées non identifiées vue connectives	4	1	0	0	0
ESLE*	Encyonema silesiacum (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann var. silesiacum	3	0.7	7443	5	2
NRCH*	Navicula reichardtiana var. reichardtiana Lange-Bertalot	2	0.5	8114	3.6	1
NSBL*	Nitzschia sublinearis Hustedt var. sublinearis	2	0.5	9044	5	2
DIAT	DIATOMA J.B.M. Bory de St. Vincent	2	0.5	6627	0	0

CODE	Dénomination	Abd.	%	SANDRE	IPS s	IPV v
NANT*	Navicula antonii Lange-Bertalot	2	0.5	7803	4	1
NAVI	NAVICULA J.B.M. Bory de St. Vincent	2	0.5	9430	0	0
AMPH	AMPHORA C.G. Ehrenberg ex F.T. Kützing	2	0.5	9470	0	0
DPER*	Diademesmis perpusilla (Grunow) D.G. Mann in Round & al.	2	0.5	7389	5	1
CCMP*	Cymbella compacta Østrup	2	0.5	11662	5	3
CEXF	Cymbella excisiformis var. excisiformis Krammer	1	0.2	11788	5	1
GOLI*	Gomphonema olivaceum var. olivaceum (Hornemann) Brébisson	1	0.2	14060	4.6	1
FVAU*	Fragilaria vaucheriae (Kützing) Petersen var. vaucheriae	1	0.2	6722	3.4	1
COCO	COCCONEIS C.G. Ehrenberg	1	0.2	9361	0	0
FARC*	Fragilaria arcus var. arcus (Ehrenberg) Cleve	1	0.2	6642	5	2

Commentaires

"ADMI sensu lato; DIAT= présence de Diatoma aff. mesodon présentant plus de 7 côtes par individus;
Les taxons dénombrés sous NAVI et AMPH présentaient des critères d'identification non discernables;FRUM= cf."

**Description**

N° Prep. 2017043 Date 26/10/2017

Bassin 2016171 - Karum

Rivière BENETANT

Site BEN1215 - Oct.

X: 970853 Y: 6508373

Statistiques

Espèces 14 Equitabilité 0,62

Population 417 Nb. genres 9

Diversité 2,35

Prélèvement

Prélèvement Epilithon

Nature substrat Blocs ou pierres

Particularité R.A.S.

Faciès Semi-lotique

Dossier : 2016171 - Karum

Déterminé par : S.Baillot

Indices

		Espèces utilisées		Abd. effective				Espèces utilisées		Abd. effective	
Indice	Note	%	Nombre	%	Abd.	Indice	Note	%	Nombre	%	Abd.
IBD 2014	20.0	92.9%	13	99.5%	415	IPS	19.5	92.9%	13	99.5%	415
IBD EQR	1 Très bon	92.9%	13	99.5%	415						

Inventaire

SANDRE : Code SANDRE

IPS s : IPS s value

IPV v : IPS v value

Les codes espèces marqués (*) sont pris en compte dans le calcul de la note IBD selon la table de correspondance en cours.

CODE	Dénomination	Abd.	%	SANDRE	IPS s	IPV v
ADPY*	Achnanthidium pyrenaicum (Hustedt) Kobayasi	186	44.6	10597	5	1
GELG*	Gomphonema elegantissimum Reichardt & Lange-Bertalot in Hofmann & al.	80	19.2	13873	5	1
ACLI*	Achnanthidium lineare W.Smith	52	12.5	10603	5	2
CPLI*	Cocconeis placentula var. lineata (Ehrenberg) Van Heurck	50	12	7232	4	1
DMES*	Diatoma mesodon (Ehrenberg) Kützing	26	6.2	6624	5	3
FARC*	Fragilaria arcus var. arcus (Ehrenberg) Cleve	8	1.9	6642	5	2
ADSU*	Achnanthidium subatomus (Hustedt) Lange-Bertalot var. subatomus	4	1	10854	5	1
NSBL*	Nitzschia sublinearis Hustedt var. sublinearis	2	0.5	9044	5	2
DMON*	Diatoma moniliformis Kützing	2	0.5	6625	4	2
DIAT	DIATOMA J.B.M. Bory de St. Vincent	2	0.5	6627	0	0
CCMP*	Cymbella compacta Østrup	2	0.5	11662	5	3
PTLA*	Planothidium lanceolatum (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot var. lanceolatum	1	0.2	17937	4.6	1
NTPT*	Navicula tripunctata (O.F.Müller) Bory var. tripunctata	1	0.2	8190	4.4	2
FGRA*	Fragilaria gracilis Østrup	1	0.2	6679	4.8	1

Commentaires

ANNEXE 3 : RESULTATS BRUTS DES IBD



Description					
N° Prep.	2017044	Date	26/10/2017		
Bassin	2016171 - Karum				
Rivière	GRAND NANT DE BIZARD				
Site	GNB1170 - Oct.				
		X: 971417	Y: 6508285		

Statistiques				Prélèvement	
Espèces	18	Equitabilité	0,73	Prélèvement	Epilithon
Population	408	Nb. genres	9	Nature substrat	Blocs ou pierres
Diversité	3,05			Particularité	R.A.S.
				Faciès	Semi-lotique

Dossier : 2016171 - Karum
Déterminé par : S.Baillot

Indices

		Espèces utilisées		Abd. effective				Espèces utilisées		Abd. effective	
Indice	Note	%	Nombre	%	Abd.	Indice	Note	%	Nombre	%	Abd.
IBD 2014	20.0	83.3%	15	97.5%	398	IPS	19.7	88.9%	16	98%	400
IBD EQR	1 Très bon	83.3%	15	97.5%	398						

Inventaire

SANDRE : Code SANDRE

IPS s : IPS s value

IPV v : IPS v value

Les codes espèces marqués (*) sont pris en compte dans le calcul de la note IBD selon la table de correspondance en cours.

CODE	Dénomination	Abd.	%	SANDRE	IPS s	IPV v
GELG*	Gomphonema elegantissimum Reichardt & Lange-Bertalot in Hofmann & al.	117	28.7	13873	5	1
ADPY*	Achnanthidium pyrenaicum (Hustedt) Kobayasi	69	16.9	10597	5	1
DMES*	Diatoma mesodon (Ehrenberg) Kützing	66	16.2	6624	5	3
NSBL*	Nitzschia sublinearis Hustedt var. sublinearis	57	14	9044	5	2
ADMI*	Achnanthidium minutissimum (Kützing) Czarnecki var. minutissimum	29	7.1	7076	5	1
ACLI*	Achnanthidium lineare W.Smith	17	4.2	10603	5	2
CPLI*	Cocconeis placentula var. lineata (Ehrenberg) Van Heurck	10	2.5	7232	4	1
FRUM*	Fragilaria rumpens (Kütz.) G.W.F. Carlson	8	2	6706	4	1
ESLE*	Encyonema silesiacum (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann var. silesiacum	6	1.5	7443	5	2
NEXI*	Navicula exilis Kützing	6	1.5	7924	3.9	2
COCO	COCCONEIS C.G. Ehrenberg	4	1	9361	0	0
NCTE*	Navicula cryptotenella Lange-Bertalot var. cryptotenella	4	1	7881	4	1
DIAT	DIATOMA J.B.M. Bory de St. Vincent	4	1	6627	0	0
GOLD*	Gomphonema olivaceoides Hustedt var. olivaceoides	4	1	7697	5	1
CFON	Caloneis fontinalis (Grunow in Van Heurck) Cleve-Euler	2	0.5	11793	4.8	1
DVUL*	Diatoma vulgaris Bory var. vulgaris	2	0.5	6631	4	1
FARC*	Fragilaria arcus var. arcus (Ehrenberg) Cleve	2	0.5	6642	5	2

CODE	Dénomination	Abd.	%	SANDRE	IPS s	IPV v
GOLL*	Gomphonema olivaceolacuum (Lange-Bert. & Reichardt) Lange-Bert. & Reichardt	1	0.2	14061	3.5	1

Commentaires

"DIAT= présence de Diatoma aff. mesodon présentant plus de 7 côtes par individus.
ADMI=sensu lato; FRUM=cf.; GOLL=cf."

ANNEXE 4 : RESULTATS BRUTS DES SUIVIS THERMIQUES



SUIVI THERMIQUE

STATION BEN1200

Cours d'eau : Le Bénétant Régime hydrologique : Pluvio-nival
Département : Savoie Commune : La Bâthie Coordonnées X : 972027
Localisation : Lieu-dit Bénétant - amont futur prise d'eau (Lambert 93) Y : 6509101
Altitude : 1200 m. Période du suivi : du 18/05/2017 au 26/10/2017 soit 162 j.

Courbe des températures moyennes, minimales et maximales

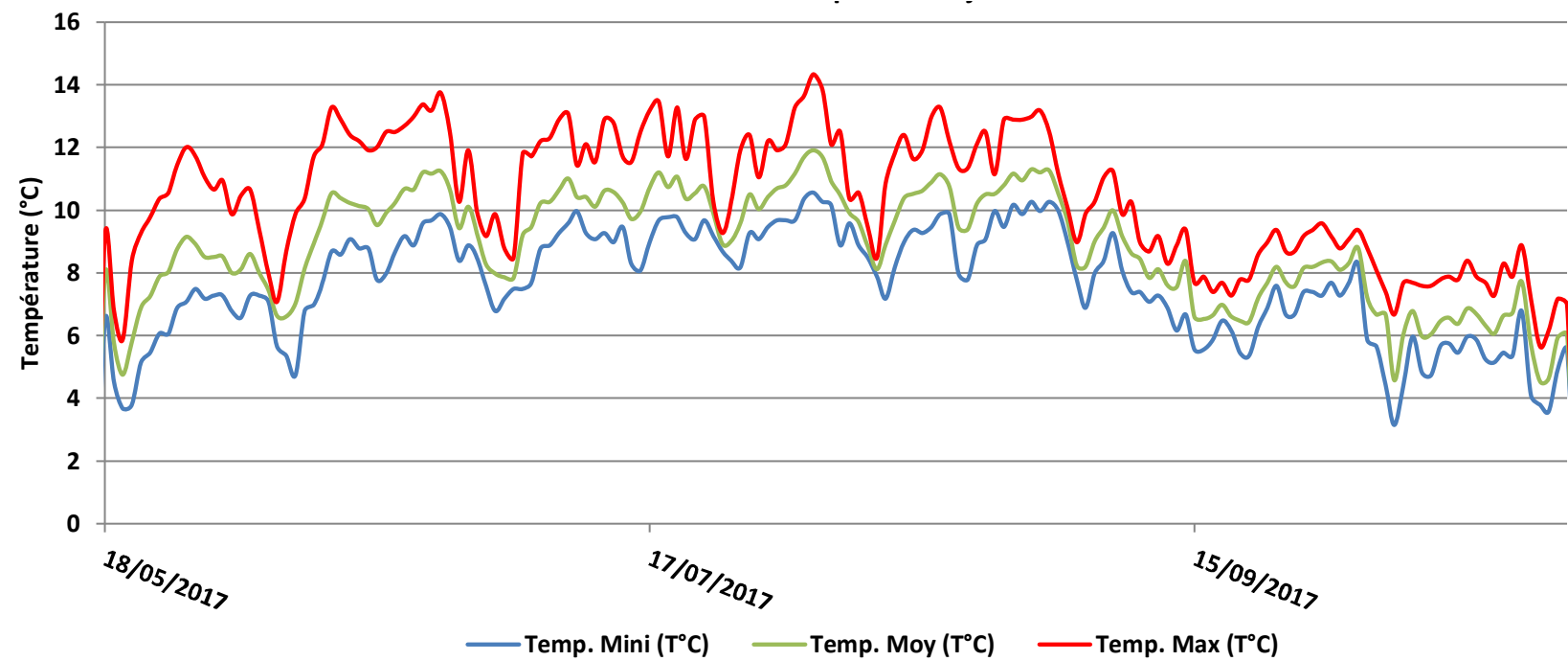
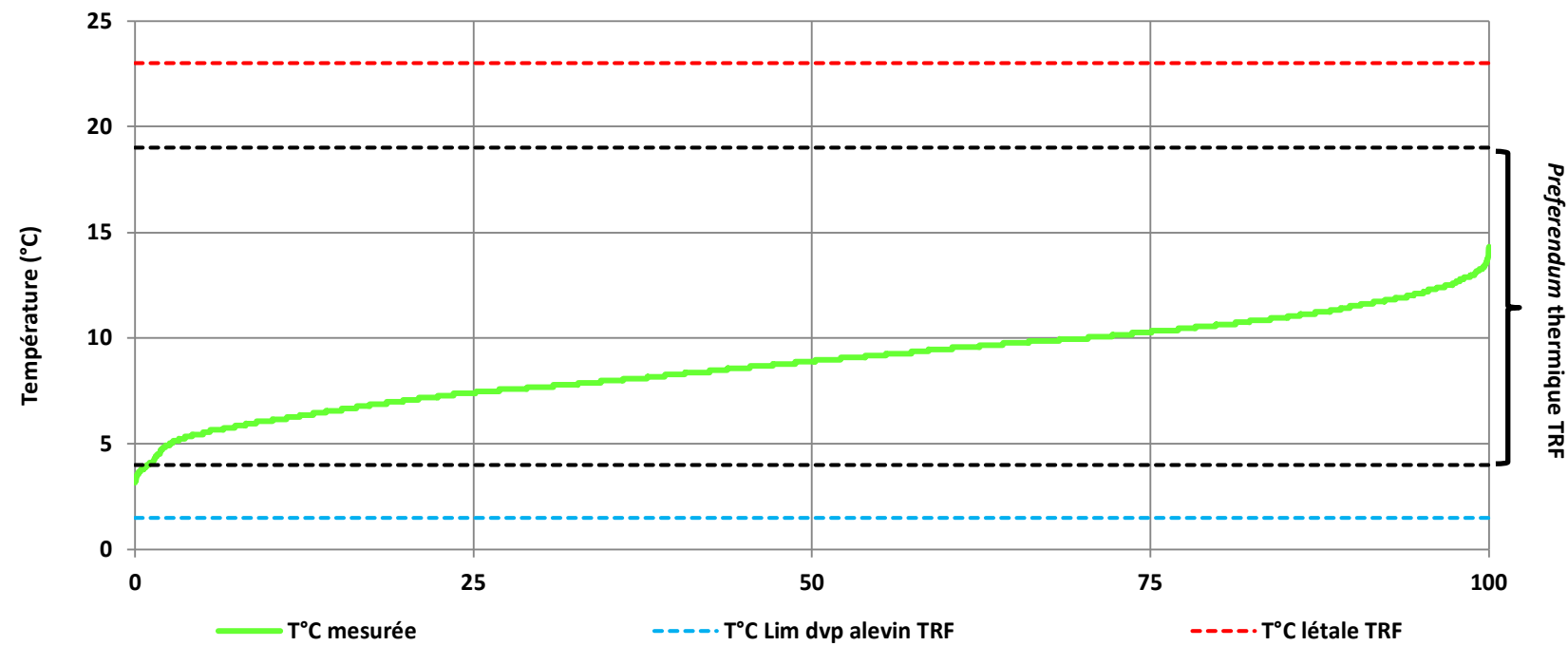


Tableau des températures (°C) mensuelles moyennes, minimales et maximales

Période	Mai 2017	Juin 2017	Juillet 2017	Août 2017	Septembre 2017	Octobre 2017						
Temp. Moy. Min. (°C)	6,0	7,9	8,9	9,4	7,0	5,4						
Temp. Moy. (°C)	7,6	9,3	10,1	10,5	7,9	6,5						
Temp. Moy. Max. (°C)	9,9	11,2	11,8	12,1	9,0	7,8						

Courbe des températures classées



Synthèse des données collectées

% données hors preferendum thermique (4-19°C) de la truite commune :	1,1	%				
Température maximum moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds :	12,3	°C	du	06/07/2017	au	05/08/2017
Température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds :	10,5	°C	du	07/07/2017	au	06/08/2017

ANNEXE 5 : RESULTATS BRUTS DES INVENTAIRES PISCICOLES

COMPTE RENDU DES OPERATIONS DE PECHES ELECTRIQUES

Département : **73**

Année : **2017**

Etude : **2016171 - Benetant - Karum - El volet HB**

Bénétant

Sur la commune de :
Cevins

Lieu-dit
Station :
X (Lambert 93)
Y (Lambert 93) :

Bois des Grandes Ravines
BEN850
970853
6508373

Inventaire piscicole du : 31/08/2017

1° Conditions d'échantillonnage

Type de pêche : Sondages ponctuels
Moyen de prospection : A pied
Nombre d'anodes : 1
Nombre de passages : 1
Largeur mouillée (m) : 5
Surface pêchée (m²) : 150
Longueur de la station (m) : 30

2° Composition du peuplement (données brutes)

Nom scientifique	Nom commun	Code espèce	Effectif	Effectif relatif	Taille (mm)	Min (mm)	Max (mm)
Salmo trutta fario	Truite commune	TRF	23	100,0%		60	280

1 23

Bénétant

Sur la commune de :
Cevins

Lieu-dit
Station :
X (Lambert 93)
Y (Lambert 93) :

Bénétant
BEN1200
972059
6509085

Inventaire piscicole du : 31/08/2017

1° Conditions d'échantillonnage

Type de pêche : Sondages ponctuels
Moyen de prospection : A pied
Nombre d'anodes : 1
Nombre de passages : 1
Largeur mouillée (m) : 3,5
Surface pêchée (m²) : 200
Longueur de la station (m) : 90

2° Composition du peuplement (données brutes)

Nom scientifique	Nom commun	Code espèce	Effectif	Effectif relatif	Taille (mm)	Min (mm)	Max (mm)
Salmo trutta fario	Truite commune	TRF	55	100,0%		70	270

1 55

**ANNEXE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DES TRAVAUX
D'AMÉNAGEMENT D'UNE CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE SUR
LES TORRENTS DE BÉNÉTANT ET DU GRAND NANT - MISSION
G2 PHASES AVP-PRO (GEB INGÉNIERIE, 2026)**



Travaux d'aménagement d'une centrale hydroélectrique

Torrents de Bénéfant et du Grand Nant

SHBB

Communes de La Bathie et de Cevins (73)

Étude géotechnique MISSION G2 - Phases AVP-PRO

Dossier	Rédigé par	Contrôlé et validé par
23024	B.PILOT	B. PILOT

Historiques des révisions :

Révision	Modification	Date
0	1 ^{ère} émission	09 décembre 2025
1	Modification géométrie bâtiment centrale	24 janvier 2026
2	Complément risque avalanche après les événements de février 2026	19 mars 2026

SOMMAIRE

I) INTRODUCTION	5
I-1 AVANT-PROPOS	5
I-2 CONVENTION SOUSCRITE	6
I-3 DOCUMENTS DE REFERENCE	6
I-4 DOCUMENTS COMMUNIQUEES	6
II) DESCRIPTION GÉNÉRALE.....	7
II-1 SITUATION DU PROJET	7
II-2 DESCRIPTION DU PROJET	7
II-3 ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE (ZIG)	8
II-4 CONTEXTE GEOLOGIQUE	8
II-5 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	9
II-6 SISMICITE DU SITE	10
II-7 ANALYSE DES ALEAS GEOTECHNIQUES.....	10
III) DONNEES GEOTECHNIQUES	13
III-1 INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES.....	13
III-2 ANALYSE DES ALEAS RESIDUELS.....	13
IV) ANALYSE DES OUVRAGES PROJETES.....	14
IV-1 LA PISTE D'ACCES A LA PRISE D'EAU DE BENETANT.....	14
IV-1-1 Géotechnique du site.....	15
IV-1-2 Investigations réalisées	15
A. Analyse visuelle du site.....	15
B. Sondage géotechnique	17
C. Investigations géophysique.....	18
D. Essai de laboratoire.....	19
IV-1-3 Etude de stabilité	19
IV-1-4 Aleas résiduels.....	22
A. Alea chutes de pierres/blocs	22
B. Alea mouvements de terre - instabilités	22
IV-1-5 Conception de l'ouvrage	23
IV-1-6 Méthodologie d'exécution	23
IV-2 LA PRISE D'EAU DE BENETANT	24
IV-2-1 Géotechnique du site.....	24
IV-2-2 Investigations réalisées	24
IV-2-3 Aléas résiduels.....	25
IV-2-4 Conception de l'ouvrage	26
IV-2-5 Méthodologie d'exécution	26
IV-3 LA CONDUITE FORCEE DE BENETANT	27
IV-3-1 Géotechnique du site.....	27
IV-3-2 Investigations réalisées	27
IV-3-3 Aléas résiduels.....	29
IV-3-4 Conception de l'ouvrage	29
IV-3-5 Méthodologie d'exécution	29
IV-4 LE BATIMENT DE LA CENTRALE	30
IV-4-1 Géotechnique du site.....	30
IV-4-2 Investigations réalisées	31
A. Sondages à la pelle araignée.....	31
B. Levés géologiques sur site.....	32
IV-4-3 Aléas résiduels – étude trajectographiques.....	35
IV-4-4 Aléas résiduels – étude de stabilité	39
A. Etude de la stabilité du mur poids (calculs Geomur)	39
B. Etude de stabilité du talus (calculs Talren)	41
IV-4-5 Conception de l'ouvrage	44

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

IV-4-6 Méthodologie d'exécution	45
IV-4-7 Alea résiduel - avalanche	46
IV-5 LA PRISE D'EAU DU GRAND NANT	49
IV-5-1 Géotechnique du site	49
IV-5-2 Investigations réalisées	49
IV-5-3 Aleas résiduels.....	50
IV-5-4 Conception de l'ouvrage	51
IV-5-5 Méthodologie d'exécution	52
IV-6 LA CONDUITE FORCEE DU GRAND NANT	53
IV-6-1 Géotechnique du site	53
IV-6-2 Investigations réalisées	53
IV-6-3 Aleas résiduels.....	54
IV-6-4 Méthodologie d'exécution	55
IV-7 LA PISTE D'ACCES AU BATIMENT	55
IV-7-1 Géotechnique du site	55
IV-7-2 Investigations réalisées	55
IV-7-3 Aleas résiduels.....	56
IV-7-4 Conception de l'ouvrage	56
IV-7-5 Méthodologie d'exécution	56
V) CONCLUSIONS	57

TABLE DES FIGURES

<i>Figure 1 Implantation du projet</i>	7
<i>Figure 2. Extrait de la carte géologique du BRGM (carte 762 du BRGM ech 1/50000)</i>	9
<i>Figure 3. Carte d'exposition du sol aux aleas retrait-gonflement</i>	10
<i>Figure 4. Extrait de la carte CLPA(source BRGM Infoterre)</i>	11
<i>Figure 5. vue par drone de l'avalanche de février 2026 (Source B. Pilot)</i>	12
<i>Figure 6. vue par drone de la niche d'arrachement du Merderet de février 2026 (Source B. Pilot)</i>	13
<i>Figure 7. Vue de la piste de Lachat – zone de départ de la piste aval</i>	14
<i>Figure 8. Vue en plan de la piste de Lachat</i>	14
<i>Figure 9. Extrait de la carte géologique avec les relevés structuraux</i>	15
<i>Figure 10. Localisation des blocs plurimétriques sur site</i>	16
<i>Figure 11. Vue depuis l'aval des blocs à proximité de la piste</i>	16
<i>Figure 12. Sondage pénétrométrique sur la piste de Lachat</i>	17
<i>Figure 13. Courbe de dispersion « modelled rayleigh phase velocity dispersion curve”</i>	18
<i>Figure 14. Etude de la stabilité du projet de piste d'accès à la prise d'eau : vue en plan et profil analysé</i>	19
<i>Figure 15. Etat actuel du terrain : illustration de la cinématique la plus défavorable</i>	20
<i>Figure 16. Projet de piste: illustration de la cinématique la plus défavorable avec et sans surcharge 10 kPa</i>	21
<i>Figure 17. Projet : illustration de la cinématique la plus défavorable de la partie aval du profil</i>	22
<i>Figure 18. Prise d'eau de Bénétant : extrait de la carte géologique du BRGM</i>	24
<i>Figure 19. vue de la zone de la prise d'eau, prise depuis l'aval</i>	24
<i>Figure 20. vue de l'emprise des chambres de la prise d'eau</i>	25
<i>Figure 21. Illustration d'arbres tombés sur l'emprise de la prise d'eau</i>	25
<i>Figure 22. Vue en plan de la prise d'eau</i>	26
<i>Figure 23. profil en travers de la prise d'eau de type tyrolienne</i>	26
<i>Figure 24. Profil en long et vue en plan de la CF de Bénétant</i>	27
<i>Figure 25. Illustration de sections représentatives de la CF de Bénétant</i>	28
<i>Figure 26. Vue d'une des nombreuses zones où les arbres sont couchés</i>	28
<i>Figure 27. Illustration d'un affleurement schisteux à l'amont immédiat de la CF</i>	29
<i>Figure 28. Vue 3D par levé LIDAR du versant</i>	30

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

Figure 29. Réalisation du sondage à la pelle araignée	31
Figure 30. Vue de la fouille à la pelle araignée	31
Figure 31. Vue aérienne du site (photo drone B Pilot)	32
Figure 32. Vue du site retenu pour l'implantation de la centrale, prise depuis la rive gauche du torrent	33
Figure 33. Vue de la délimitation entre l'éperon et le plaquage latéral d'éboulis, prise depuis l'amont	34
Figure 34. Vue du pied des éboulis, prise depuis la prise d'eau ALTEO	34
Figure 35. Vue du couloir, prise depuis l'altitude 950m	35
Figure 36. Illustration de blocs stoppés par des arbres	35
Figure 37. Trajectoires des blocs – modèle 2D	36
Figure 38. Etude trajectographique : modèle 3D	36
Figure 39. Etude trajectographique : ensemble des trajectoires calculées	37
Figure 40. Etude trajectographique : ensemble des trajectoires atteignant le bâtiment	37
Figure 41. Etude trajectographique : distribution des hauteurs de passage des blocs au niveau du bâtiment	38
Figure 42. Etude trajectographique : profil d'une trajectoire représentative de chute au droit du bâtiment	38
Figure 43. soutènement aval de la plateforme : Profil représentatif étudié	39
Figure 44. Profil actuel : étude de stabilité des éboulis – statique	41
Figure 45. Projet : étude de stabilité des éboulis – statique	42
Figure 46. Projet : dimensionnement aux Eurocodes combinaison fondamentale	43
Figure 47. Projet : dimensionnement aux Eurocodes combinaison sismique accidentelle	43
Figure 48. Projet : vue en plan du bâtiment	44
Figure 49. Projet : coupe type du bâtiment	45
Figure 50. Vue du front de l'avalanche (photo B Pilot 05.03.2026)	47
Figure 51. Vue aérienne de l'avalanche du Grand Nant (photo B Pilot 05.03.2026)	47
Figure 52. Illustration du profil de la coulée neigeuse	48
Figure 53. Illustration de la coulée du Merderet et de la prise endommagée	48
Figure 54. prise d'eau du Grand Nant : extrait de la carte géologique vecteur harmonisée 1/50000(BRGM)	49
Figure 55. prise d'eau du Grand Nant : vue aérienne par drone(photo B Pilot)	50
Figure 56. prise d'eau du Grand Nant : exemple d'accumulations hivernales de cailloux sur la voie	51
Figure 57. prise d'eau du Grand Nant : illustration de l'accumulation de neige sur la route -'avalanche de février 2026	51
Figure 58. prise d'eau du Grand Nant : vue en plan du projet	52
Figure 59. conduite forcée du Grand Nant : implantation sur la carte géologique du BRGM	53
Figure 60. conduite forcée du Grand Nant : vue de la falaise dominant la route	54
Figure 61. conduite forcée du Grand Nant : illustration des casquettes instables dominant la route	54
Figure 62. localisation de la piste d'accès à la centrale sur la carte BRGM	55

ANNEXES :

- I. Extrait de la norme NF P 94-500 de classification des missions géotechniques
- II. Rapport étude géophysique de l'accès à la prise d'eau de Bénétant – Société MIAGE
- III. Essais de cisaillement direct en laboratoire
- IV. Calculs Talren stabilité de l'accès à la prise de Lachat
- V. Calculs Geomur : stabilité du soutènement de la plateforme de la centrale
- VI. Calculs Talren : stabilité de la plateforme de la centrale

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

I) INTRODUCTION

I-1 AVANT-PROPOS

Geb Ingénierie a été mandaté par l'entreprise SHBB, pour effectuer une étude géotechnique de conception phase avant projet et projet (mission G2 phases AVP-PRO PRO, au sens de la norme NFP 94-500, révisée en novembre 2013) sur les communes de CEVINS et de LA BATHIE (73), dans le cadre du projet de construction d'une centrale hydroélectrique.

Cette étude vise à définir les propriétés physiques et mécaniques des sols – après la réalisation d'investigations sur site, et les conditions d'intégration du projet dans son environnement géotechnique.

Le présent rapport rend compte des résultats obtenus, de leur interprétation et des conclusions qui en découlent en termes d'adaptation au sol du projet : fondations, terrassement, drainage.

RAPPEL : « Extrait des Recommandations majeures éditées au contrat de prestations d'investigations et d'ingénierie géotechniques PRG20018 ».

(Extrait de la norme NFP 94-500, révisée en novembre 2013)

« La mission G2 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 : AVP, PRO puis ACT.

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. Elle nécessite de :

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifiques, 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 des voiries, amélioration des sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnements, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités »

L'ensemble des recommandations relatives à l'exploitation et l'utilisation du rapport ainsi que les recommandations contenues dans le Rapport, qui sera édité, constituent une recommandation majeure.

Il est expressément convenu que la responsabilité du Prestataire ne saurait être retenue si le Client s'est abstenu de suivre ces recommandations.

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

I-2 CONVENTION SOUSCRITE

Dans cette mission, GEB INGENIERIE répond à une demande précise de l'entreprise SHBB représenté par M. Pilot désigné comme Client/Donneur d'Ordre.

SHBB 27 Rue Aristide Berges 73540 LA BATHIE
--

Convention souscrite

Devis : Proposition technique et financière PRG20018

Commande : --

I-3 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

X	NF P 94-500 - Nov 2013	Missions d'ingénierie géotechnique - Classification et spécifications
X	EUROCODE 0	Bases de calcul des structures
X	EUROCODE 1	Base de calcul et action sur les structures
	EUROCODE 2	Calcul des structures en béton
	EUROCODE 3	Calcul des structures en acier
X	EUROCODE 7	Calcul géotechnique
	EUROCODE 8	Calcul des structures pour leur résistance au séisme
X	NF P 94-261 juin 2013	Justification des ouvrages géotechniques - Fondations superficielles
	NF P 94-262 juil 2012	Justification des ouvrages géotechniques - Fondations profondes
X	NF P 94-270 juil 2009	Ouvrages de soutènement - Remblais renforcés et massifs en sol cloué
X	NF P 94-282 mars 2009	Ouvrages de soutènement - Écrans
	Recommandations TA 95	Tirants d'ancrage - Recommandations concernant la conception, le calcul, l'exécution et le contrôle.
	Guide Technique	Protection contre les risque naturels - Ancrages passifs en montagne : conception, réalisation, contrôle - Mai 2004, du MEDD / CEBTP / CEMAGREF
	NF P95-308	Équipements de protection contre les éboulements rocheux – Écrans de filets », AFNOR, décembre 1996, 11p
X	Guide technique	Les études spécifiques d'aléa lié aux éboulements rocheux
	DTU 64.1 mars 2007	Mise en œuvre des dispositifs d'assainissement non collectif (dit autonome)
	Guide des Terrassements Routiers	Recommandations du SETRA sur la conduite des travaux de construction des remblais et des couches de forme

I-4 DOCUMENTS COMMUNIQUÉS

- Le plan général d'implantation des ouvrages
- Plan de la prise d'eau de Bénétant (plan ind C du 27.02.2025)
- Plan de la prise d'eau du Grand Nant (plan indE du 16.10.2025)
- Plan des conduites forcées (plan indA du 20.11.2024)
- Plan du bâtiment de la centrale (plan indC du 29.04.2025)
- Plans des pistes d'accès à la prise d'eau de Bénétant: vue en plan et profils en travers (plan ind B du 25.09.2025)
- Plans des pistes d'accès à la centrale: vue en plan et profils en travers (plan ind.Bdu 25.09.2025)

II) DESCRIPTION GÉNÉRALE

II-1 SITUATION DU PROJET

Le terrain d'étude est situé sur les communes de CEVINS et de LA BATHIE(73).

Le projet est situé sur les torrents de Bénétant et du Grand Nant. Il comprend deux prises d'eau et un bâtiment pour la centrale

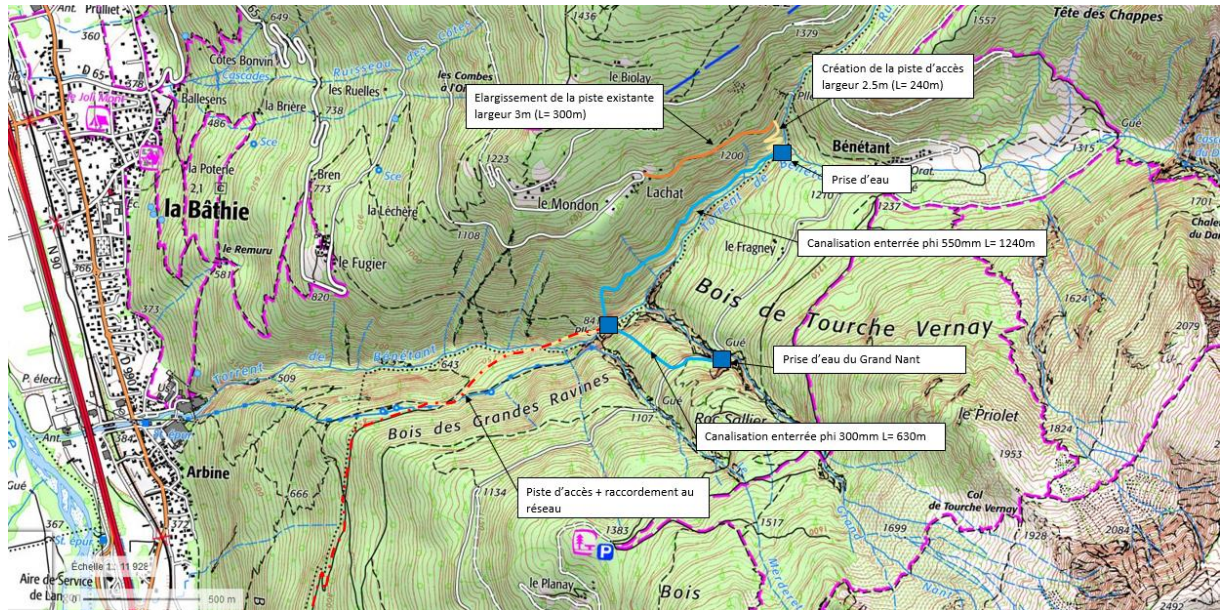


Figure 1 Implantation du projet

II-2 DESCRIPTION DU PROJET

Le projet consiste en la création d'un aménagement hydroélectrique représenté de l'amont vers l'aval par :

- Une prise d'eau et un ouvrage de mise en charge sur le torrent de Bénétant à sa confluence avec le torrent d'Arbine à l'altitude 1091m
- Une conduite forcée de diamètre 550mm d'un linéaire total de 1235m
- Une deuxième prise d'eau sur le torrent du Grand Nant à la cote 1135m
- Une conduite forcée de diamètre 300mm sur un linéaire de 630m
- Un bâtiment de production
- Un ouvrage de restitution au torrent à l'amont immédiat de la prise d'eau existante ALTEO.

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

II-3 ZONE D'INFLUENCE GÉOTECHNIQUE (ZIG)

« Définition NFP 94-500 : volume de terrain au sein duquel il y a interaction avec l'ouvrage ou l'aménagement du terrain (du fait de sa réalisation et de son exploitation) et l'environnement (sols et ouvrages avoisinants). Sa forme et son extension sont spécifiques à chaque site et à chaque ouvrage ou aménagement de terrain. »

Elle concerne :

- Les ouvrages : fondations et stabilité des talus.

Limites de la mission :

La mission se limite à l'étude des travaux projetés. Elle ne concerne pas l'étude de stabilité du versant dans sa globalité.

II-4 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Selon la carte géologique n°727 Bourg Saint Maurice du BRGM, le site est caractérisé en sa partie Nord Ouest par un socle cristallin formé de micaschistes de la série satinée, qui prolonge la partie ouest de la chaîne de Belledonne appelé le « rameau externe »

En partie Sud Est, le massif est associé au « rameau interne » de Belledonne, composé de granite écrasé (orthogneiss) et de gneiss granitisés.

La séparation entre les deux rameaux est caractérisée par l'« accident médian de Belledonne » aussi appelé « synclinal médian » dans lesquels des formations sédimentaires datées du Lias sont pincées.

Le Beaufortain occidental interne représenté par le Grand Mont (point culminant du bassin versant de Bénétant), est haché de failles à fort pendage vers l'Est, dans lesquelles on retrouve des fragments de couverture sédimentaire.

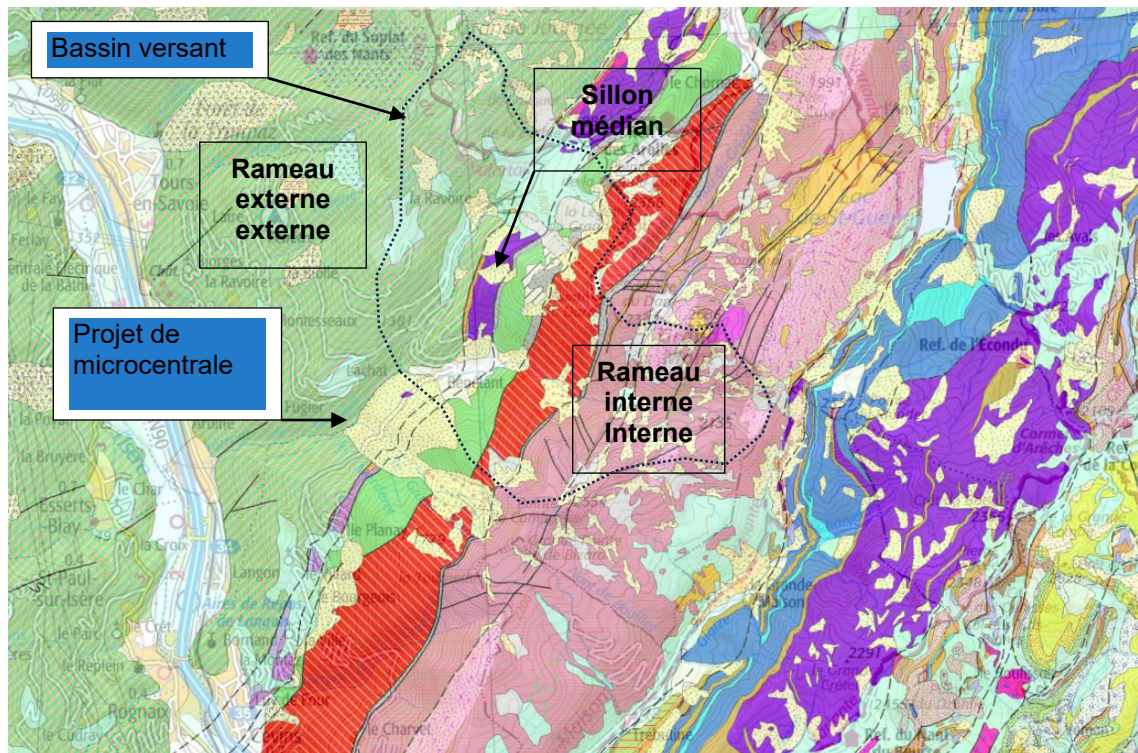


Figure 2. Extrait de la carte géologique du BRGM (carte 762 du BRGM éch 1/50000)

II-5 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Le site a fait l'objet d'une analyse hydrologique spécifique.

On notera que les matériaux du bassin versant de l'Arbine sont majoritairement représentés par des schistes du rameau externe, alors que les terrains du bassin versant de Bénétant sont composés de granites et gneiss très fracturés.

En raison de leur fracturation, ces derniers présentent une capacité d'alimentation d'aquifères profonds, alors que ceux des ensembles schisteux seront plus superficiels.

Le comportement des cours d'eau est de type pluvio-nival, avec des étiages hivernaux et estivaux. L'élévation des températures en raison du changement climatique tend à réduire l'intensité moyenne des étiages hivernaux.

N.B : Les niveaux d'eau (ou l'absence d'eau) mentionnés dans le présent rapport correspondent à des relevés ponctuels (non stabilisés) effectués dans les sondages au moment de leur exécution. Ils ne traduisent en aucun cas les caractéristiques à long terme d'une nappe aquifère éventuelle, dont les fluctuations (BE, HE, EE) ne peuvent être déterminées qu'à partir d'une étude hydrogéologique détaillée (suivi piézométrique).

II-6 SISMICITÉ DU SITE

D'après le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français, applicable depuis le 1er mai 2011, les communes de CEVINS – LA BATHIE (73) sont répertoriées en zone de sismicité moyenne (zone de sismicité 4).

La classe de sol retenue est de type A (Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5m de matériaux moins résistant)

Nous retiendrons une accélération de référence $a_{gr} = 1.6 \text{ m/s}^2$ et un paramètre $S = 1,00$.

Que ce soit pour les prises d'eau comme pour le bâtiment, il sera envisagé un coefficient topographique de 1.0, et un coefficient r de 1.0 (murs fléchis en béton armé, murs ancrés ou contreventés, murs en béton armé renforcé sur piliers verticaux, murs d'infrastructure encastrés et culées de pont)

La catégorie d'importance retenue par le maître d'ouvrage est la suivante :

ouvrage	Prises d'eau	Bâtiment
Catégorie d'importance	I	III
K_h		0.163
K_v		0.082

Nous retiendrons une accélération de référence $a_{gr} = 1.6 \text{ m/s}^2$ et un paramètre $S = 1,00$.

II-7 ANALYSE DES ALÉAS GÉOTECHNIQUES

Aléa Retrait / Gonflement des argiles :

La cartographie existante (données MEEDTL / BRGM) place le terrain projet en zone d'aléa faible.

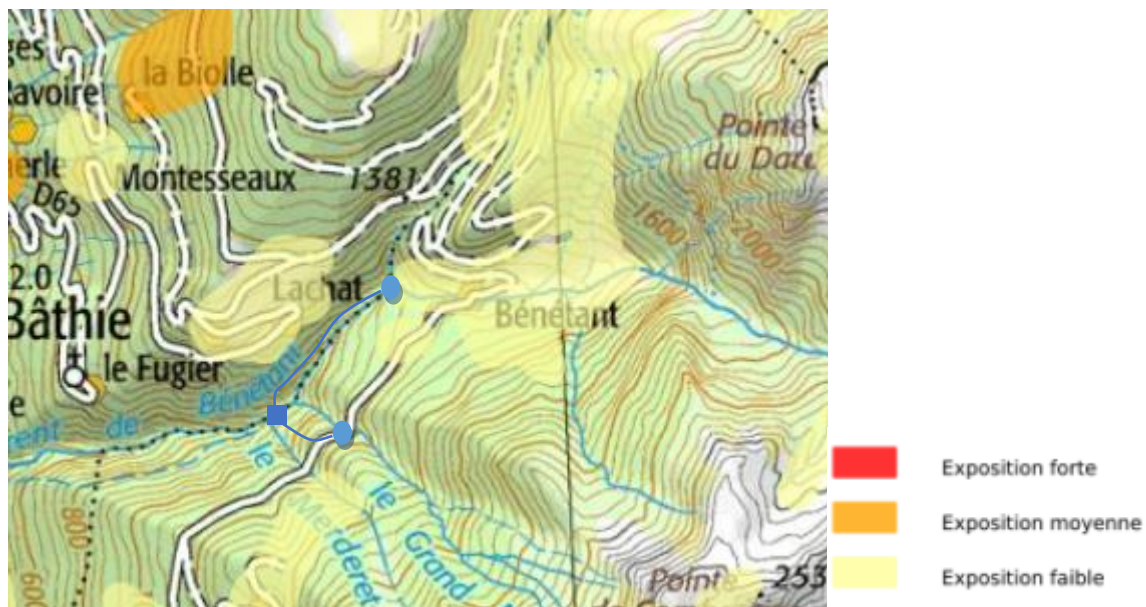


Figure 3. Carte d'exposition du sol aux aléas retrait-gonflement

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

Aléa Mouvement de terrain (glissement) :

Aucun glissement n'est recensé sur l'emprise du projet

Étant données la nature du projet et les faibles mouvements de terre envisagés, il n'existe pas de risque de déstabilisation du versant. Des instabilités superficielles peuvent être observées dans la partie supérieure du bassin versant du Merderet.

Aléa Nappe aquifère :

Le site n'est pas concerné par une nappe aquifère au sens strict du terme, même si des venues d'eau sont probables lors des décaissements des prises d'eau. Il conviendra cependant de concevoir le projet en tenant compte des écoulements et des transports solides notamment vis-à-vis des crues potentielles.

Aléa gel et dégel des sols :

Profondeur de mise hors-gel pour le site : -0.90 m/TF.

Aléa Avalanches :

La CLPA ne recense aucune avalanche comme illustré ci-dessous

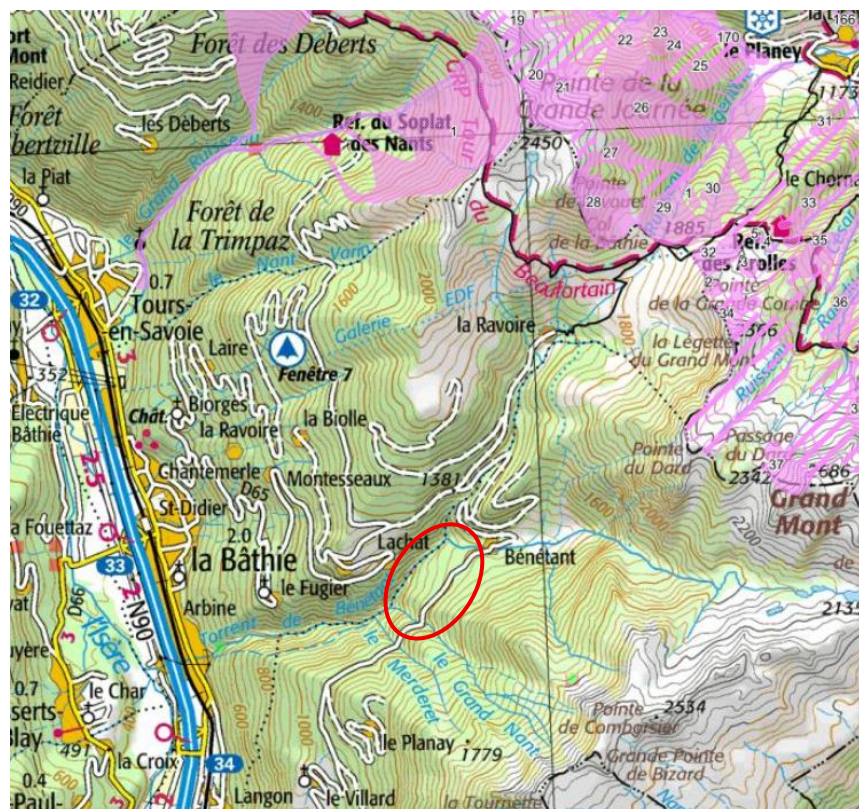


Figure 4. Extrait de la carte CLPA (source BRGM Infoterre)

Des avalanches provenant du bassin versant du Grand Nant ont évoquées par des habitants de la commune. L'absence de couverture forestière en rive droite du torrent de Bénétant à la confluence avec le Grand Nant pourrait effectivement confirmer l'arrivée de coulées neigeuses. Ce risque a été confirmé par un événement exceptionnel en février 2026, représenté par deux coulées ayant emprunté les lits du Grand Nant et du Merderet comme illustré ci-après.

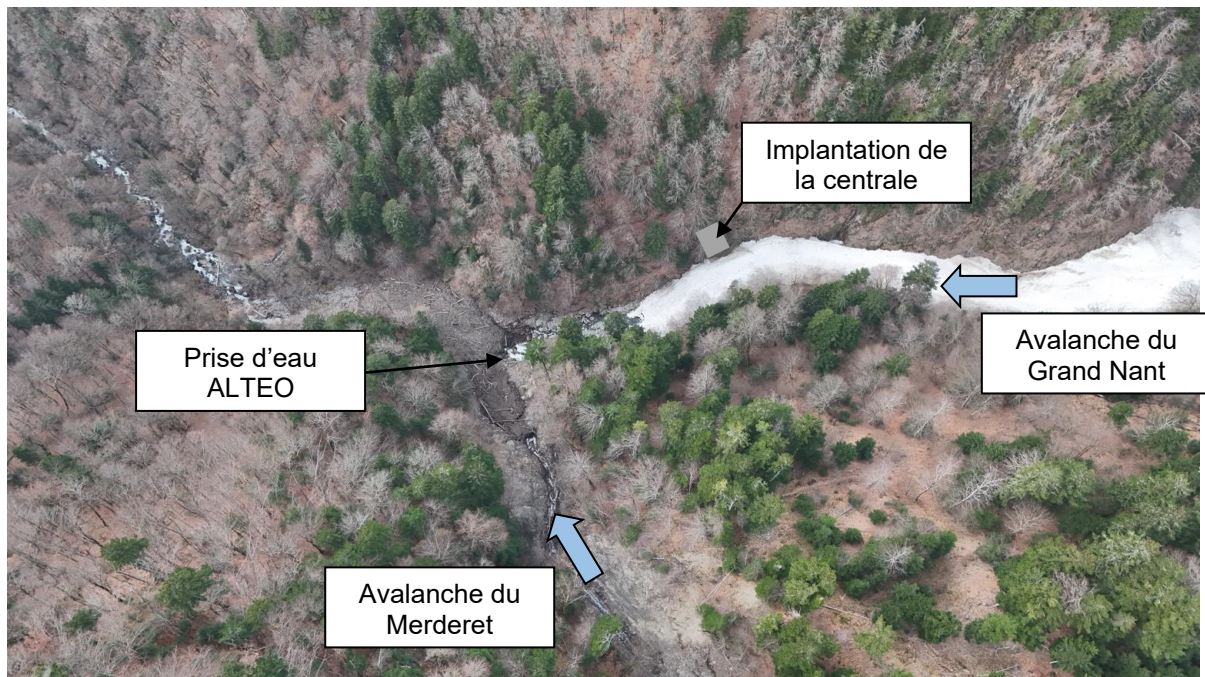


Figure 5. vue par drone de l'avalanche de février 2026 (Source B. Pilot)

Alea Chutes de pierres-éboulements:

Plusieurs falaises ou ressauts rocheux dominent les ouvrages.

La carte géologique ne recense pas d'éboulements.

Toutefois, l'alea lié aux chutes de blocs ne peut être écarté et fera l'objet d'une analyse de terrain.

On peut aussi noter que l'avalanche du Merderet et des flux d'eau provenant du lac des Cornaches a déclenché une déstabilisation superficielle dans le versant, exposant le lit du Merderet à des risques de coulées boueuses et de laves torrentielles. Le bâtiment étant à l'amont de la confluence du Merderet avec le Bénétant, l'ouvrage n'est pas exposé à cet alea.



Figure 6. vue par drone de la niche d'arrachement du Merderet de février 2026 (Source B. Pilot)

III) DONNEES GEOTECHNIQUES

III-1 INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

Le tracé a fait l'objet de plusieurs visites du site afin d'identifier visuellement les aléas géotechniques

En complément des visites de site, il a été réalisé :

- Un essai au pénétromètre dynamique lourd
- Une campagne d'essais géophysiques au droit de l'accès à la prise d'eau de Bénétant
- Un essai de cisaillement en laboratoire sur échantillon
- Un sondage à la pelle araignée au droit du projet de bâtiment de la centrale.

Les résultats des investigations sont détaillés ouvrage par ouvrage

III-2 ANALYSE DES ALÉAS RÉSIDUELS

Les investigations géotechniques de sols consistent en la réalisation de sondages ponctuels.

Ils seront conduits lors de la phase préparatoire des travaux (mission G3) dans le cadre de compléments à la mission G2PRO lorsque les pistes d'accès seront réalisées.

Le contexte géologique devra être recalé en fonction des observations faites lors des opérations de terrassement.

Toute anomalie au regard du modèle géotechnique retenu pour le dimensionnement des ouvrages devra nous être précisée sans délai afin de vérifier la compatibilité, ou non, de la présente note avec le contexte géotechnique réellement rencontré.

IV) ANALYSE DES OUVRAGES PROJETES

IV-1 LA PISTE D'ACCES A LA PRISE D'EAU DE BENETANT

La piste d'accès à la prise d'eau se fait par un élargissement du chemin de Lachat, puis par le terrassement d'une piste de largeur 2.5m dans la pente aval.

La pente générale du versant est comprise entre 38 et 42° par rapport à l'horizontale.



Figure 7. Vue de la piste de Lachat - zone de départ de la piste aval

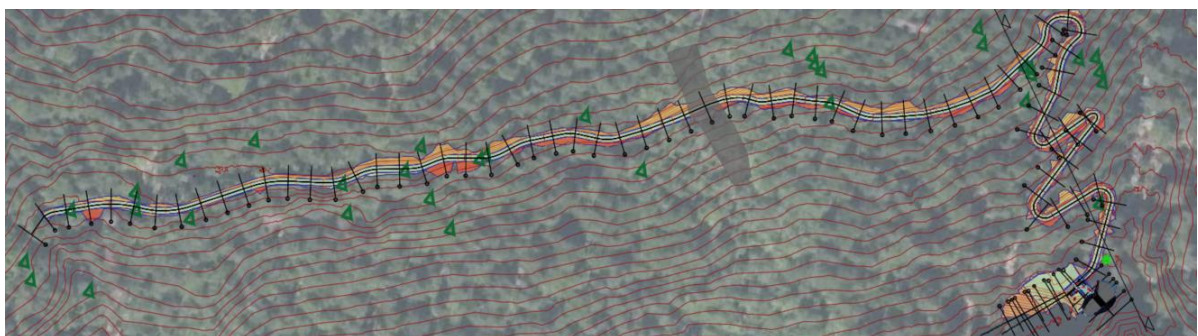


Figure 8. Vue en plan de la piste de Lachat

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

IV-1-1 Géotechnique du site

Selon la carte géologique du BRGM, les terrains sont représentés par des micaschistes, micaschistes ocellaires et gneiss albitiques de la « série satinée ».

Les relevés structuraux indiquent des structures orientées N 10 à 20°E, avec des plongements compris entre 55°E (à l'Ouest du site, vers le Mandon), verticale au niveau de Lachat, et 20 à 40°W à l'Est de la prise d'eau de Bénétant. La schistosité témoigne par conséquent d'un plissement dont l'axe N10-20°E correspond au secteur du bâtiment de la centrale.

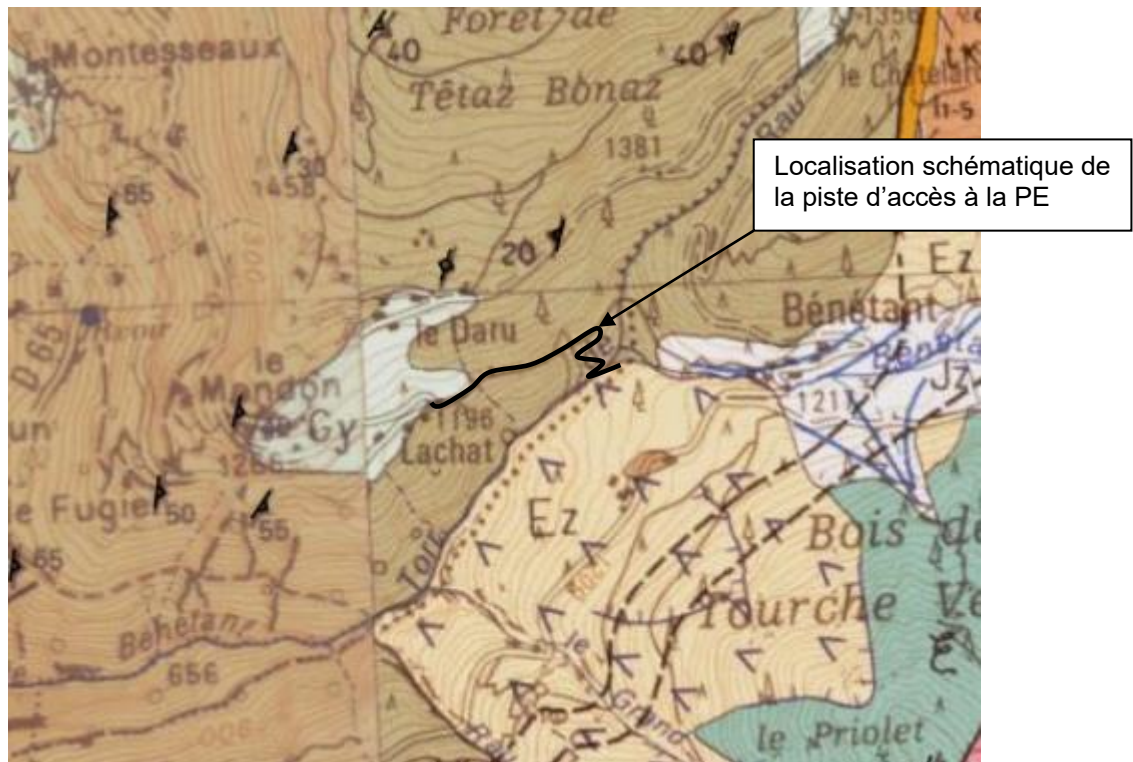


Figure 9. Extrait de la carte géologique avec les relevés structuraux

IV-1-2 Investigations réalisées

A. Analyse visuelle du site

L'analyse visuelle du terrain montre quelques affleurements de bancs schisteux compacts, masqués par une couverture colluvionnaire apparemment de faible épaisseur. Le profil est relativement homogène, sans pointements d'éperons rocheux.

Les matériaux meubles de couverture sont des ensembles constitués par des fragments schisteux inclus dans une matrice de granularité sablo-limoneuse.

Malgré la forte pente, aucun signe de mouvement n'a été décelé : Lorsqu'ils ne sont pas couchés par le vent, les arbres sont droits, sans déformation pouvant révéler des reptations des sols.

Quelques placages d'éboulis de faible extension sont nettement identifiables le long de la piste existante.

Malgré la présence de gros blocs plurimétriques à proximité du torrent d'Arbine identifiés par la carte topographique à l'amont de la passerelle, quelques éléments grossiers sont localisés à proximité du projet de piste à environ 30m en dénivelée à l'amont de la confluence Arbine/Bénétant. Il n'y a aucun signe d'activité récente d'écroulement.

Les blocs situés à proximité de la piste semblent stables et correctement assis dans le terrain. Les mouvements de la piste tels qu'envisagés n'affecteront pas l'environnement des blocs (pas de surcharge de remblais ni de décaissement de leurs assises). En tout état de cause, une éventuelle déstabilisation d'un des blocs n'impacterait pas la prise d'eau.

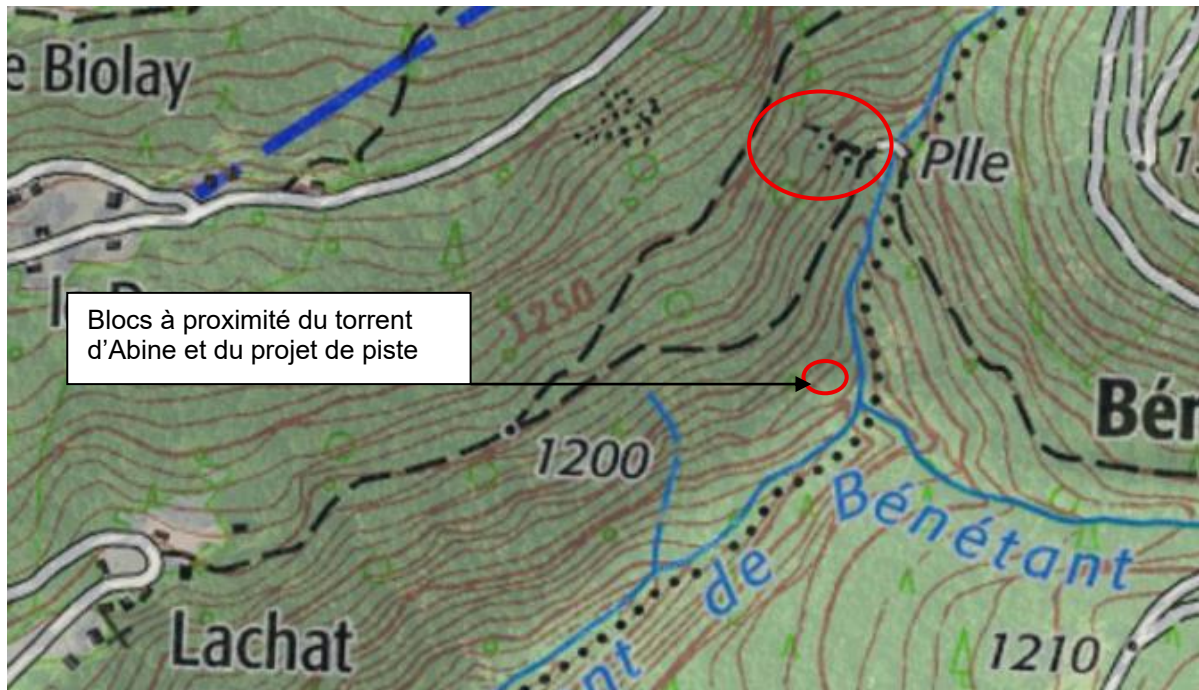


Figure 10. Localisation des blocs plurimétriques sur site



Figure 11. Vue depuis l'aval des blocs à proximité de la piste

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

B. Sondage géotechnique

Un sondage au pénétromètre dynamique lourd Pagani TG63 a été effectué sur la piste de Lachat, à la limite de la zone accessible.

L'objectif de ce sondage est d'identifier les différents horizons en vue de caler le modèle géophysique.

Le pénétrogramme est le suivant :

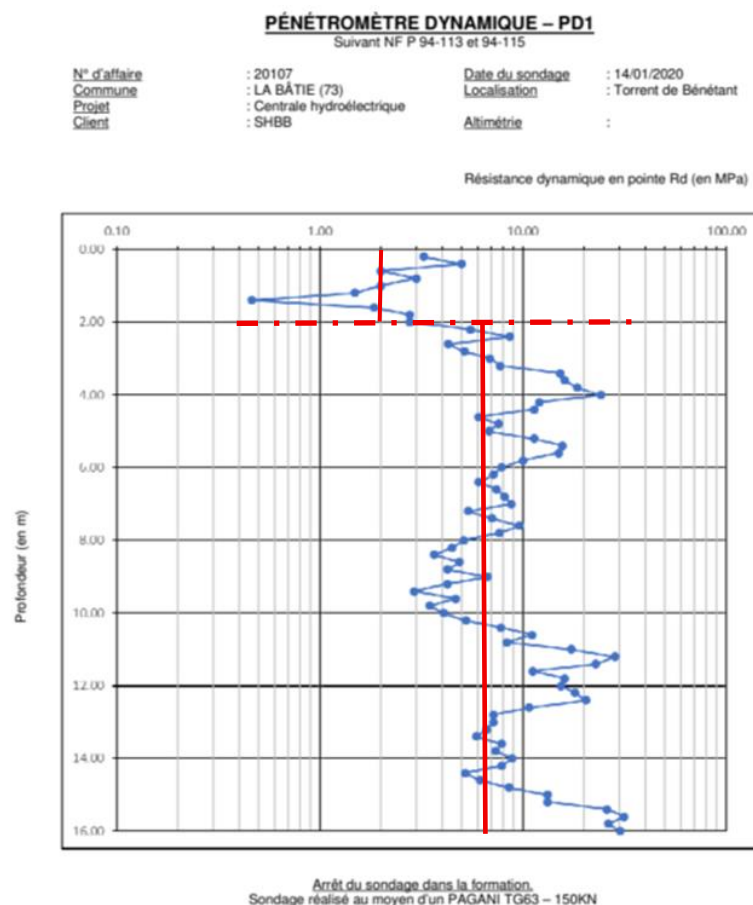


Figure 12. Sondage pénétramétrique sur la piste de Lachat

Il montre une couche de surface de 2 mètres dont la résistance dynamique apparente est de l'ordre de 2 MPa. Cet horizon surmonte une assise relativement homogène avec une R_d moyenne de 6 à 7 MPa.

Les informations fournies par le pénétrogramme sont intéressantes. La couverture de surface se distingue fortement de l'assise. Cette dernière est homogène mais étonnamment peu résistante eu égard à sa nature schisteuse. Cela signifie que les matériaux sont tendres et/ou fracturés.

Le sondage a été poursuivi jusqu'à la profondeur de 16m, correspondant à la limite des tiges disponibles, et non à un refus à la pénétration.

C. Investigations géophysique

Une campagne géophysique MASW et H/V a été réalisée par la société Miage. Le rapport est donné en annexe.

Les mesures MASW ont permis de caler à l'aide des courbes de dispersion le modèle sur les informations du pénétromètre.

Les résultats sont les suivants :

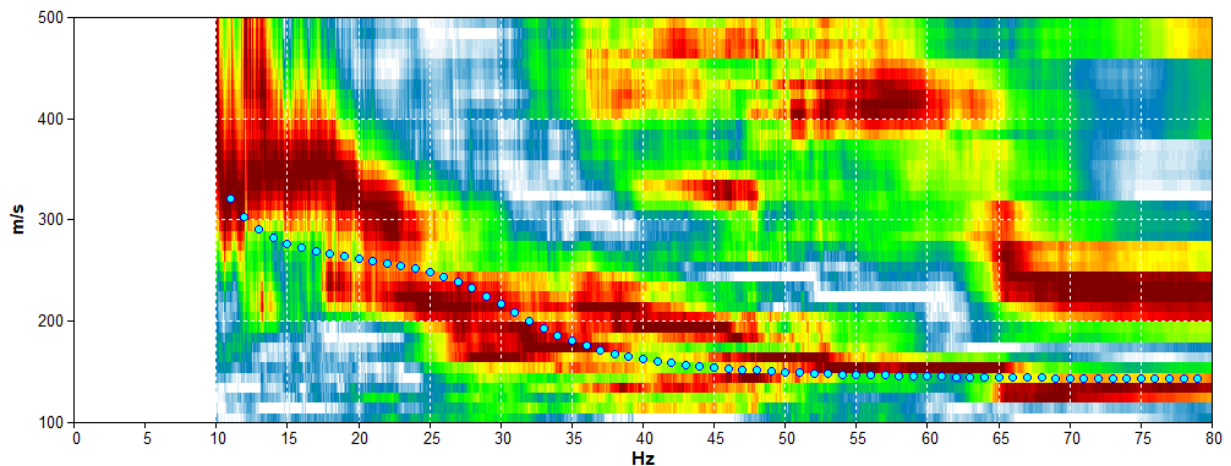


Figure 13. Courbe de dispersion « modelled rayleigh phase velocity dispersion curve”

L'analyse des mesures conduit au profil suivant :

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.10	2.10	150	0.45
13.60	11.50	300	0.45
inf.	inf.	520	0.45

Les vitesses identifiées sont globalement faibles et confirment les résultats de l'essai pénétrométrique.

L'exploitation des mesures par la méthode H/V permet d'identifier les épaisseurs des différents horizons en intégrant les vitesses déduites du modèle MASW. Elles sont en synthèse de l'ordre de 1.5m, avec un maximum de 2m au niveau de la piste de Lachat.

D. Essai de laboratoire

Un essai de cisaillement direct rectiligne a été effectué à la boîte de Casagrande sur un échantillon prélevé dans les colluvions à la tarière manuelle à la profondeur de 0.8m.

L'échantillon a été tamisé et écrêté à 5mm, conformément aux stipulations de la NF P 94-071-1. L'essai a été conduit en conditions CD (consolidé drainé).

Le principe de l'essai consiste à charger l'éprouvette sous trois consolidations (53, 104 et 208 kPa) puis à cisailier l'échantillon à vitesse contrôlée (0.018 mm/s) en mesurant les efforts résultants. Cet essai vise à identifier les caractéristiques (Φ' et C') de pic et résiduel nécessaires à l'étude de stabilité du projet.

Le PV d'essai est donné en annexe.

Les résultats sont les suivants :

Cohésion c' (kPa)		Angle de frottement ϕ' (°)	
pic c'_p	état final c'_f	pic ϕ'_p	état final ϕ'_f
2.6	11.6	43.2	38.3

IV-1-3 Etude de stabilité

L'étude de stabilité est conduite sur la base du profil global du versant au droit de la section aval conduisant à la prise d'eau

Le profil étudié est le suivant :

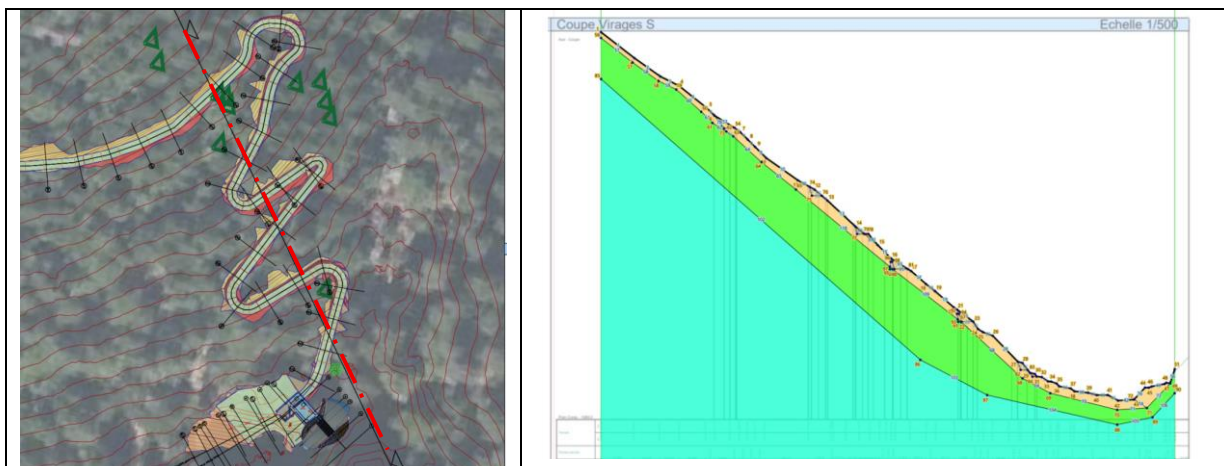


Figure 14. Etude de la stabilité du projet de piste d'accès à la prise d'eau : vue en plan et profil analysé

Les paramètres géotechniques retenus sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

	Nom	Couleur	γ	ϕ	c	Δc
1	colluvions-de surface		18,0	38,00	6,0	0,0
2	schistes		22,0	38,00	20,0	0,0
3	schistes compacts		27,0	40,00	40,0	0,0
4	enrochements		25,0	45,00	25,0	0,0

Par rapport aux résultats de l'essai de cisaillement, il a été choisi de minorer la cohésion mesurée dans les colluvions de surface. En effet, ce paramètre est fortement tributaire des variations hydriques.

Pour ce qui est des schistes sous-jacents, l'angle de frottement interne de 38° a été conservé, mais il a été retenu une cohésion C' de 20 kPa.

Les calculs sont effectués selon la méthode traditionnelle (unitaire). Cela signifie que le glissement s'amorce pour toute valeur inférieure ou égale à 1.0. Il est habituellement convenu que des coefficients de sécurité compris entre 1.0 et 1.15 conduisent à des phénomènes de fluage et de fluage.

Dans le cadre d'un dimensionnement, il est requis pour des ouvrages ou des phases provisoires une sécurité de 1.30, et de 1.5 pour des ouvrages définitifs. L'approche par des pondérations spécifiques (Eurocodes est préférée pour le dimensionnement des structures.

Les cinématiques étudiées sont des cercles (méthode de Bishop) ou des glissements plans (méthode des perturbations).

Le profil du terrain actuel a été analysé. La sécurité minimale correspond à des cinématiques de glissement de la couverture superficielle. Elle est associée à un coefficient de 1.24, ce qui est confirmé par les observations de terrain.

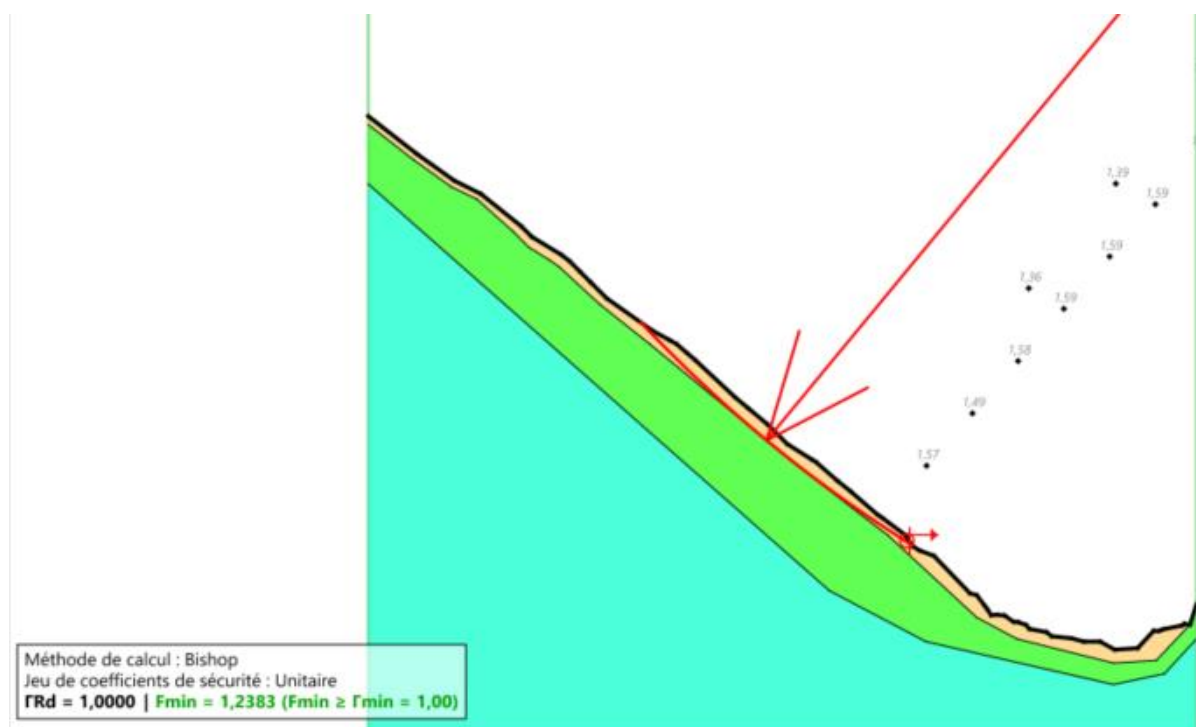


Figure 15. Etat actuel du terrain : illustration de la cinématique la plus défavorable

Le projet a été simulé, de façon paramétrique avec et sans surcharge (10 kPa uniformément répartie) sur la piste.

La piste est intégralement réalisée en déblais. Des enrochements ont été appliqués en renforcement des pieds de talus lorsque le décaissement excède la hauteur de 2.5m, avec une pente de 2H/3V°.

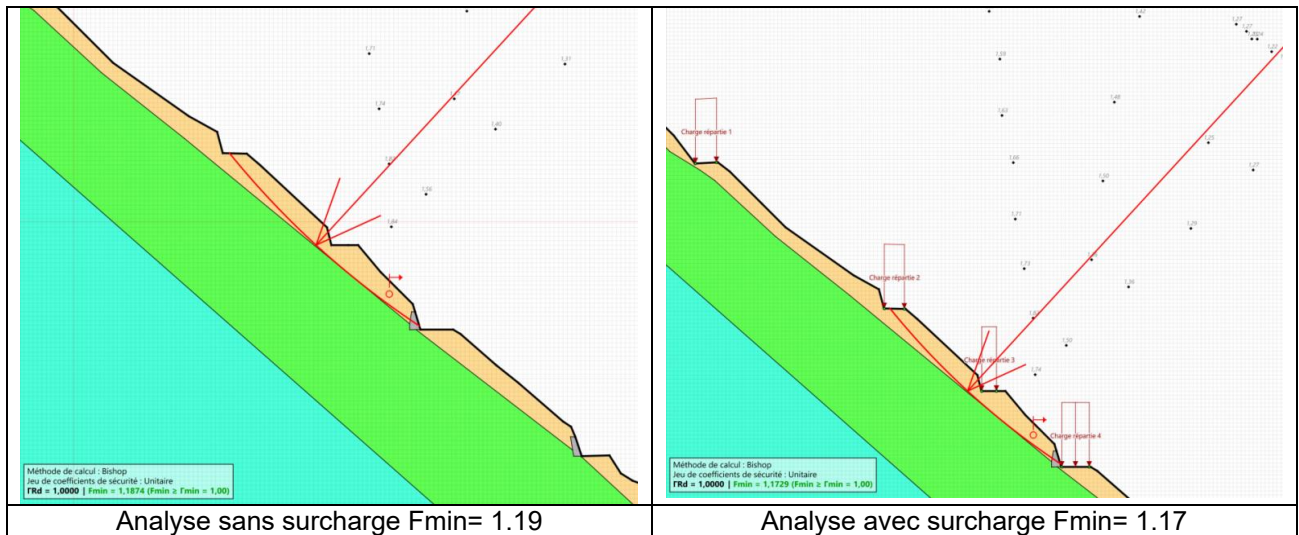


Figure 16. Projet de piste: illustration de la cinématique la plus défavorable avec et sans surcharge 10 kPa

Le projet a été simulé, de façon paramétrique avec et sans surcharge (10 kPa uniformément répartie) sur la piste. L'application simultanée de surcharges sur tous les segments des pistes est improbable. Cette hypothèse très défavorable n'affecte pas de façon critique la sécurité du versant, qui reste comparable avec l'état initial de stabilité.

La sécurité d'ensemble du versant n'est affectée que de 4% par le terrassement des pistes, ce qui est acceptable

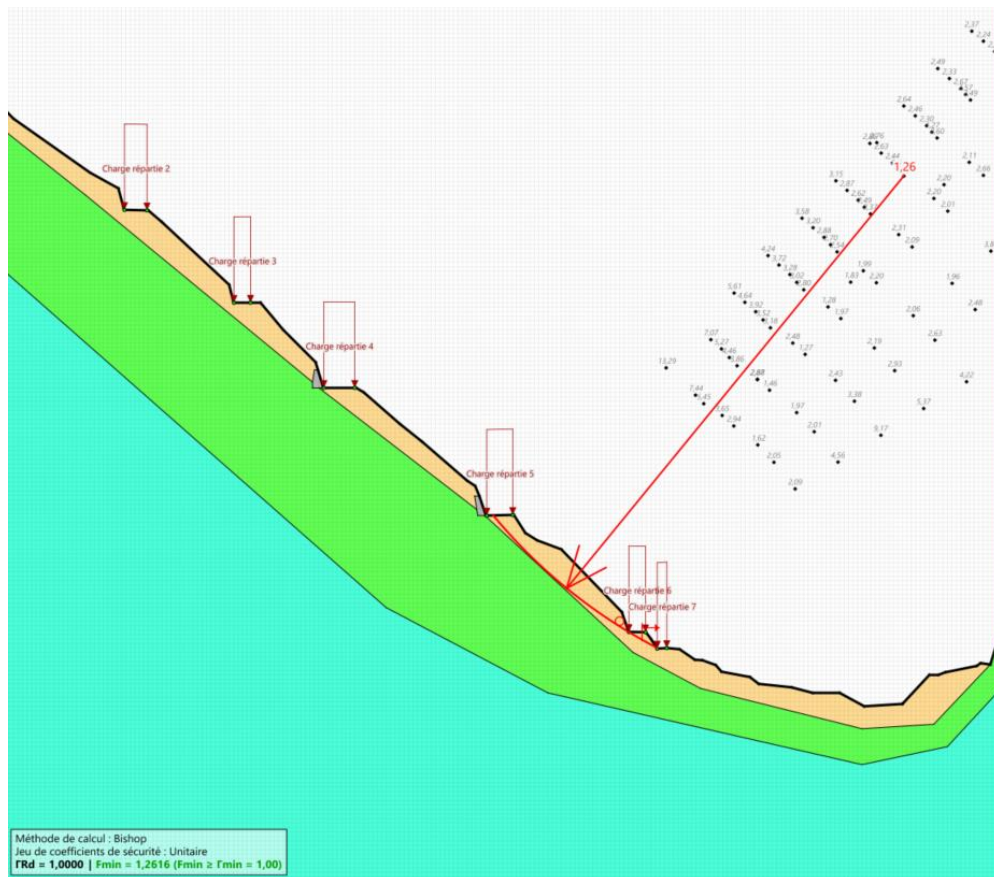


Figure 17. Projet : illustration de la cinématique la plus défavorable de la partie aval du profil

IV-1-4 Aleas résiduels

A. Alea chutes de pierres/blocs

Les seuls blocs présents sur l'emprise du projet de piste sont stables et le projet de piste évitera de remanier leur environnement. Leur déstabilisation est improbable en l'état, et leur trajectoire potentielle n'affectera pas les ouvrages projetés.

B. Alea mouvements de terre - instabilités

Les mouvements de terre ont été conçus en aménageant une piste d'une largeur de 2.5m, strictement en déblais.

Les remblais sont évités pour ne pas surcharger le profil, et les déblais sont évacués en partie sur la piste de Lachat, et surtout à l'aval pour la remise en état de la prise d'eau.

Les mouvements de terre sont équilibrés : aucun apport ni évacuation n'est nécessaire.

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

IV-1-5 Conception de l'ouvrage

La largeur de la piste est limitée à 2.5m.

Le profil en long et les virages sont conçus pour limiter l'emprise des terrassements dans le versant : les accès seront par conséquent strictement limités aux engins de chantier, pour les travaux de construction et les entretiens de la prise d'eau.

IV-1-6 Méthodologie d'exécution

Les décaissements se feront à l'avancement, avec des mouvements de terre adaptés. Un régalage de premiers déblais sera mis en œuvre sur la piste de Lachat, sur environ 1/3 du linéaire.

Pour les sections aval de la piste (à partir du profil 259), les déblais seront provisoirement stockés au niveau de la prise d'eau. Compte tenu de la dominante fine de la granularité des colluvions, altérés des schistes, ils seront adaptés à une utilisation en lit de pose et en remblais contigus de la conduite forcée.

Les blocs métriques constituant l'emprise de la prise d'eau seront en revanche employés pour soutenir les déblais de la piste dans les sections où la hauteur des décaissements seront supérieurs à 2m. Le volume de blocs disponibles est assuré.

Les travaux de terrassement feront l'objet d'un suivi géotechnique renforcé. Bien que des résurgences n'aient pas été mises en évidence, il est possible que les mouvements de terre découvrent des circulations préférentielles à l'interface entre les schistes et la couverture colluvionnaire. Des dispositions spécifiques seront alors envisagées (drains, masques ou éperons drainants).

De la même manière, les emprises et géométries des soutènements projetés seront adaptés aux caractéristiques géotechniques des terrains (notamment la cohésion de la couverture meuble)

IV-2 LA PRISE D'EAU DE BENETANT

IV-2-1 Géotechnique du site

La prise d'eau est implantée en rive gauche du torrent, au sein de la série satinée.



Figure 18. Prise d'eau de Bénétant : extrait de la carte géologique du BRGM

IV-2-2 Investigations réalisées

La pente du versant ne permet pas l'accès du site à des sondeuses. Les investigations sont visuelles.

Le substratum rocheux est visible en rive gauche de la prise d'eau, alors que les ouvrages seront implantés dans les alluvions.



Figure 19. vue de la zone de la prise d'eau, prise depuis l'aval

Le placage alluvionnaire du lit majeur est constitué de blocs roulés de diamètre métrique.



Figure 20. vue de l'emprise des chambres de la prise d'eau

IV-2-3 Aléas résiduels

La prise d'eau n'est pas exposée à des aléas de mouvements de terrains ni de chutes de blocs.

De nombreux arbres tombent aux environs immédiats de la prise d'eau. Ils peuvent perturber le fonctionnement de la prise d'eau s'ils chutent sur la grille.



Figure 21. Illustration d'arbres tombés sur l'emprise de la prise d'eau

Le principal aléa auquel l'ouvrage sera confronté est le transport solide lors des crues.

IV-2-4 Conception de l'ouvrage

En raison des transports solides importants lors de crues, la prise d'eau sera transparente aux écoulements

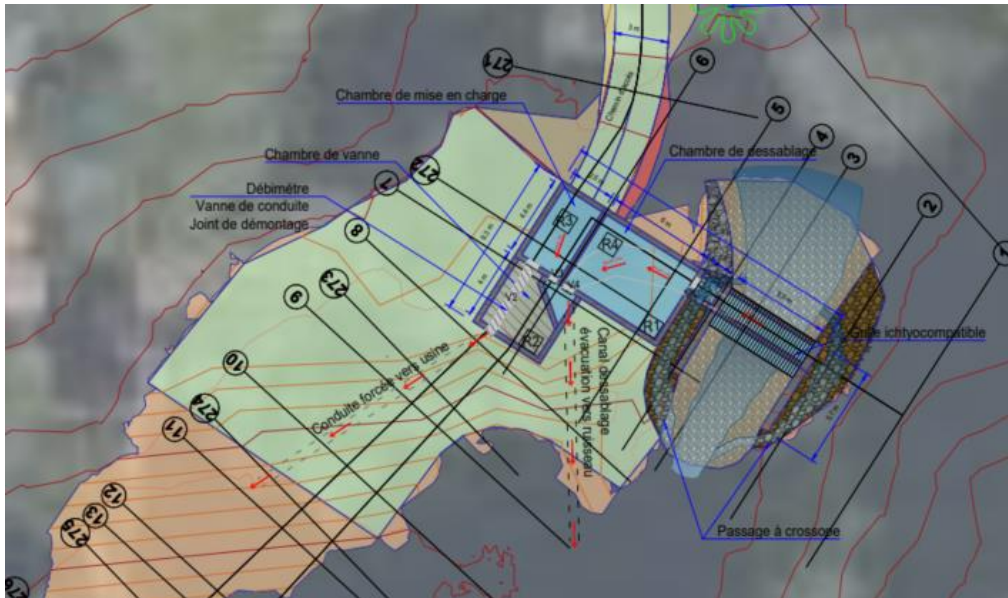


Figure 22. Vue en plan de la prise d'eau

Axe : Axe Prise d'eau Bénétant

N° profil : 3
Pk : 10.00m

Légende décaissement :

- Béton désactivé
- Dallage béton
- Voile beton

Section remblais : 3.71
Section déblais : 3.58

Plan Comp : 1088.6

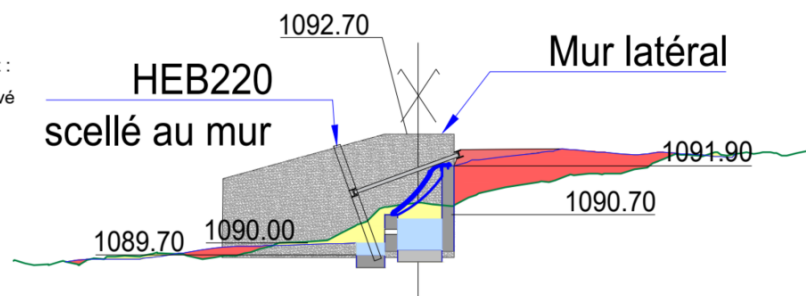


Figure 23. profil en travers de la prise d'eau de type tyrolienne

IV-2-5 Méthodologie d'exécution

Les travaux de décaissement de la prise d'eau se feront après la construction de la piste d'accès

La cote du toit du substratum n'a pas pu être reconnue : la campagne géophysique n'a pas été poussée dans cette zone en raison de l'impossibilité d'avoir une liaison capteurs/sol fiable.

L'alea en terme de travaux réside dans la possibilité de rencontrer le rocher à des cotes supérieures à celles du fond de fouilles. Il faudra alors dérocter l'assise par l'emploi du BRH, sans pouvoir exclure le minage.

La présence des gros blocs peut créer des points durs et des hors profils surconsommateurs de béton. On pourra remblayer des colluvions fins après interposition d'un géotextile, avant de couler les radiers ou les bétons de propreté.

IV-3 LA CONDUITE FORCÉE DE BÉNÉTANT

La conduite forcée de Bénétant aura un linéaire de 1230m, en diamètre 550mm. Elle sera probablement en tubes en acier soudé, et sera enterrée sur tout son linéaire.

Compte tenu de la présence de ressauts rocheux combinée à des contraintes foncières, le profil montrera un point bas et un point haut imposant respectivement un dispositif de purge et de ventouse.

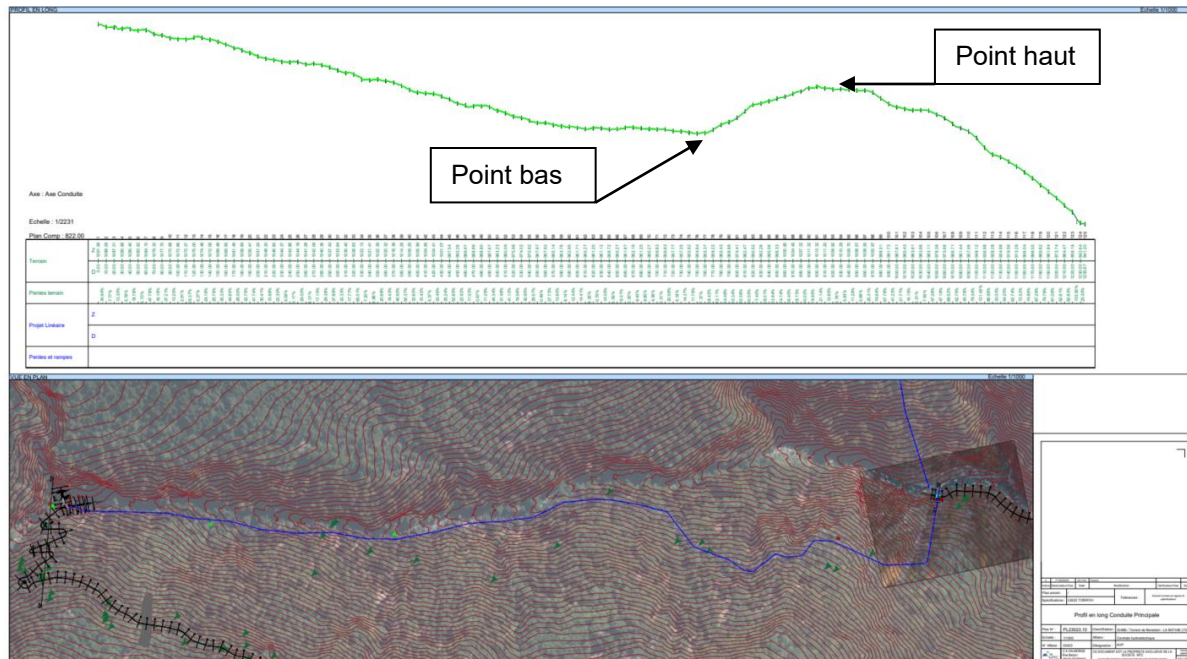


Figure 24. Profil en long et vue en plan de la CF de Bénétant

IV-3-1 Géotechnique du site

Les terrains sont représentés par les schistes de la série satinée.

IV-3-2 Investigations réalisées

Compte tenu de la difficulté d'accès sur tout le linéaire de la CF, seules des investigations visuelles ont été réalisées.

La pente moyenne du versant est comprise entre 38 et 42°.

Les placages d'éboulis/colluvions sont de faible extension et semblent de très faible épaisseur.

Les arbres ne montrent aucun signe de reptation, mais nombre d'entre eux sont couchés par des coups de vent. On constate dans les niches d'arrachement le substratum schisteux, sous une couverture meuble d'une épaisseur de l'ordre de 1 à 1.5m. La proximité de l'assise rocheuse ne permet qu'une fixation superficielle racinaire, et est un facteur de vulnérabilité vis-à-vis des efforts de renversement du vent.

Des pointements rocheux affleurent régulièrement.



Figure 25. Illustration de sections représentatives de la CF de Bénétant



Figure 26. Vue d'une des nombreuses zones où les arbres sont couchés



Figure 27. Illustration d'un affleurement schisteux à l'amont immédiat de la CF

IV-3-3 Aléas résiduels

Dans la mesure où la conduite sera posée dans une fouille décaissée dans l'assise schisteuse, aucune instabilité de l'ouvrage n'est à craindre.

Etant enterrée sur tout son linéaire, elle ne sera pas exposée aux chutes de pierres provenant du versant amont.

IV-3-4 Conception de l'ouvrage

Le choix de la CF se portera sur des tubes en acier soudé.

IV-3-5 Méthodologie d'exécution

Les schistes sont dans l'ensemble tendres, même si quelques ensembles sont plus résistants (schistes à tendance gneissique).

Ils pourront être globalement décaissés à la pelle, même si l'emploi de BRH sera localement indispensable pour franchir les éperons plus compacts. Compte tenu de la foliation des matériaux, le minage ne semble a priori pas indispensable.

La principale contrainte lors de l'exécution des travaux est liée à la pente générale du versant. L'emploi de pelle(s) araignée(s) est indispensable, et une attention particulière devra être portée par l'entreprise sur la stabilité à court terme des déblais.

Le terrassier pourra utiliser dans les sections les plus raides les nombreux arbres tombés pour caler les déblais avant leur remise en place. Il est précisé que le pro

IV-4 LE BÂTIMENT DE LA CENTRALE

IV-4-1 Géotechnique du site

Le bâtiment de la centrale est implanté au sein de la série satinée.

La carte géologique ne montre pas d'éboulis, mais ils sont manifestes en rive droite en face de la prise d'eau existante. Ils sont pourtant manifestes et constituent une contrainte géotechnique à intégrer au projet.

La morphologie et l'extension des éboulis est peu visible au panorama, en raison de la couverture forestière et du peu de recul possible.

Elle est par contre tout à fait identifiable sur les relevés LIDAR, que ce soit avec les courbes de niveau ou en vue MNT 3D.

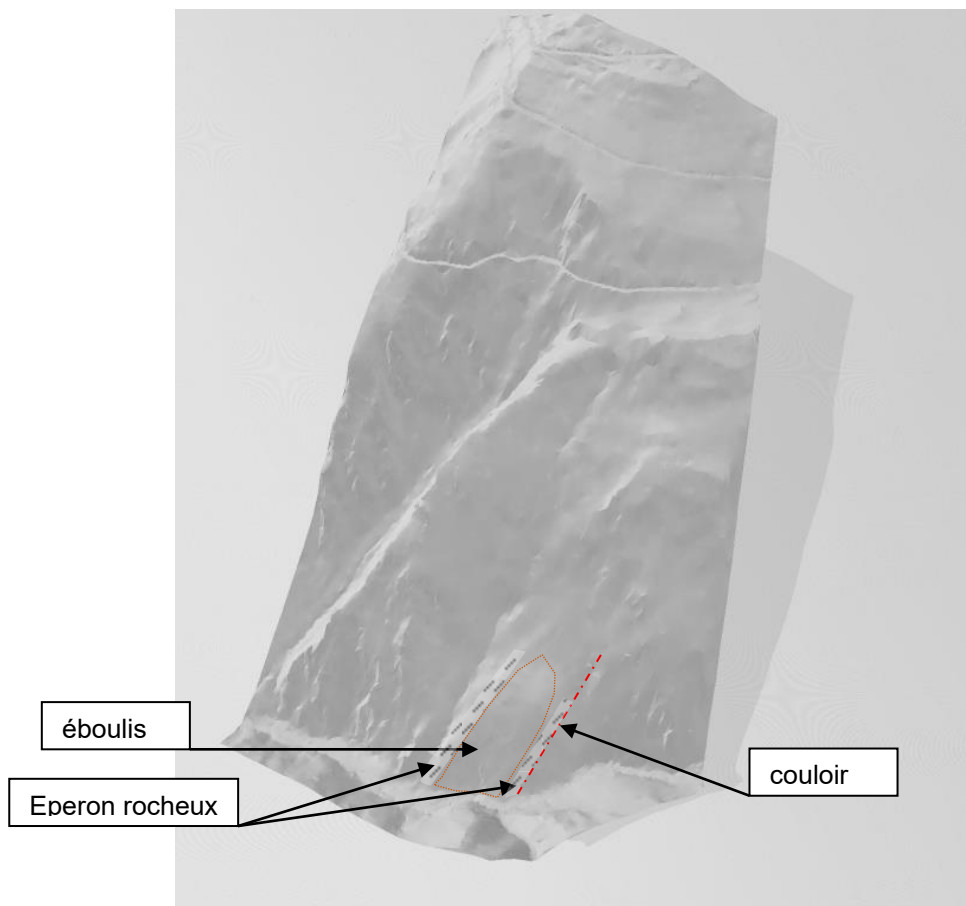


Figure 28. Vue 3D par levé LIDAR du versant

La pente moyenne du pied des éboulis est de 43° sur une dénivelée de 40m par rapport au lit du torrent (cote 835m), puis de 35° à l'amont jusqu'à l'altitude de 1000m.

IV-4-2 Investigations réalisées

A. Sondages à la pelle araignée

Un sondage à la pelle araignée a été réalisé le 22.08.2023 au droit du projet de bâtiment, entre le couloir et les éboulis.



Figure 29. Réalisation du sondage à la pelle araignée



Figure 30. Vue de la fouille à la pelle araignée

Le substratum rocheux très compact est dégagé sous une épaisseur de colluvions comprise entre 1.3 et 1.5m.

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

B. Levés géologiques sur site

Les éboulis dominant la prise d'eau ALTEO en rive droite sont constitués par des blocs anguleux non en place, dont le diamètre peut être métrique.

Leur pente est de 43 à 45° en pied de la formation, puis de 33 à 35° à l'amont. La forte pente en de ces horizons en pied de versant est probablement liée à une sape des éboulis par le torrent de Bénétant. La stabilité doit donc être considérée comme sensible vis-à-vis des décaissements.

A l'amont de cette formation apparaît un ressaut schisteux compact d'une largeur de 8 à 9 mètres, puis un couloir large d'une dizaine de mètres avant des falaises.

L'éperon rocheux et le couloir sont des structures schisteuses orientées N10 à 200°E, avec un plongement mesuré

L'éperon correspond à des matériaux très résistants (schistes proches du gneiss), mettant en relief la géologie. L'implantation de la centrale se fera au sein de cet horizon compact, à l'abri des risques d'instabilités des éboulis et des chutes de pierres canalisées par le couloir.



Figure 31. Vue aérienne du site (photo drone B Pilot)

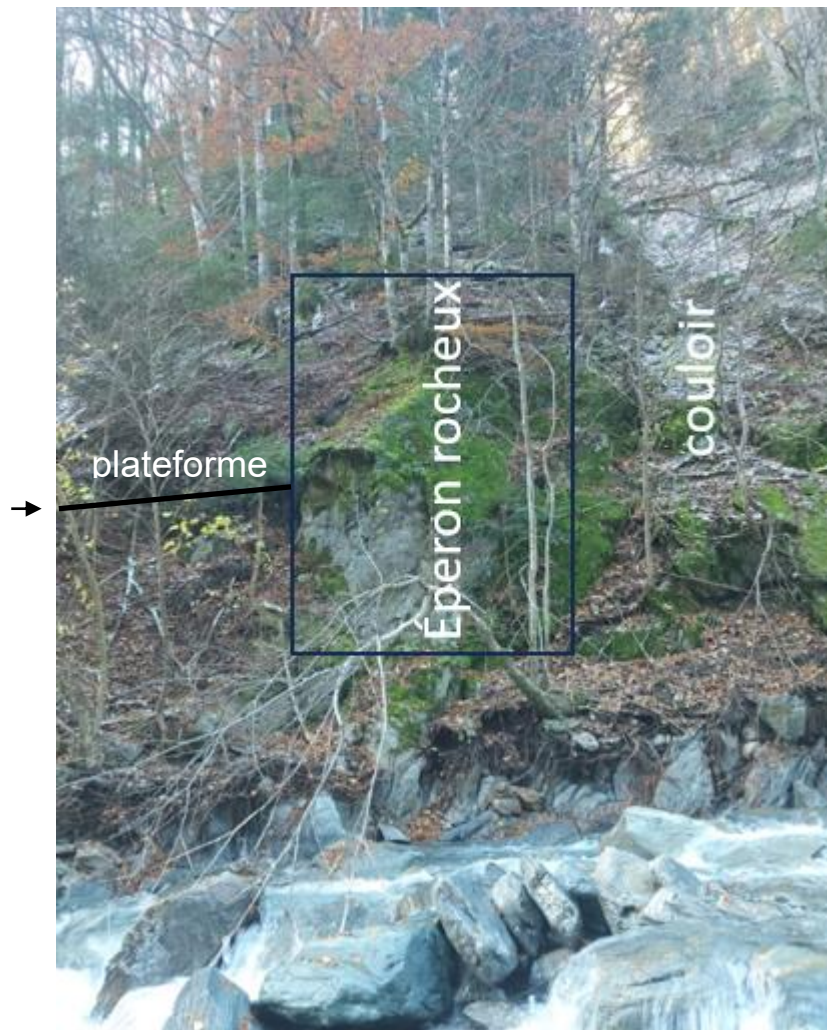


Figure 32. Vue du site retenu pour l'implantation de la centrale, prise depuis la rive gauche du torrent

Des levés structuraux ont été effectués : la foliation des schistes est comprise entre 0 et 25°E, avec des plongements subverticaux (75°W à 85°E).

Le réseau de diaclases est peu prononcé, avec des fractures mesurées N55 à 75°E, pour des plongements de 85 à 90° vers le Sud.

La compacité des matériaux est très forte. Ils peuvent être considérés comme non érodables.

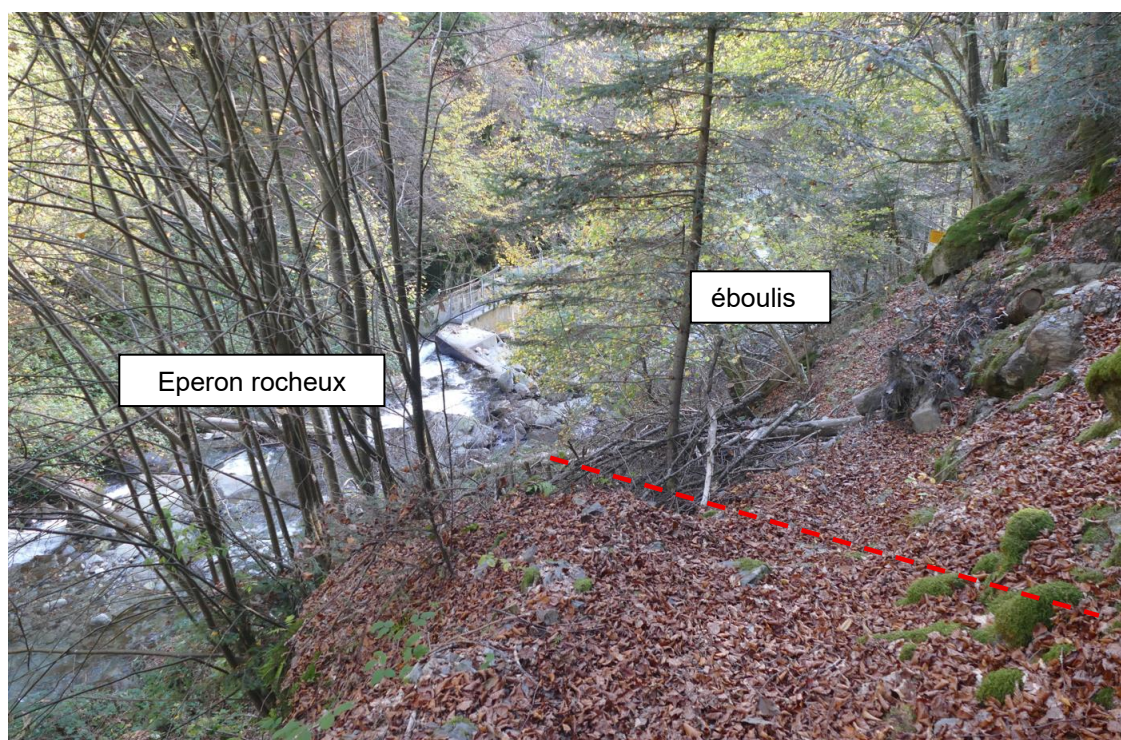


Figure 33. Vue de la délimitation entre l'éperon et le plaquage latéral d'éboulis, prise depuis l'amont

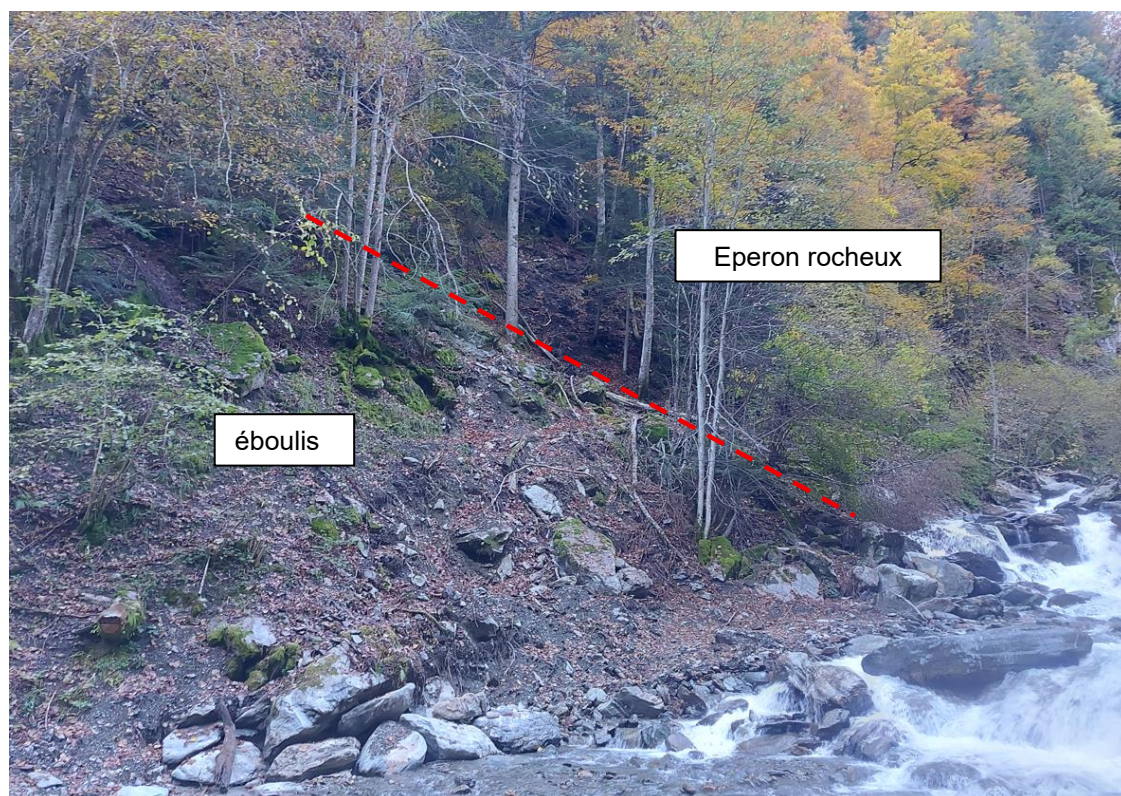


Figure 34. Vue du pied des éboulis, prise depuis la prise d'eau ALTEO

IV-4-3 Aléas résiduels – étude trajectographiques

Le couloir joutant projet canalise les pierres provenant de la partie supérieure du versant, à l'amont de l'altitude de 1000m. Des blocs d'un volume maximal de 500m ont été observés calés contre des arbres, comme illustré ci-après.



Figure 35. Vue du couloir, prise depuis l'altitude 950m



Figure 36. Illustration de blocs stoppés par des arbres

Une étude trajectographique a été effectuée à l'aide du logiciel ROCPRO, à la fois en 2D (relevés au clinomètre+ distancemètre) et 3D (levé LIDAR 1point/m²).

Il est supposé que la partie amont du site est constituée par des schistes, et la partie aval (entre 1000 et 835m) par des éboulis

Sur le modèle 2D, il est montré que les blocs roulent, et ne présentent pas rebonds dans leurs trajectoires.

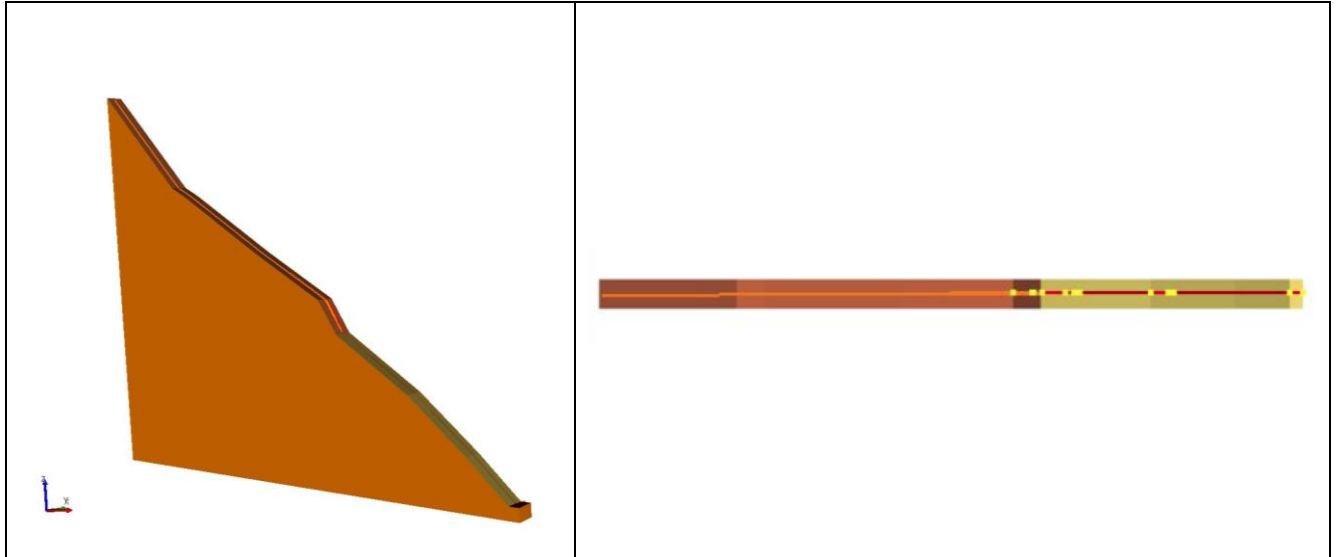


Figure 37. Trajectoires des blocs - modèle 2D

Le modèle 3D basé sur le MNT Lidar confirme les résultats du modèle 2D

Le placage en éboulis est simulé, sur une base de schistes altérés

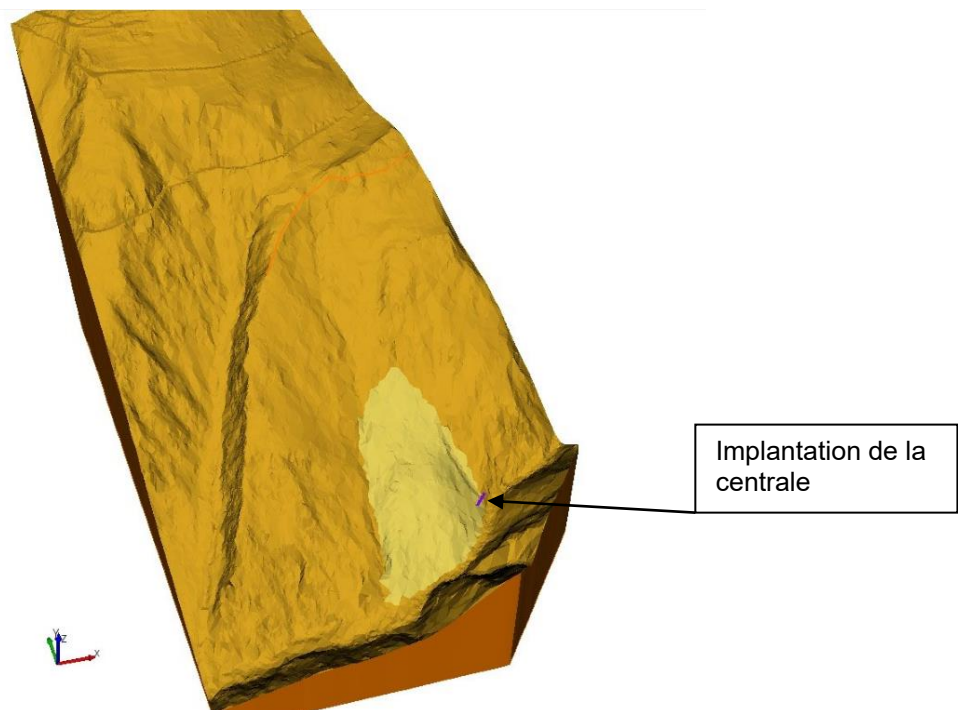


Figure 38. Etude trajectographique : modèle 3D

La source des blocs est supposée correspondre au ressaut rocheux à l'aval de la route de Lachat.

La trajectoire des blocs couvre l'ensemble du versant, comme illustré ci-après



Figure 39. Etude trajectographique : ensemble des trajectoires calculées

Plus précisément, on peut définir la provenance des blocs dont la trajectoire intercepte la zone du bâtiment :

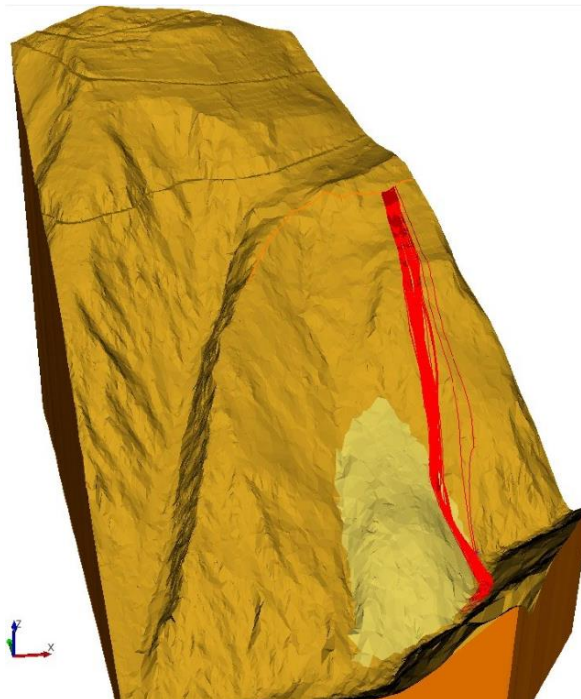


Figure 40. Etude trajectographique : ensemble des trajectoires atteignant le bâtiment

On peut constater que les blocs sont bien canalisés par le couloir, ce qui est validé par l'approche de terrain.

Pour cette cinématique précise, on doit analyser les hauteurs de passage au droit d'un écran fictif implanté au niveau du bâtiment.

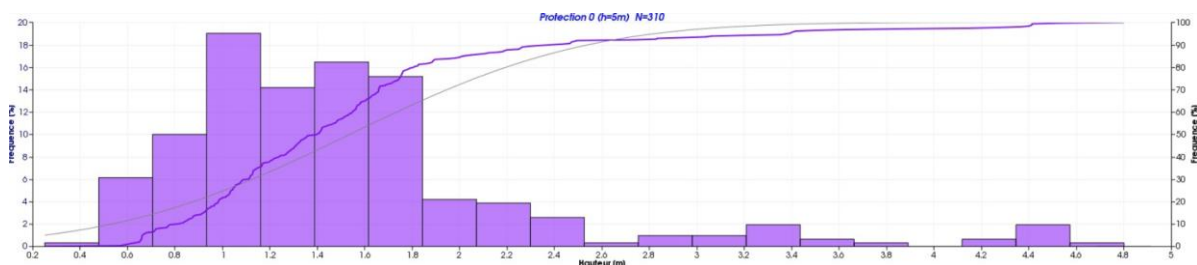
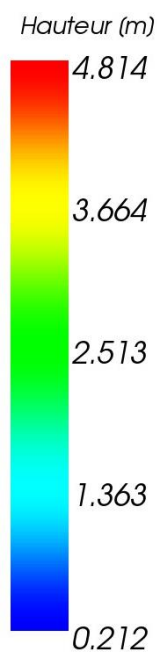


Figure 41. Etude trajectographique : distribution des hauteurs de passage des blocs au niveau du bâtiment

La figure ci-dessus montre que la quasi-totalité des blocs passent avec une hauteur inférieure à 1.8m au niveau du bâtiment.



Profil de la trajectoire 8212

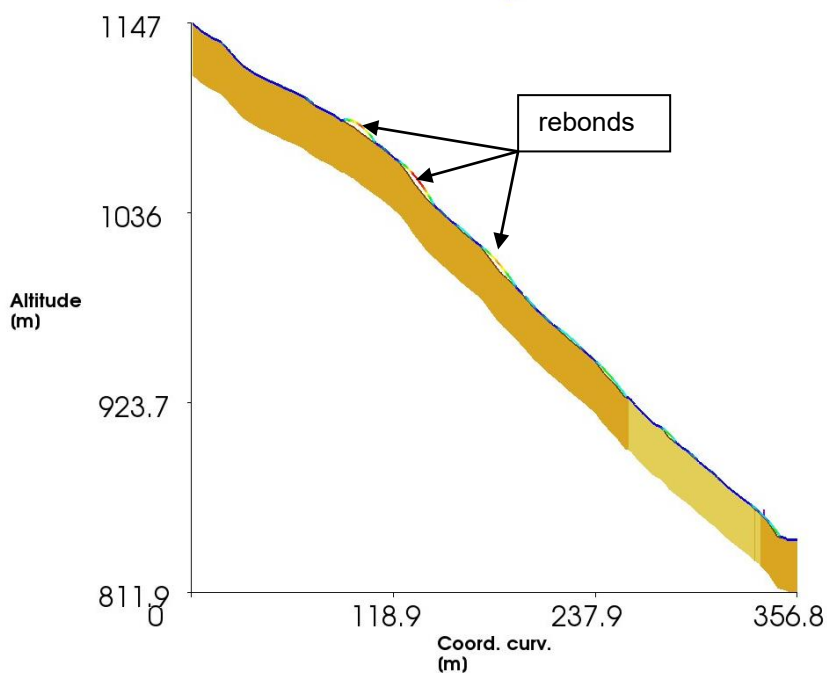


Figure 42. Etude trajectographique : profil d'une trajectoire représentative de chute au droit du bâtiment

L'un des profils représentatifs illustré ci-dessus indique que les rebonds se produisent dans la section amont (à des altitudes schématiquement supérieures à 1000m). Dans la partie aval, les blocs roulent.

Cela signifie que la cinématique principale des trajectoires correspond à une absence de rebonds, c'est-à-dire une absence d'impacts de grande énergie.

IV-4-4 Aléas résiduels – étude de stabilité

Le pied des éboulis présente une forte sensibilité au glissement : la pente sur les 50m dominant le torrent est à 43° , puis à 35° jusqu'à l'altitude de 1000m.

L'épaisseur de blocs au niveau du lit du torrent est visuellement faible, puisque les schistes affleurent en rive gauche au niveau de la prise d'eau ALTEO.

Il est donc totalement exclu de décaisser les éboulis, sous peine de déstabiliser le versant.

Pour cette raison, il a été décidé d'implanter le bâtiment en déroctant l'éperon, où la stabilité est assurée.

Les déblais seront aménagés en une butée de pied aménagée en une plateforme d'accès au bâtiment

A. Etude de la stabilité du mur poids (calculs Geomur)

Le mur de soutènement a été analysé sur la base du profil P264 à proximité du bâtiment.

Sur ce profil, la hauteur de soutènement est de 2.5m. A titre de sécurité, la géométrie étudiée est basée sur une hauteur de 3.5m, avec un fruit de 366% (pente 75° / horizontale = fruit de 15°).

Le mur est de type poids. La largeur en tête est de 0.4m, et celle en pied de 1.3m

Terrain naturel présente une pente de 43° .

L'étude par le logiciel Geomur vise à analyser la stabilité des soutènements vis-à-vis des cinématiques de renversement, glissement par rapport à leur base et poinçonnement

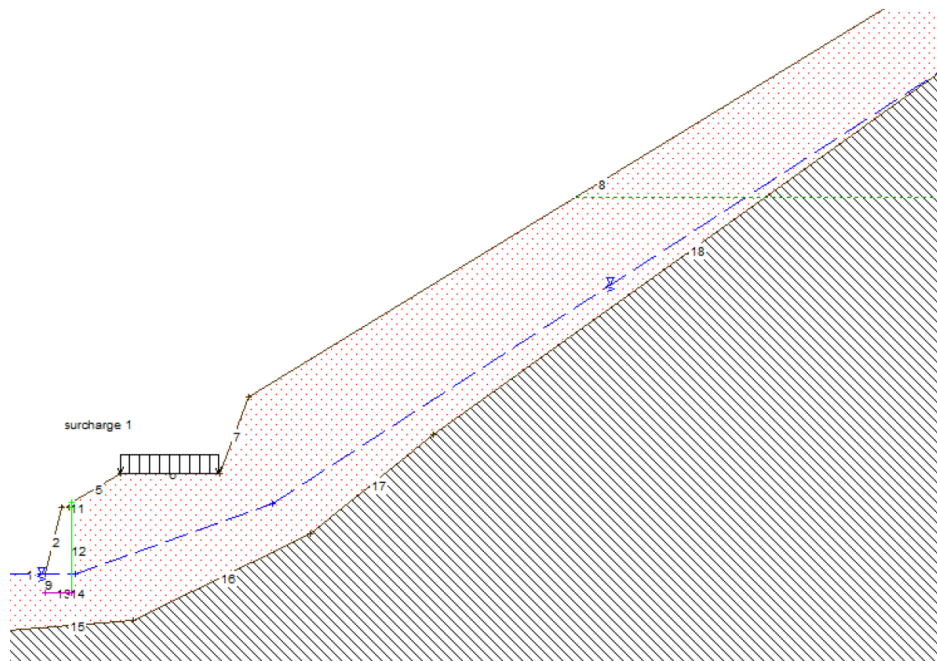


Figure 43. soutènement aval de la plateforme : Profil représentatif étudié

Il est supposé sur la plateforme une surcharge verticale uniformément répartie de 20 kPa.

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

SOLS	γ	c	ϕ	δ	Ca
1	20.00	2.00	45.00	40.00	0.00
2	27.00	40.00	45.00	45.00	0.00

MUR	γ	BASE	C	ϕ	q0	qu	Type sol	De
	25.00		0.00	45.00	18.00	800.00	frottant	1.00

SURCHARGES	Xg	Xd	Qg	Qd	α
1	6.00	11.20	20.00	20.00	0.00
					variable

Les résultats des calculs sont joints en annexe et synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Poids	Poussée		Charges	Méthode	FASCICULE 62	Fs cil	Fs mn	Fs cil	Fs mn	Fs cil	Fs mn
	Sol	Eau									
1.000	1.200	1.050	1.200 1.330	1.125	Glissement (A521+B3.4)	1.921 1.906	> 1.000 > 1.000	-	-	-	-
1.000	1.200	1.050	1.200 1.330	1.125	Renversement (A521+B3.2)	100.00 % 100.00 %	> 10.00 % > 10.00 %	-	-	-	-
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	Renversement (A53+B3.3)	100.00 %	= 100.00 %	-	-	-	-
1.000	1.200	1.050	1.200 1.330	1.125	Poinçonnement (A521+B3.11)	1.385 1.368	> 1.000 > 1.000	-	-	-	-
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	Poinçonnement (A533+B3.12)	1.188	> 1.000	-	-	-	-
Actions - ELU permanentes défavorables $\gamma_g = 1.35$ variables défavorables $\gamma_q = 1.5$ permanentes favorables $\gamma_g = 1$ variables favorables $\gamma_q = 0$ Eau favorable $\gamma_{w,inf} = 1$ Eau défavorable $\gamma_{w,sup} = 1.35$ Résistances portance (ELU) $\gamma_{R,v} = 1.4$ portance (ELS) $\gamma_{R,v} = 2.3$ glissement $\gamma_{R,h} = 1.1$ butée $\gamma_{R,e} = 1.4$ Méthode glissement $\gamma_{R,d,h} = 0.9$ portance $\gamma_{R,d,v} = 1$					Eurocodes 7 : NF P 94-281						
Approche 2 - ELU Glissement (ELU Article 9.3.1) Poussée défavorable-Poids favorable Renversement (ELU Article 9.2.2) Poussée défavorable-Poids favorable Poinçonnement (ELU Article 9.2.1) Poussée défavorable-Poids favorable					Rh,d = 141.88 kN/m Rp,d = 0 kN/m Hd = 58.176 kN/m Hd <= Rh,d + Rp,d e = 0.214 m e < 7/15 * B = 0.63 m R0=24.3 kN; iβ=0.414 Rv,d = 217.98 kN/m Vd = 140.46 kN/m Vd <= Rv,d + R0						
Approche 2 - ELS Renversement (ELS Article 12.3) Poinçonnement (ELS Article 12.2)					e = 0.131 m e < 1/4 * B = 0.338 m R0=24.3 kN; iβ=0.514 Rv,d = 194.49 kN/m Vd = 133.74 kN/m Vd <= Rv,d + R0						

La sécurité est acquise conformément aux stipulations du fascicule 62 et aux Eurocodes 7.

B. Etude de stabilité du talus (calculs Talren)

Le profil du versant a été analysé en l'état, sans mouvement de terre.

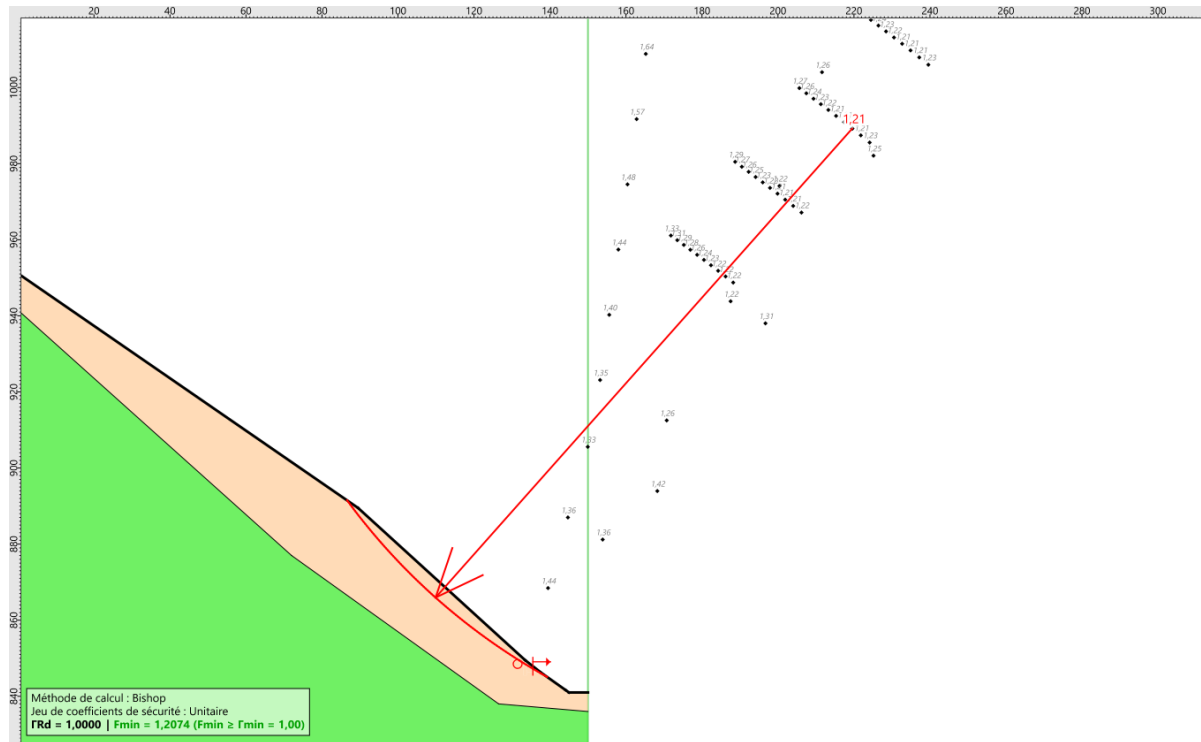


Figure 44. Profil actuel : étude de stabilité des éboulis - statique

La sécurité minimale actuelle est de 1.21 calculée en méthode unitaire sous combinaison fondamentale, et correspond à un cercle critique affectant tout le linéaire aval incliné à 1/1.

Le soutènement est un murs poids en enrochements bétonnés, de géométrie similaire au profil étudié précédemment. Son assise est engravée dans les alluvions à une profondeur de 1m.

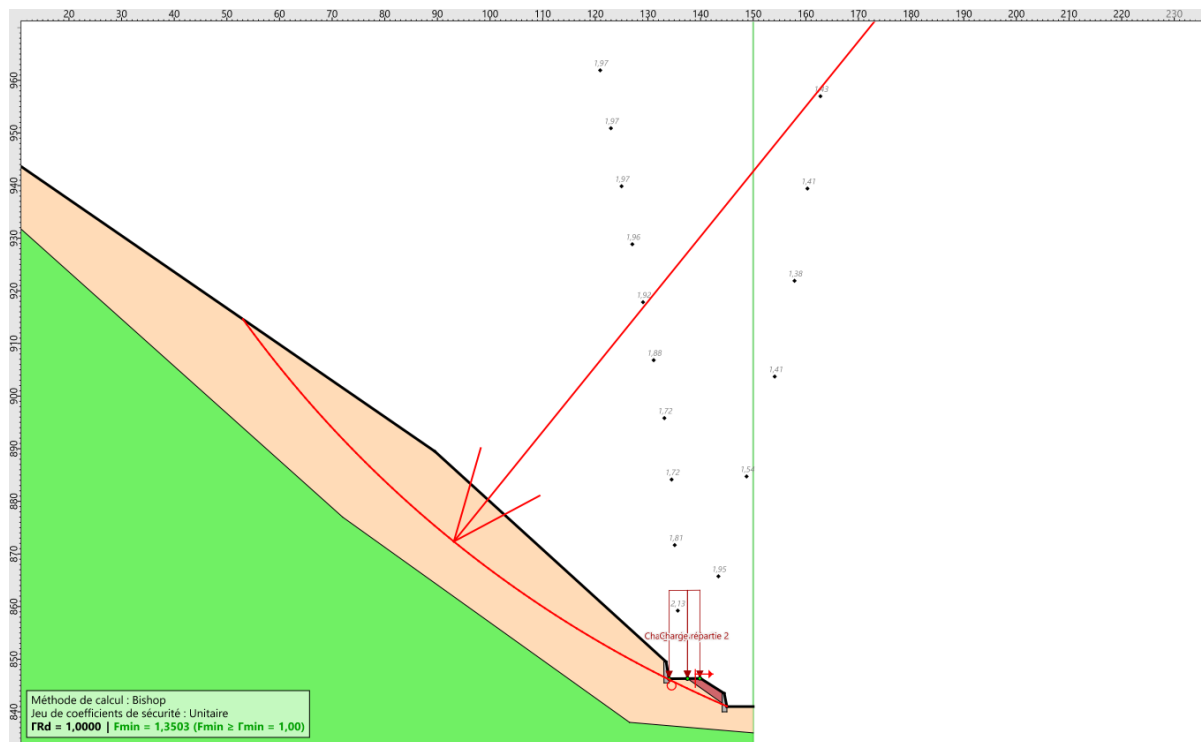


Figure 45. Projet : étude de stabilité des éboulis - statique

La sécurité calculée est de 1.35 en méthode unitaire sous combinaison fondamentale. L'entrée en terre de la ligne de glissement critique est à la cote 915m, soit 75 mètres en dénivelée à l'amont du lit du torrent.

L'aménagement envisagé améliore par conséquent la stabilité d'un facteur $1.35/1.2 = 1.125$ soit 12.5% d'amélioration, ce qui est satisfaisant.

La stabilité a été dimensionnée aux eurocodes sous combinaisons fondamentales et sismiques et limitant l'entrée des lignes de rupture à une distance maximale de $3 \cdot H$ par rapport au mur aval, soit

Les résultats sont les suivants :

Combinaison fondamentale : $F=1.23 > 1.0$ OK
Combinaison accidentelle : $F= 0.998 \approx 1.0$ OK



IV-4-5 Conception de l'ouvrage

L'emprise minimale au sol du bâtiment est de 80m².

Les éboulis ne doivent pas être décaissés. Il sera recherché de loger le bâtiment au sein de l'éperon rocheux stable.

Les schistes sont très compacts et peuvent être assimilés à des gneiss. Ils seront considérés comme non érodables.

La capacité portante des sols est excellente et pourra admettre des contraintes à l'ELS de 300 kPa sans générer de tassements.

Le bâtiment est calé à la cote de 844 NGF, avec une porte de service calée au niveau de la plateforme à 846.4m. Le radier est positionné à plus de 4 mètres au dessus du lit mineur, ce qui le met à l'abri des crues exceptionnelles et des transports solides qui leur sont associées.



Figure 48. Projet : vue en plan du bâtiment

L'étude trajectographique a confirmé l'exposition du site aux chutes de pierres. Leurs volumes identifiables sont de l'ordre de 300 à 500 litres.

L'analyse des trajectoires montre que les blocs roulent et ne percutent pas l'ouvrage. La morphologie du terrain privilégie les trajectoires vers le couloir mitoyen.

La toiture du bâtiment sera inclinée à 2H/1V, et conforme au terrain naturel : l'ouvrage est transparent vis-à-vis de la cinématique des pierres.

La dalle du bâtiment sera recouverte d'une couche de pneumatiques PL non déflaqué et ligaturés, surmontée de terre sur une épaisseur totale de structure de 1.5m. Cette disposition constructive qui est habituellement retenue pour les dalles de couverture d'ouvrages pare blocs, est une garantie supplémentaire de non endommagement de la structure soumise à des aléas de chutes de pierres.

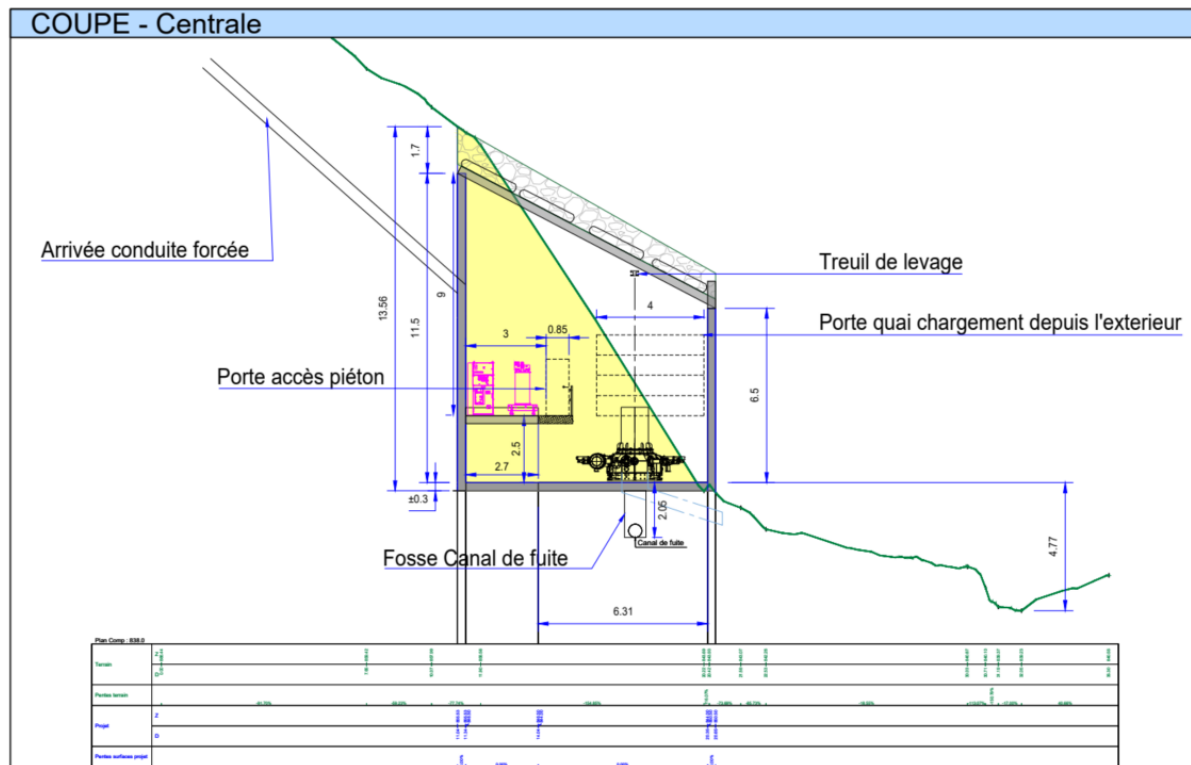


Figure 49. Projet : coupe type du bâtiment

IV-4-6 Méthodologie d'exécution

L'encastrement du bâtiment dans le massif schisteux impose un déroctage. Compte tenu de la compacité des matériaux, il sera nécessaire de faire appel à du minage.

Le décaissement se fera sur une hauteur totale d'environ 11.5 à 12m. La couverture superficielle de colluvions d'1.5m sera talutée au préalable, et un grillage en tête de talus sera mis en place pour éviter la chute de cailloux dans la fouille.

A titre de sécurité, les arbres abattus seront mis en place en « tourne » de façon à dévier les éventuels blocs en direction du couloir

Il est rappelé la sensibilité des éboulis adjacents, et la proximité de la prise d'eau en rive opposée.

Pour un décaissement de l'ordre de 12 mètres, le déroctage se fera en 3 ou 4 volées.

Les vibrations seront limitées par l'exécution d'un rideau de prédécoupage préalable aux tirs d'abattage.

Un dispositif de surveillance vibratoire sera installé sur la prise d'eau afin de vérifier le strict respect des seuils conformément aux dispositions des règles en vigueur (arrêté interministériel du 22 septembre 1994 = 10mm/s pondérées selon le contenu fréquentiel du signal), ou encore selon les préconisations établies par le bureau des mines américain (USBM) ci-après.

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

Type de dommage selon la vitesse des ondes dans le substratum	Vitesse particulière en mm/s		
	Sables, graviers, argiles saturées	Schistes, calcaires tendres	Granites, calcaires durs
Aucune formation de microfissure notable	18	36	72
Petites microfissures, chutes de plâtres	30	56	110
Apparition de fissures	41	81	160
Fissures importantes	61	115	230

Le front de la fouille sera orienté N53°E, sub-vertical. Les mesures de discontinuités ont relevé des diaclases orientées N55 à 75°E, avec des plongements de 85 à 90°S. Cela signifie que la fracturation naturelle du terrain est favorable et quasi parallèle au front.

Il n'y aura donc pas de dièdres ou de masses rocheuses de grand volume instables. Cela signifie qu'il n'y a pas de confortement à prévoir pour stabiliser la fouille qui n'est pas soumise à des risques de rupture massive.

Toutefois, compte tenu de la hauteur de la fouille et des risques de décompression du front pouvant générer des écaillles sensibles, les terrains seront confinés par un clouage préventif, et un grillage plaqué. A titre indicatif, on peut envisager un clouage par des aciers type gewi phi 20mm de longueur 6m à raison d'une inclusion tous les 4m². Ces dispositions seront à préciser lors de l'exécution des travaux.

Ils feront l'objet d'un suivi géotechnique dans le cadre de missions G3 et G4 de façon à adapter si nécessaire les dispositions en fonction des relevés géotechniques.

IV-4-7 Alea résiduel - avalanche

Selon les informations dont nous disposons, aucune avalanche ne s'était déclenchée dans le thalweg du Grand Nant depuis une trentaine d'année. Le front de l'avalanche n'était parvenu qu'à une cinquantaine de mètres par rapport à la prise d'eau Alteo.

En février 2026, l'avalanche a parcouru tout le linéaire du lit de Bénétant entre le lit du Grand Nant et la prise d'eau Alteo, soit un linéaire de 225m. L'ampleur de cette avalanche peut être qualifiée d'exceptionnelle.

Le front a juste atteint le voile Alteo dans le lit du torrent de Bénétant comme illustré ci-dessous.



Figure 50. Vue du front de l'avalanche (photo B Pilot 05.03.2026)

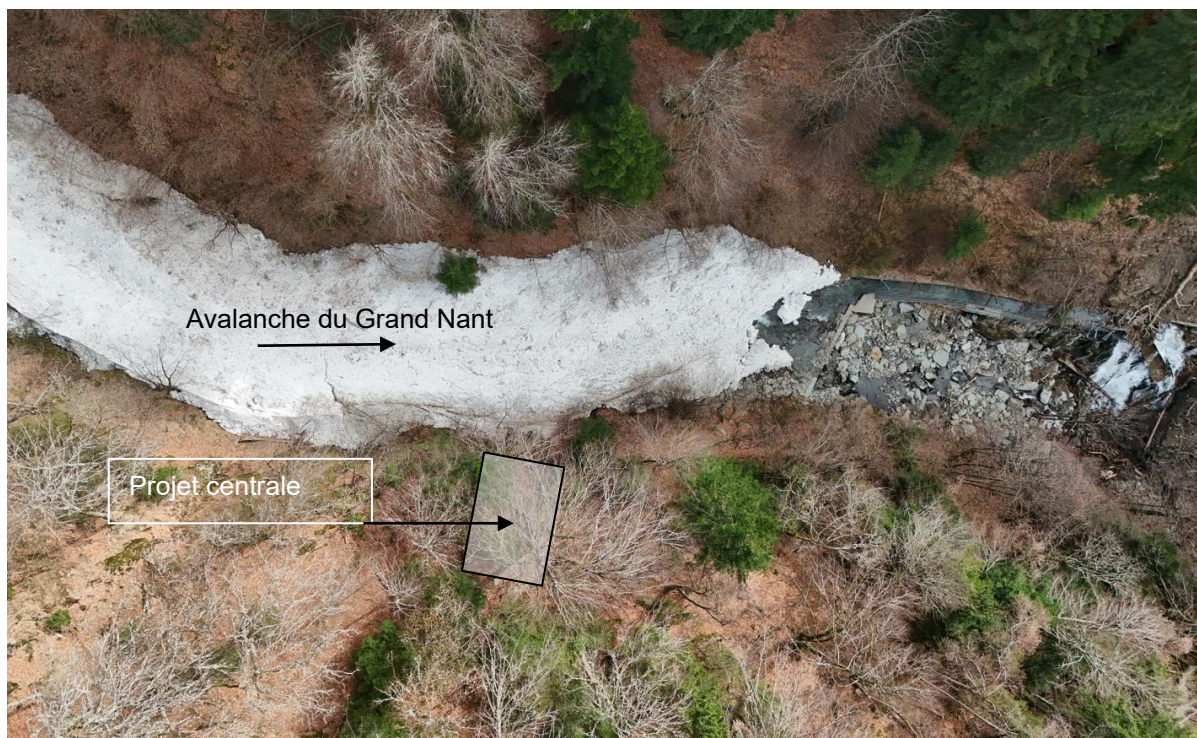


Figure 51. Vue aérienne de l'avalanche du Grand Nant (photo B Pilot 05.03.2026)

On constate au vu des photographies précédentes que le bâtiment est implanté dans le massif rocheux, à l'écart de la coulée en rive droite du Bénétant. Il n'est donc pas dans la trajectoire de l'écoulement et n'en constitue pas un obstacle.

Par ailleurs, le profil de la coulée a juste atteint le niveau des fondations, à 2.5m sous le niveau de la plateforme.

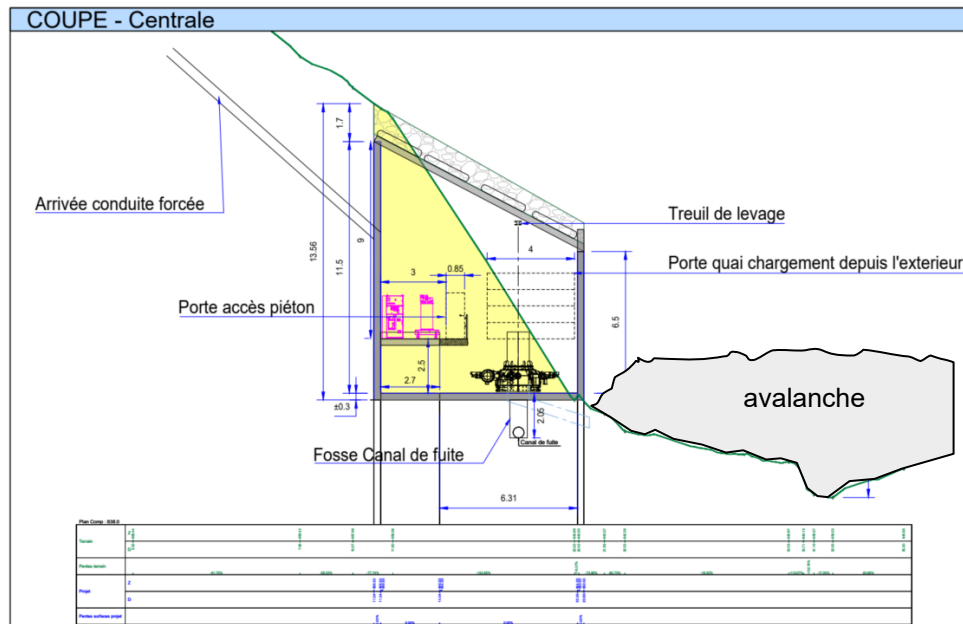


Figure 52. Illustration du profil de la coulée neigeuse

Enfin, les ouvertures sont orientées Sud-Ouest, c'est-à-dire qu'elles ne sont localisées sur la façade exposée aux flux.

Un autre phénomène mixte avalanche/glissement de terrain a affecté le bassin versant du Merderet, qui a été à l'origine de désordres sur le prise d'eau Alteo. Un voile du canal ouvert d'amenée a été arraché par des chutes de blocs. Un tel type de phénomène n'est pas envisageable sur le bâtiment de Bénétant amont

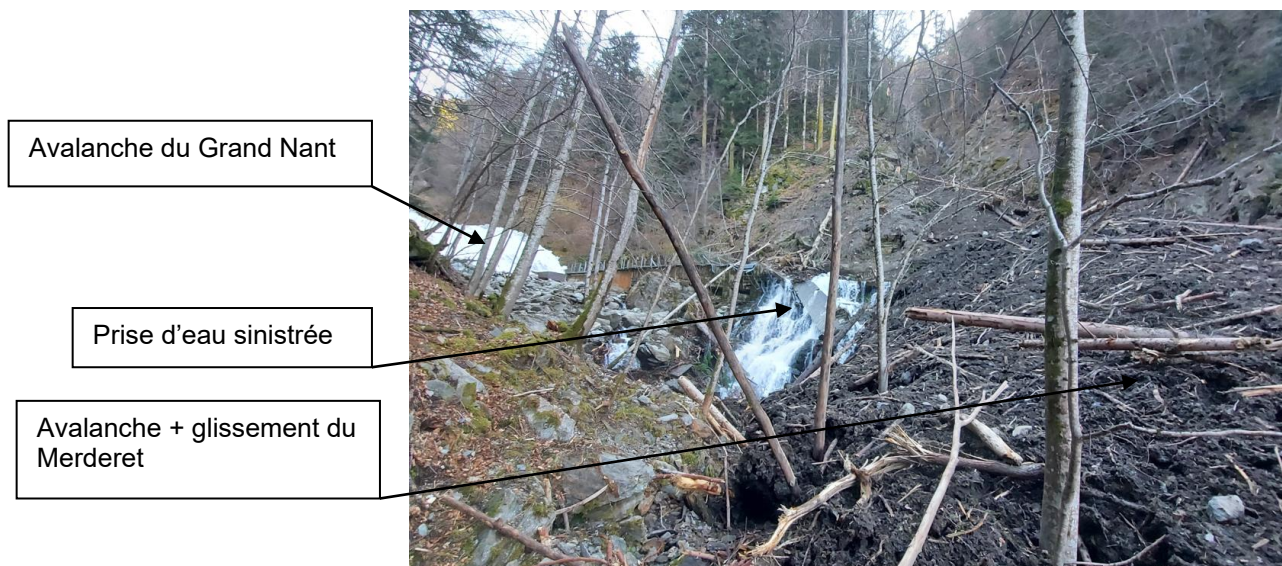


Figure 53. Illustration de la coulée du Merderet et de la prise endommagée

IV-5 LA PRISE D'EAU DU GRAND NANT

IV-5-1 Géotechnique du site

La prise d'eau du grand Nant est répertoriée comme étant assise dans les éboulis actuels à anciens, localement des cônes d'avalanche et éboulis mêlés à moraines.

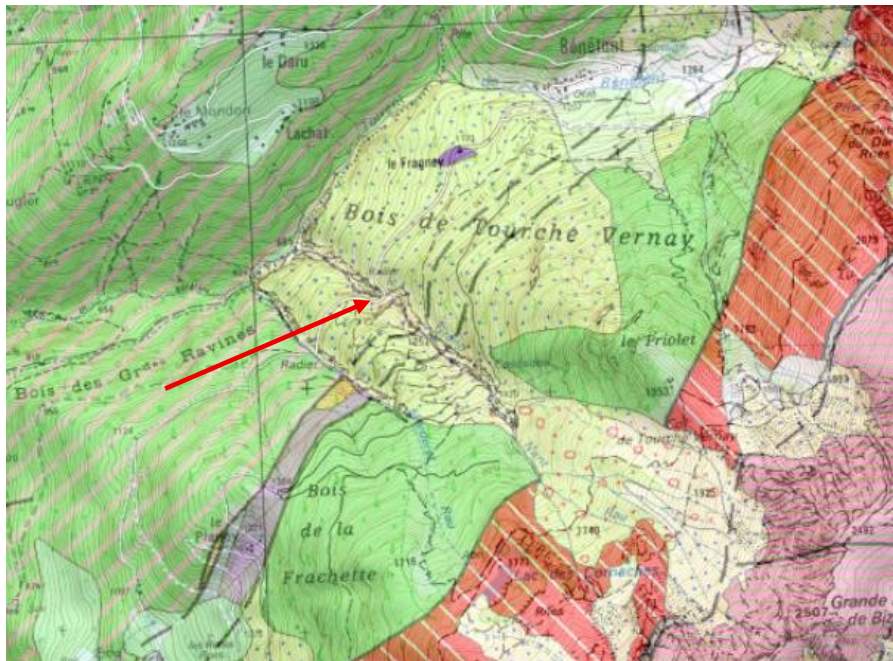


Figure 54. prise d'eau du Grand Nant : extrait de la carte géologique vecteur harmonisée 1/50000(BRGM)

IV-5-2 Investigations réalisées

La prise d'eau sera implantée dans l'accotement de la route, en rive droite au pied de la cascade du Grand Nant.



Figure 55. prise d'eau du Grand Nant : vue aérienne par drone(photo B Pilot)

Les affleurement rocheux sont évidents, qui infirment les éléments de la carte géologiques. Ce sont des schistes très fracturés et non des placages morainiques ou des éboulis.

Le soutènement de la route est assuré par un mur en pierres maçonnées d'une hauteur de 8 mètres.

Aucun signe de mouvement de la chaussée et du mur n'est décelable

IV-5-3 Aleas résiduels

La stabilité de l'ouvrage est acquise. En revanche, des avalanches et accumulations de matériaux peuvent se produire sur la grille de la prise d'eau. Ces chutes sont récurrentes en hiver et peuvent colmater les grilles du caniveau existant et limiter la capacité de production.



Figure 56. prise d'eau du Grand Nant : exemple d'accumulations hivernales de cailloux sur la voie

Bien qu'elle ne soit pas fréquente, le site est soumis à un risque d'avalanche. Selon les informations dont nous disposons, la période de retour d'une avalanche serait trentennale.

La dernière avalanche de février 2026 a été particulièrement importante, et son front a atteint le seuil de la prise d'eau Alteo.



Figure 57. prise d'eau du Grand Nant : illustration de l'accumulation de neige sur la route -'avalanche de février 2026

IV-5-4 Conception de l'ouvrage

Pour des raisons esthétiques et en protection contre les chutes d'éléments et les avalanches, la prise d'eau sera entièrement enterrée.

La grille du caniveau envisagé est particulièrement résistante et adaptée aux environnements contraignants : le modèle retenu sera celui utilisé pour les pistes d'atterrissages des aéroports.

Les vidanges se feront par l'ouverture des vannes de dégravage, avec un exutoire dans le massif rocheux (non érodable) et hors de l'emprise du mur afin de ne pas déstabiliser son assise.

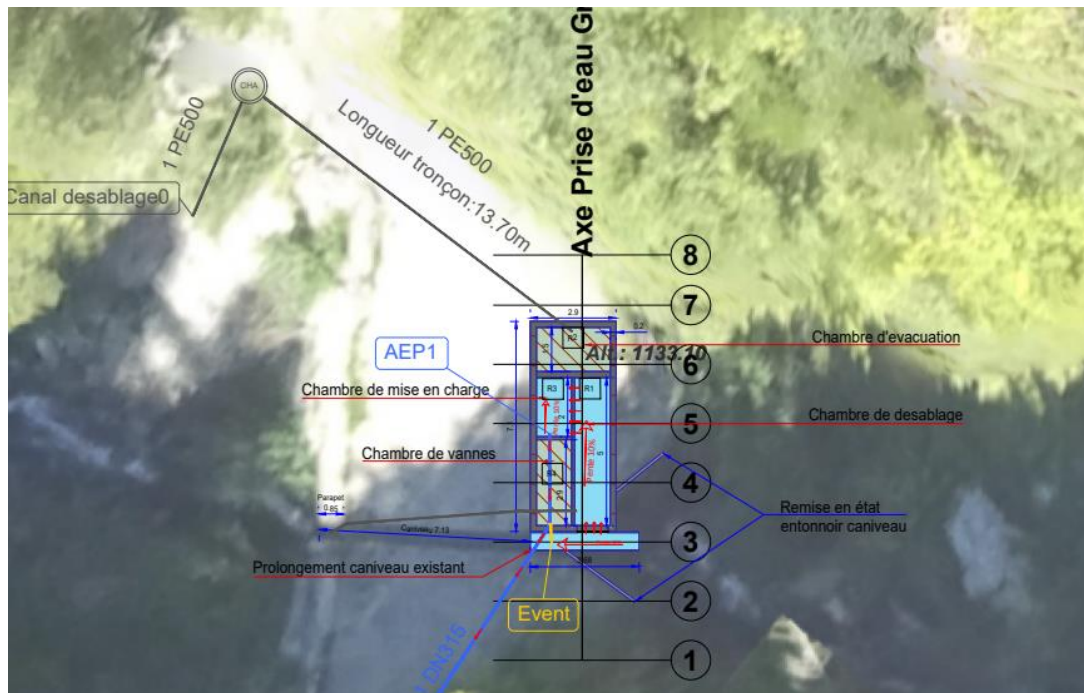


Figure 58. prise d'eau du Grand Nant : vue en plan du projet

IV-5-5 Méthodologie d'exécution

La première phase de travaux sera la réalisation de l'exutoire pour évacuer les eaux provenant de la cascade.

Les fouilles seront décaissées au BRH. Le minage n'est a priori pas indispensable en raison de la fracturation des matériaux.

Une banche pourra être mise en place en protection des équipes contre les projections d'eau et éventuellement de petits cailloux.

En cas d'orage, le chantier devra être stoppé pour cause d'intempéries.

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

IV-6 LA CONDUITE FORCÉE DU GRAND NANT

La CF du Grand Nant aura un diamètre de 300mm, pour un linéaire total de 630 mètres dont environ 300 sous la route forestière.

IV-6-1 Géotechnique du site

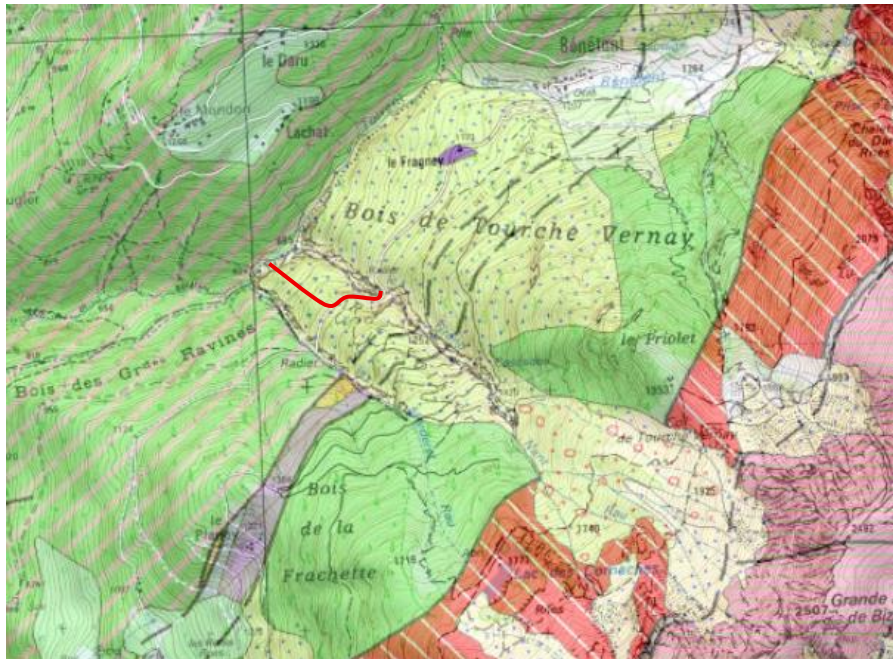


Figure 59. conduite forcée du Grand Nant : implantation sur la carte géologique du BRGM

Tout comme la prise d'eau, la conduite forcée est répertoriée comme implantée dans des éboulis.

IV-6-2 Investigations réalisées

En raison du contexte géologique, seules des investigations visuelles ont été réalisées.

La route de Bénétant à l'aval de la prise d'eau est dominée par une falaise rocheuse d'une hauteur de 30 à 50 mètres constituée de schistes très fracturés.

Ce massif rocheux présente entre autres des fractures à intervalles métriques dont le pendage aval est orienté 60 à 65°N.

A l'aval de la route, la pente moyenne du versant est de 75% (36°). La couverture colluvionnaire est de faible épaisseur, et de nombreux affleurements schisteux sont observés.



Figure 60. conduite forcée du Grand Nant : vue de la falaise dominant la route

IV-6-3 Aleas résiduels

Les seuls aléas identifiables concernent les instabilités de la falaise amont de la route forestière, dont le décaissement est à une pente supérieure ou conforme aux fractures.

On note l'existence de casquettes rocheuses particulièrement instables dont la chute sur la route est à terme inévitable.



Figure 61. conduite forcée du Grand Nant : illustration des casquettes instables dominant la route

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

La route forestière est par contre stable. Dans la mesure où la canalisation est enterrée, elle n'est pas vulnérable aux chutes.

IV-6-4 Méthodologie d'exécution

Compte tenu de la hauteur de chute, la canalisation dans la pente sera en acier. Sous la route, des alternatives en PEHD ou en fonte sont envisageables.

Les travaux dans la pente se feront forcément à l'aide d'une pelle araignée.

IV-7 LA PISTE D'ACCÈS AU BÂTIMENT

IV-7-1 Géotechnique du site

Selon la carte géologique, l'ensemble du linéaire de la piste est implantée dans les schistes de la série satinée

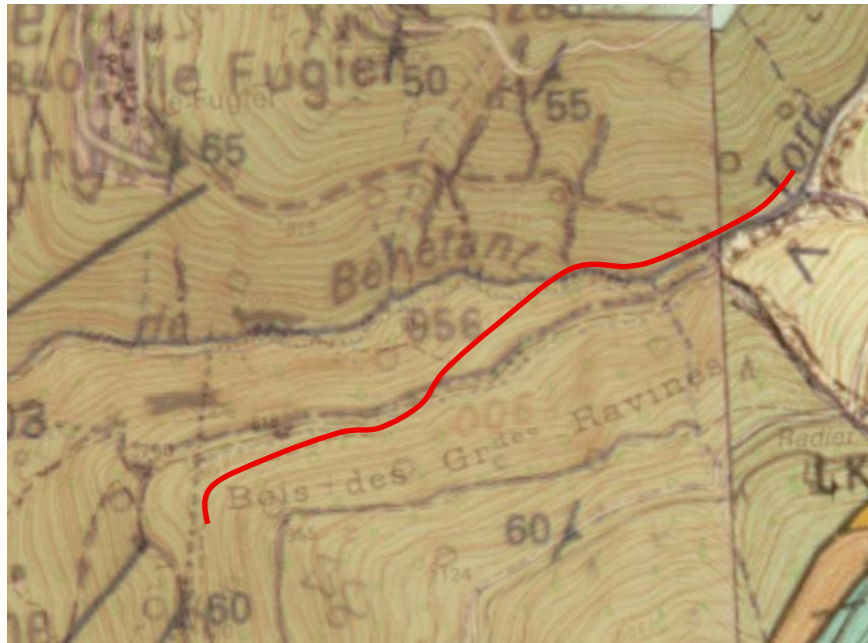


Figure 62. localisation de la piste d'accès à la centrale sur la carte BRGM

IV-7-2 Investigations réalisées

Les investigations sont visuelles.

Elles montrent la présence d'une assise schisteuse, surmontée par des placages colluvionnaires de faible épaisseur.

Des ravinements et des mouvements superficiels sont localement identifiables dans l'axe d'un thalweg en rive gauche du torrent à la cote 780m.

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

IV-7-3 Aleas résiduels

Les aléas sont principalement représentés par quelques mouvements très superficiels et le risque d'érosion des berges du torrent en cas de crue.

IV-7-4 Conception de l'ouvrage

Le choix du tracé a été optimisé pour éviter les zones sensibles :

- Au niveau de la rive gauche à l'altitude 780m (à l'aval du passage à gué) : la piste passe en contrebas d'un thalweg
- Au niveau de la zone d'arrivée vers le bâtiment, les remblais sont bloqués en pied par des enrochements maçonnés : Le tracé en partie aval du versant a été privilégié, pour ne pas surcharger les éboulis à leur état d'équilibre limite
- La disposition supra (enrochements maçonnés) sera à même de garantir l'intégrité de la piste même en cas de fortes crues et de transports solides

IV-7-5 Méthodologie d'exécution

D'une manière générale, une pelle 8 tonnes sera adaptée à la réalisation de la piste.

Seuls deux ressauts rocheux (à proximité du croisement avec la conduite d'amenée ALTEO et à environ 100m à l'aval du bâtiment) imposeront l'emploi de BRH.

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

V) CONCLUSIONS

Le projet consiste en la création d'une centrale hydroélectrique comprenant deux prises d'eau et deux conduites forcées..

Le tracé envisagé emprunte pour partie des chemins forestiers (piste de Lachat, piste forestière d'accès partiel à la centrale) ou une route forestière (CF du Grand Nant sur la route de Bénétant).

Les pistes à construire ont été envisagées de manière à minimiser l'emprise des mouvements de terre.

L'étude géotechnique G2 au stade PRO permet de retenir les points suivants :

Aucune instabilité d'ensemble n'a été identifiée, même si une forte sensibilité est mise en exergue dans les éboulis à proximité de la centrale.

Les travaux se feront très majoritairement au sein des formations schisteuses et de leur couverture colluvionnaire. Les contraintes principales en phase travaux sont liés à la forte pente générale du versant imposant des dispositions particulières pour la construction des ouvrages (pelle araignée pour les CF, stabilité provisoire des déblais)

Les fondations des ouvrages seront descendues au substratum schisteux sous-jacent (PE du Grand Nant, bâtiment usine) et peut être partiellement dans des alluvions grossières (PE de Bénétant).

Les conceptions des ouvrages sont adaptées aux contraintes particulières du site :

Les prises d'eau seront transparentes aux atterrissages d'avalanches et de cailloux (PE du grand Nant) et aux forts transports solides (PE de Bénétant).

Le bâtiment de la centrale sera engravé dans un éperon schisteux compact garantissant sa stabilité sur une assise non érodable, et sa toiture inclinée avec sa couverture de pneumatiques et de terre le protégera des trajectoires roulantes de pierres provenant du versant. Le calage altimétrique des ouvrages assure leur sécurité vis-à-vis des phénomènes de crues et des avalanches.

On veillera à prendre connaissance de l'intégralité des paragraphes respectifs détaillant l'ensemble des dispositions constructives émises dans le présent rapport.

Nous restons à la disposition de l'Entreprise et de l'équipe de Maîtrise d'œuvre pour tout renseignement complémentaire nécessaire à l'avancement du projet.

***NOTA :** On retiendra que tout problème ou difficulté d'exécution peut nécessiter une adaptation des suggestions émises et doit donc être immédiatement signalé afin que son incidence puisse être évaluée.*

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

Indice 2 Clos à LAVAL (38), le 19.03.2026		
Rédigé par	Contrôlé par	Le Président
 GEB-INGENIERIE 13 rue Sainte Ursule 31000 TOULOUSE SIRET 853 574 002 00012 courriel: GEB-INGENIERIE@orange.fr		
GEB Ingénierie 13 rue Sainte-Ursule – 31000 TOULOUSE SAS au capital de 5000€ SIRET 853 574 00012 NAF 7112B Courriel : geb-ingenierie@orange.fr B		

ANNEXES

Travaux d'aménagement d'une centrale
hydroélectrique

Torrents de Bénétant et du Grand Nant

SHBB

Communes de La Bathie et de Cevins (73)

Étude géotechnique
MISSION G2 PRO

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

ANNEXE 1

CLASSIFICATION DES MISSION GÉOTECHNIQUES TYPES (tableaux 1 et 2 de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013)

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'Ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet 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 : <u>Phase Étude de Site (ES)</u> 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'avoisinants 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. <u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u> 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 : <u>Phase Avant-projet (AVP)</u> 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 avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques. <u>Phase Projet (PRO)</u> 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 avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <u>Phase DCE / ACT</u> 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.

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

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 : <u>Phase Étude</u> — 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. <u>Phase Suivi</u> — 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 : <u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u> — 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. <u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u> — 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'étude 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).
---	---

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

ANNEXE II

Rapport d'étude géophysique de l'accès à la prise d'eau de Bénétant

SONDAGE PENETROMETRIQUE

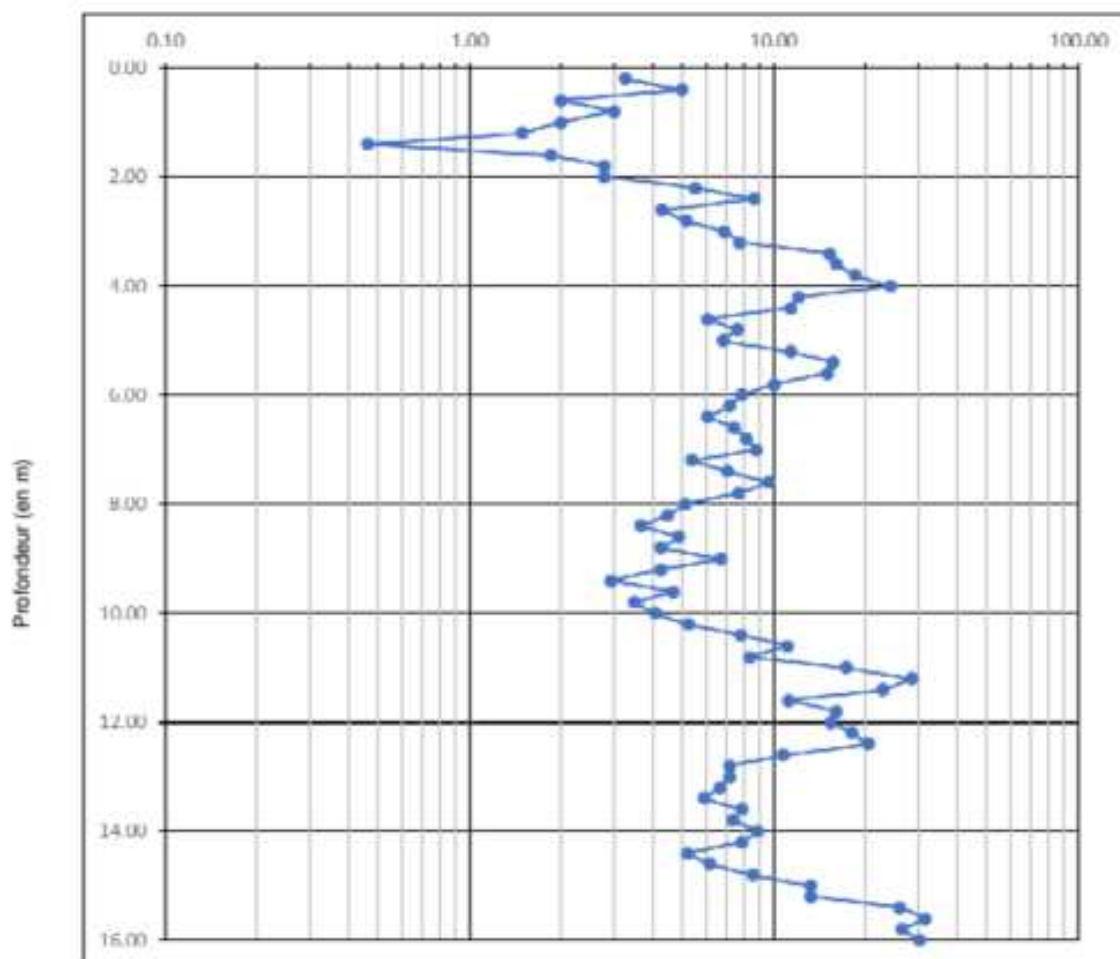


PÉNÉTROMÈTRE DYNAMIQUE – PD1

Suivant NF P 94-113 et 94-115

N° d'affaire	: 20107	Date du sondage	: 14/01/2020
Commune	: LA BÂTIE (73)	Localisation	: Torrent de Bénéant
Projet	: Centrale hydroélectrique		
Client	: SHBB	Altimétrie	:

Résistance dynamique en pointe R_d (en MPa)



Arrêt du sondage dans la formation.
Sondage réalisé au moyen d'un PAGANI TG63 – 150KN

Mesures instrumentation et analyses des ouvrages

Place Joseph Paganon 38190 LAVAL en BELLEDONNE

Tel 04 76 45 58 19 Fax 04 76 04 98 85 email : contact@miage.eu

SAS au capital de 25000€ RCS GRENOBLE 480 446 061 APE 7120B

MASW

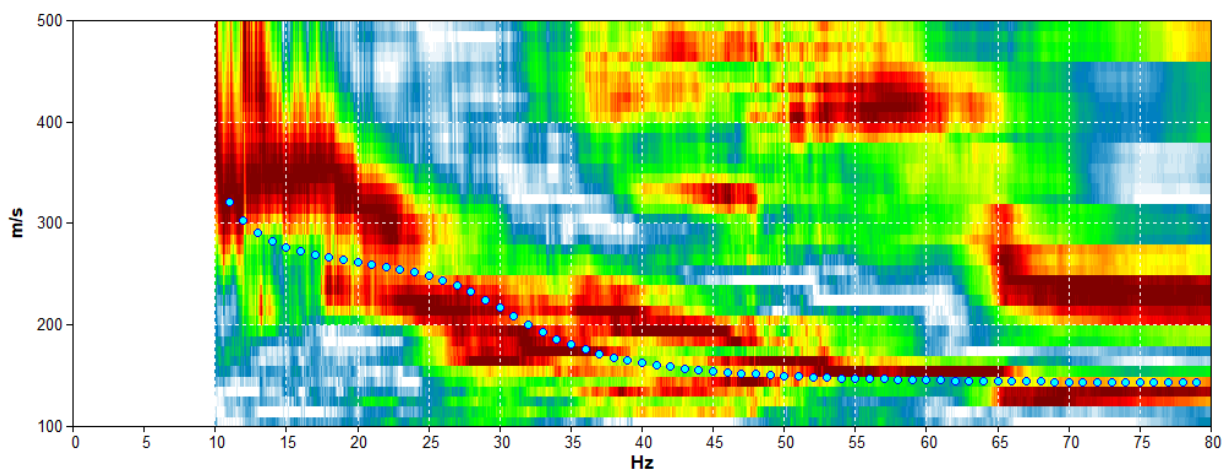
BENETANT - TR05,

Start recording: 14/01/20 12:59:46 End recording: 14/01/20 13:15:47
 Trace length: 0h16'00". Analyzed 62% trace (manual window selection)
 Sampling rate: 512 Hz

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ;
 Y+ Y- ; X+ X- ; Z+ Z- ; sync sync

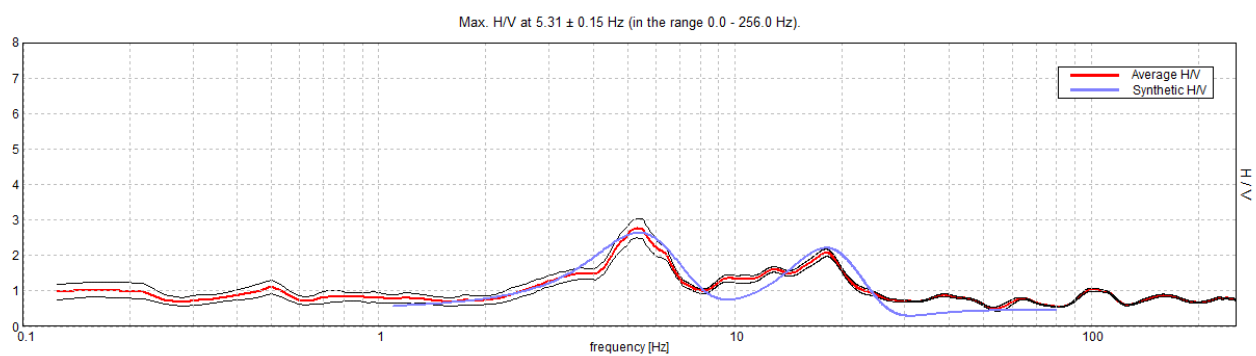
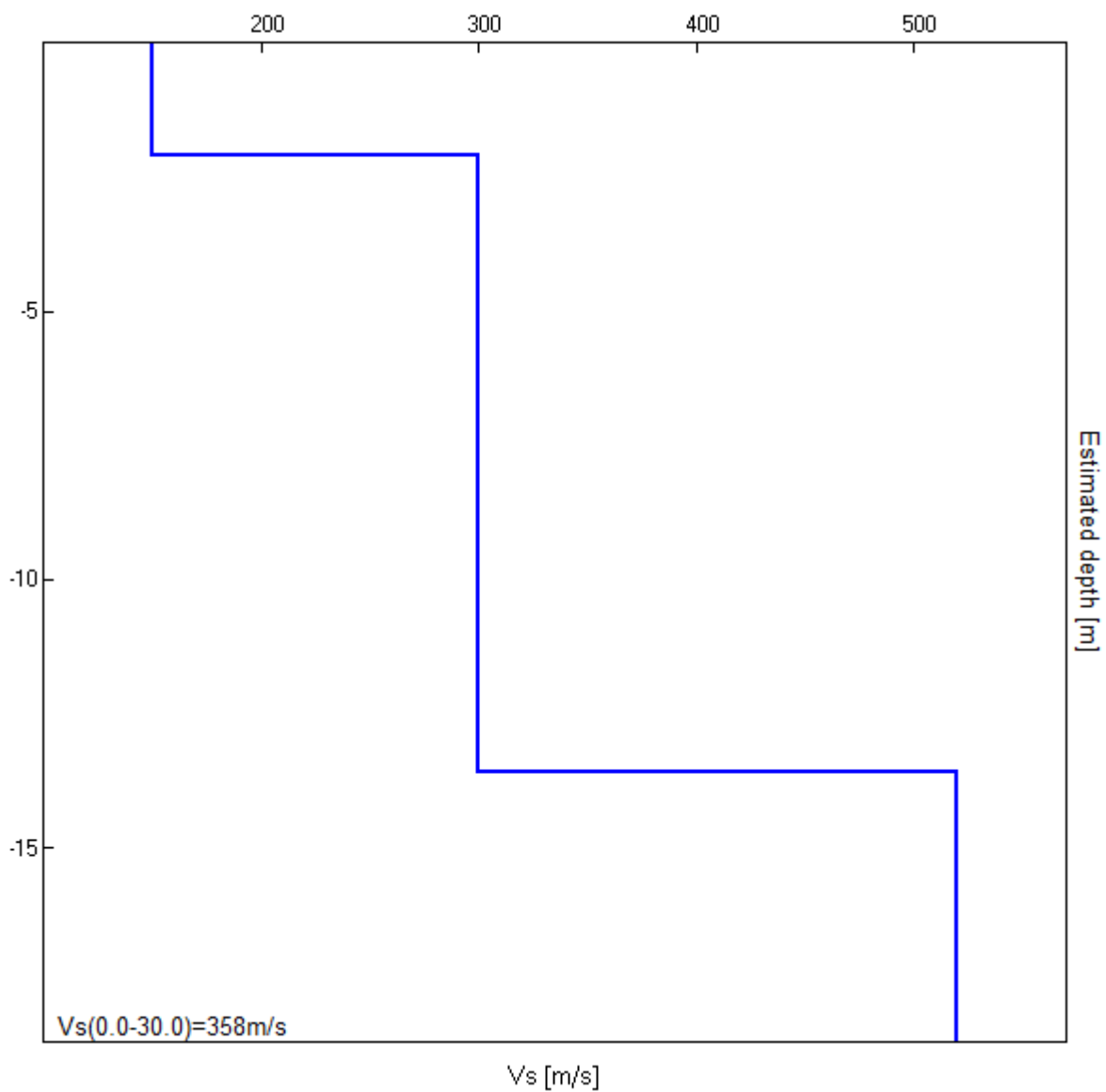
Array geometry (x): 0.0 4.0 8.0 12.0 16.0 20.0 24.0 28.0 32.0 36.0 m.

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE

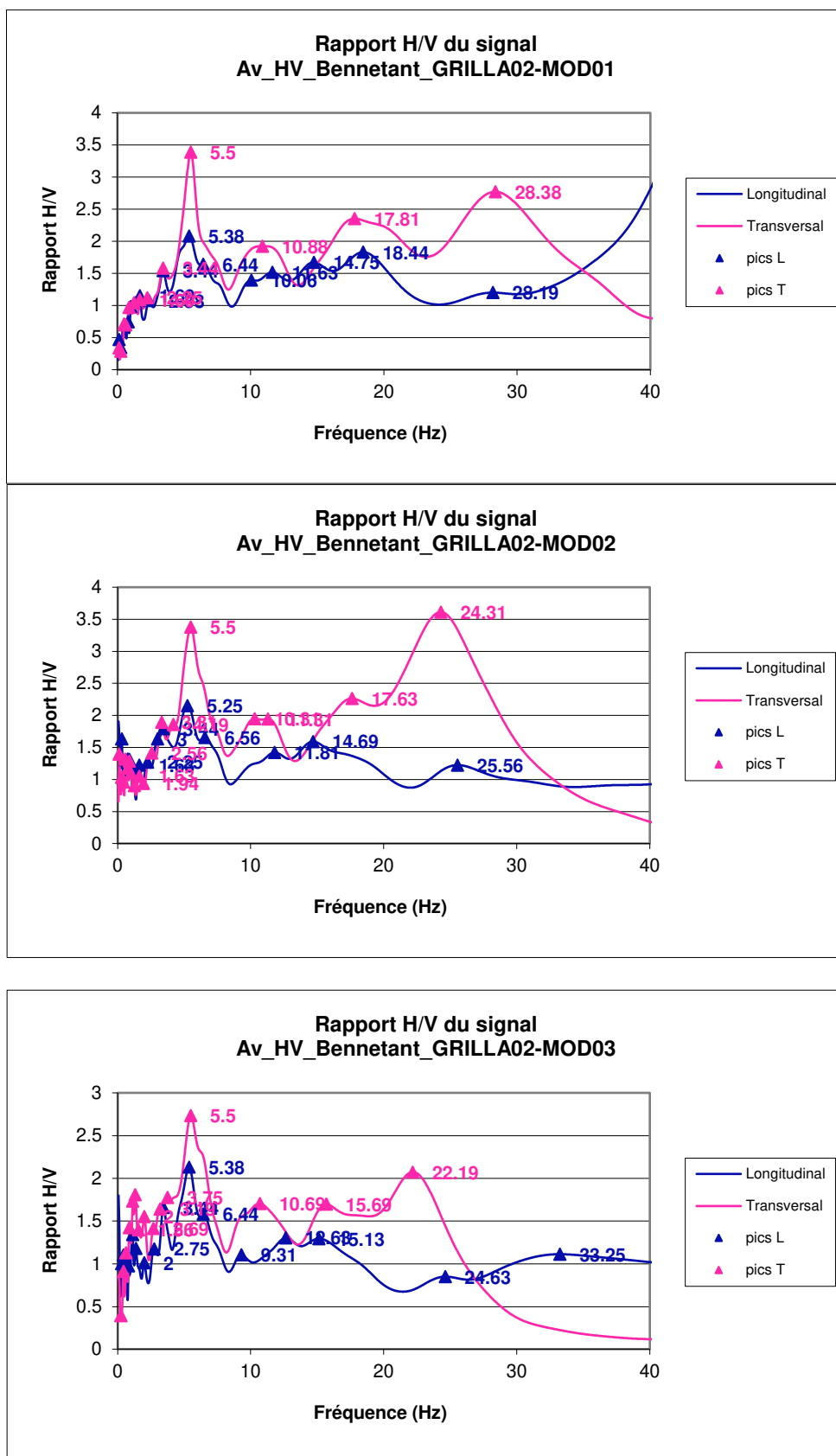


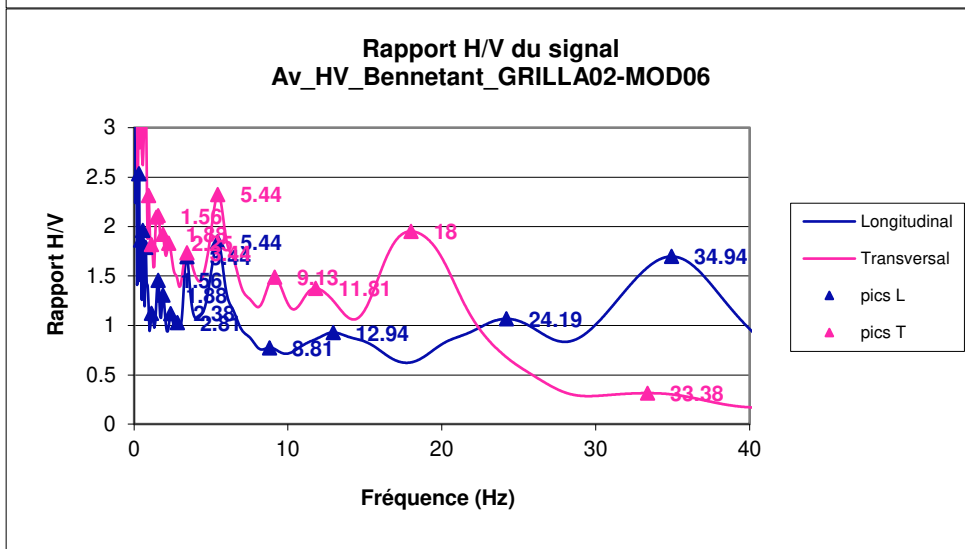
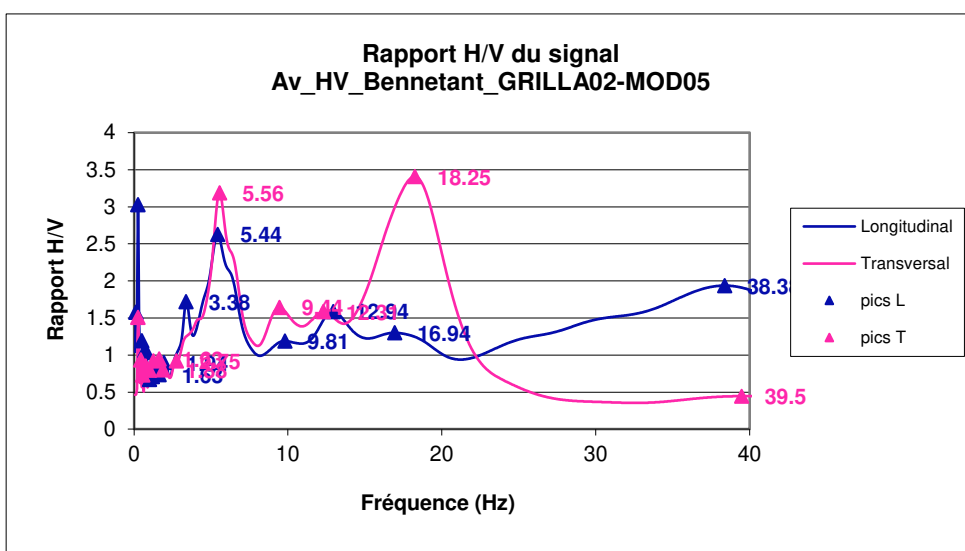
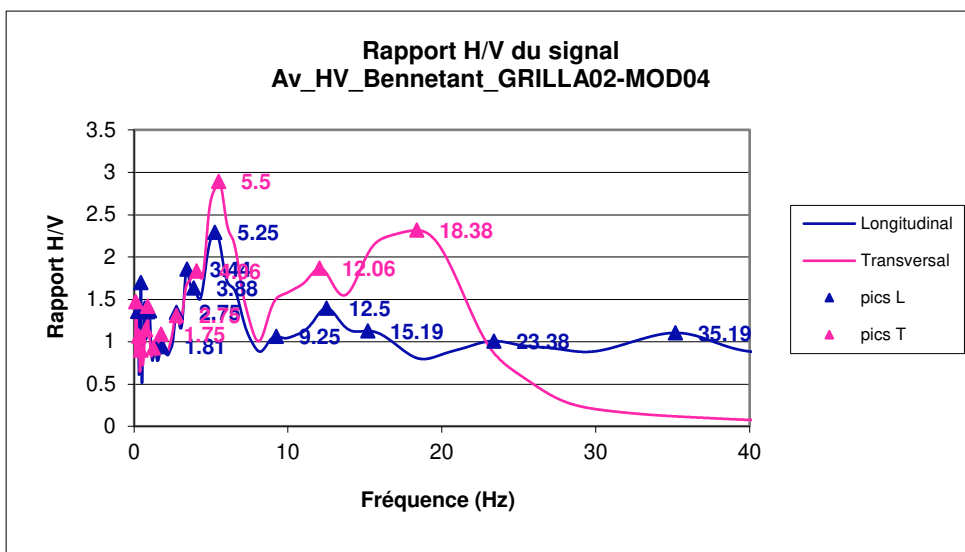
Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.10	2.10	150	0.45
13.60	11.50	300	0.45
inf.	inf.	520	0.45

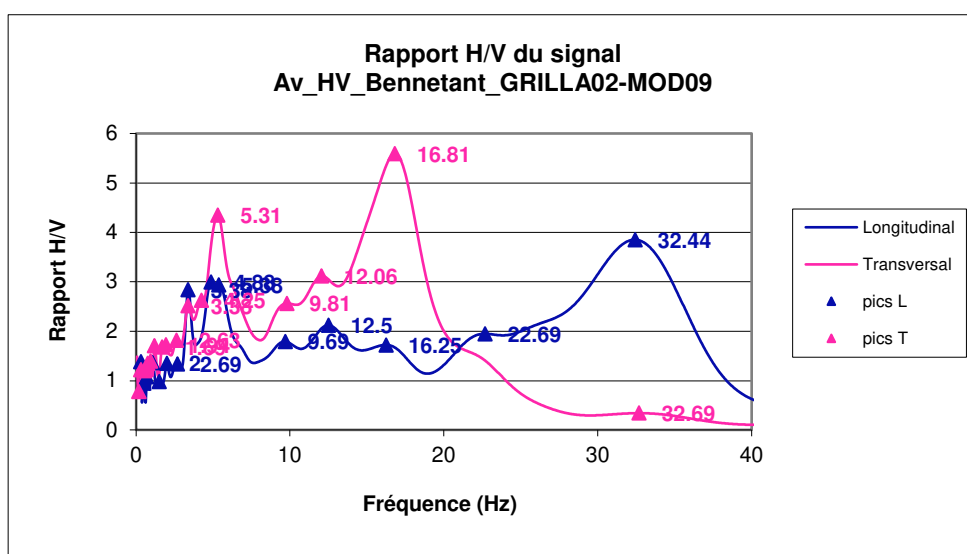
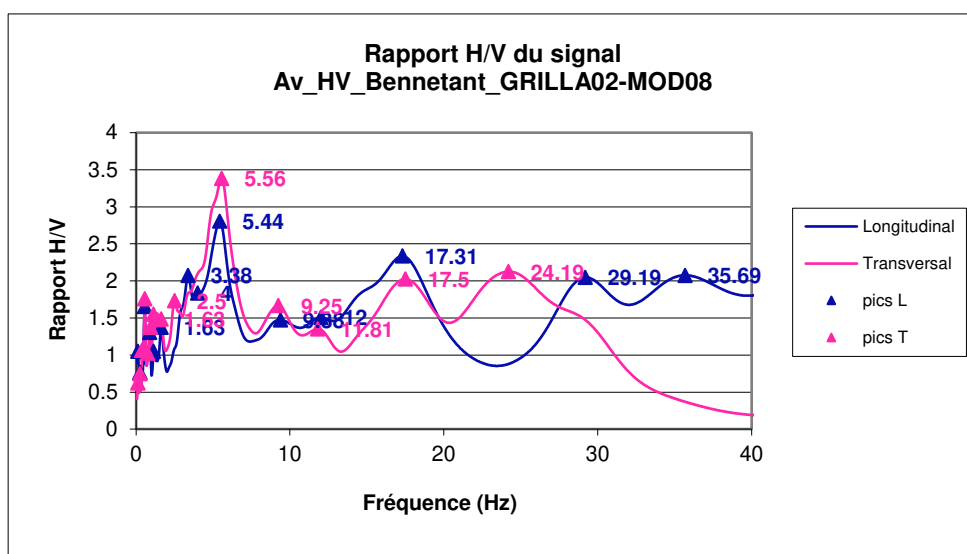
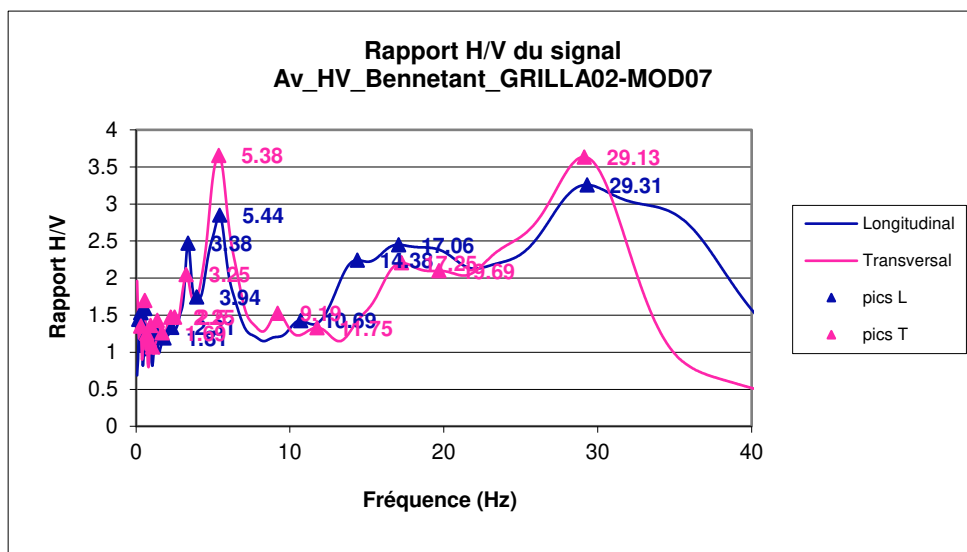
Vs(0.0-30.0)=358m/s

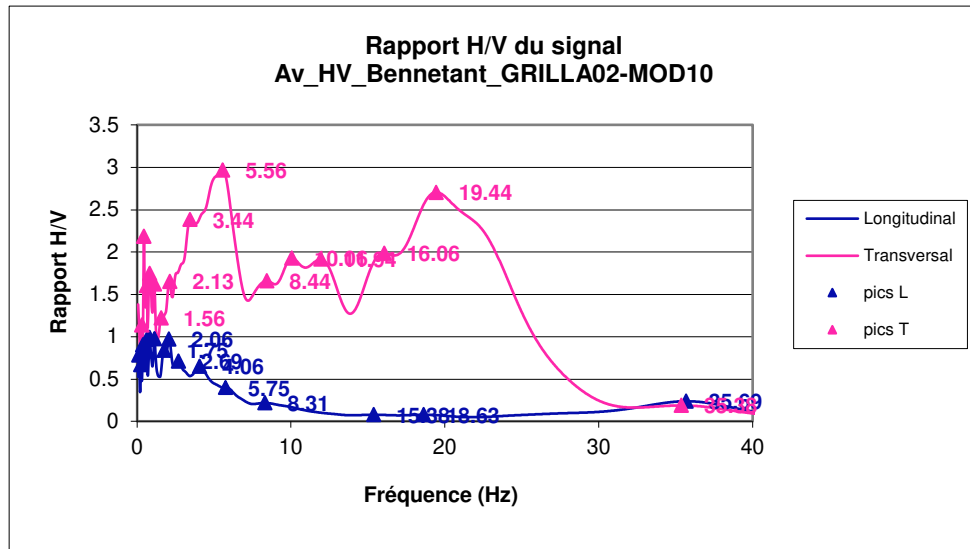


PROFIL 1



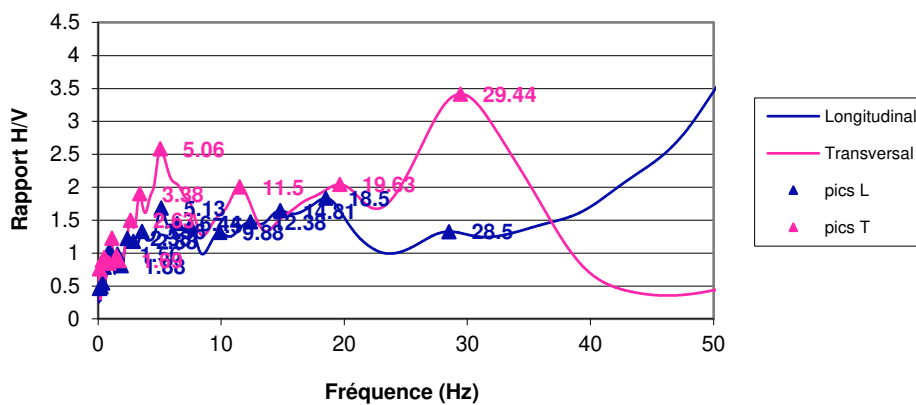




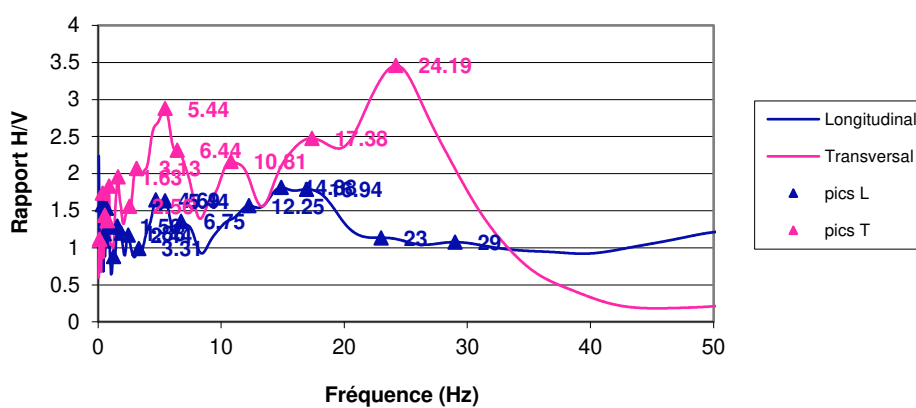


PROFIL 2

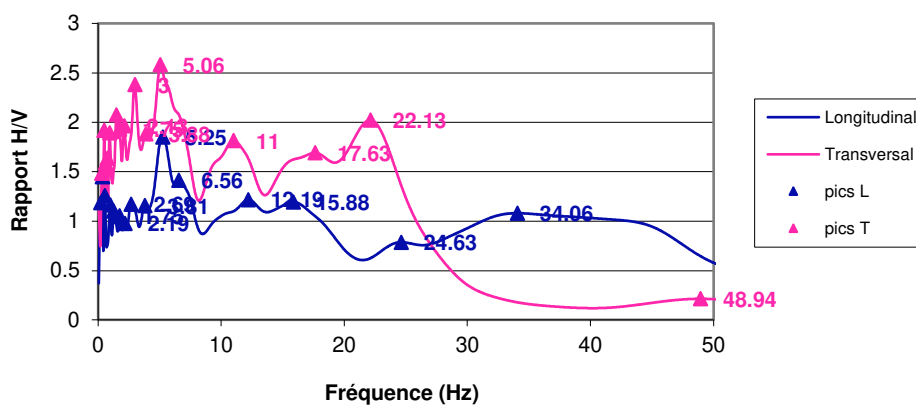
**Rapport H/V du signal
Av_HV_Bennetant_GRILLA03-MOD01**

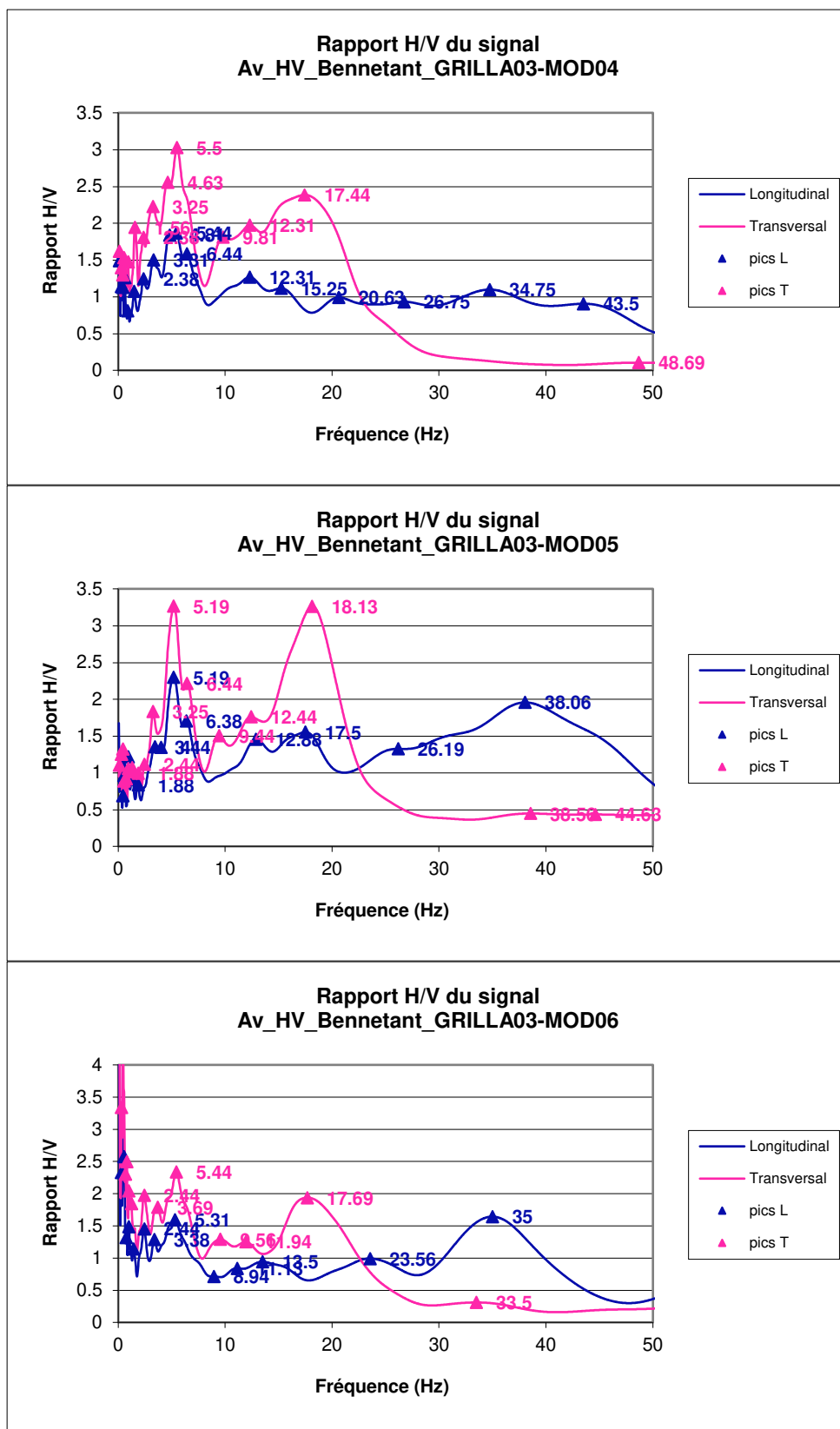


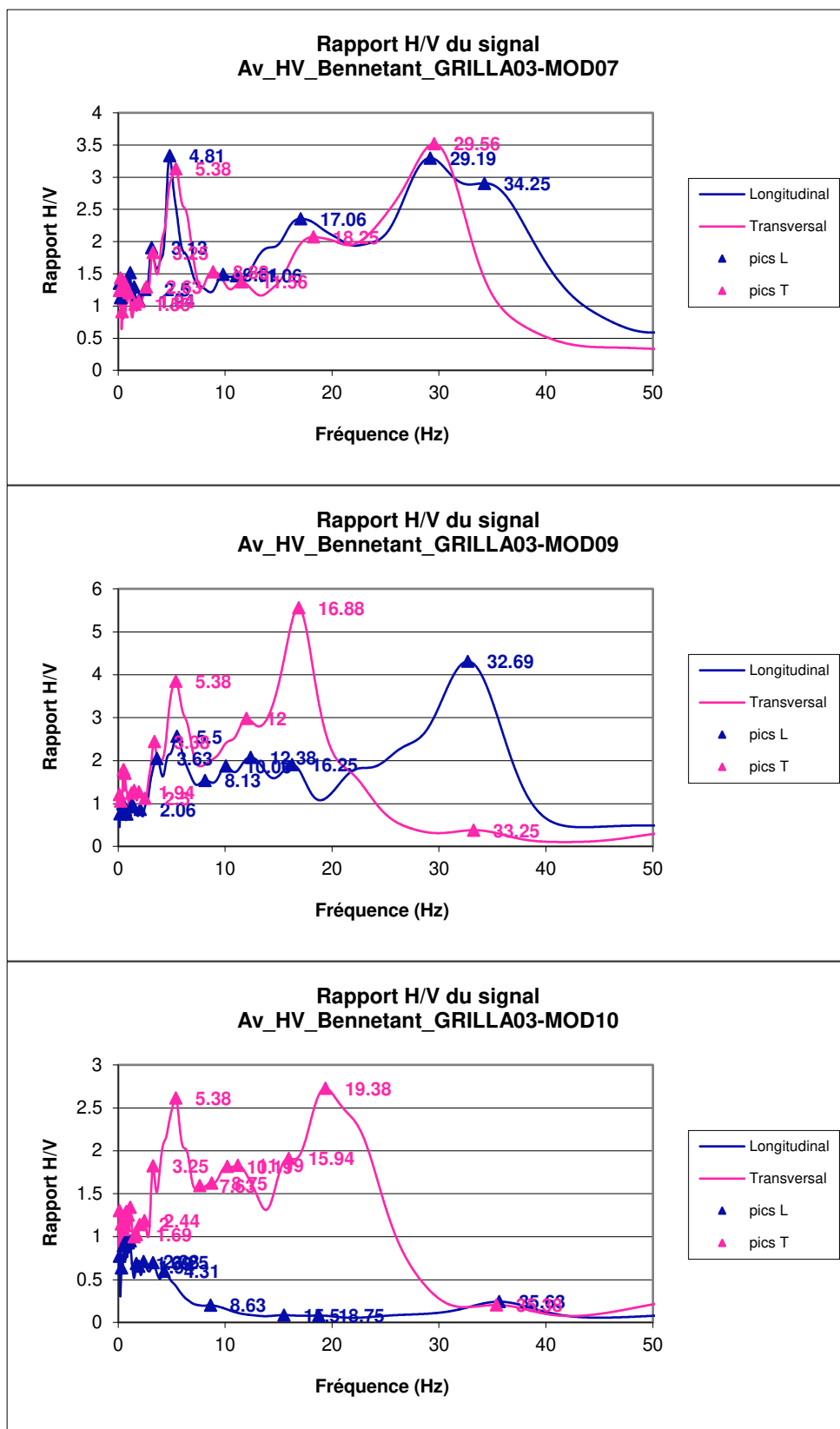
**Rapport H/V du signal
Av_HV_Bennetant_GRILLA03-MOD02**



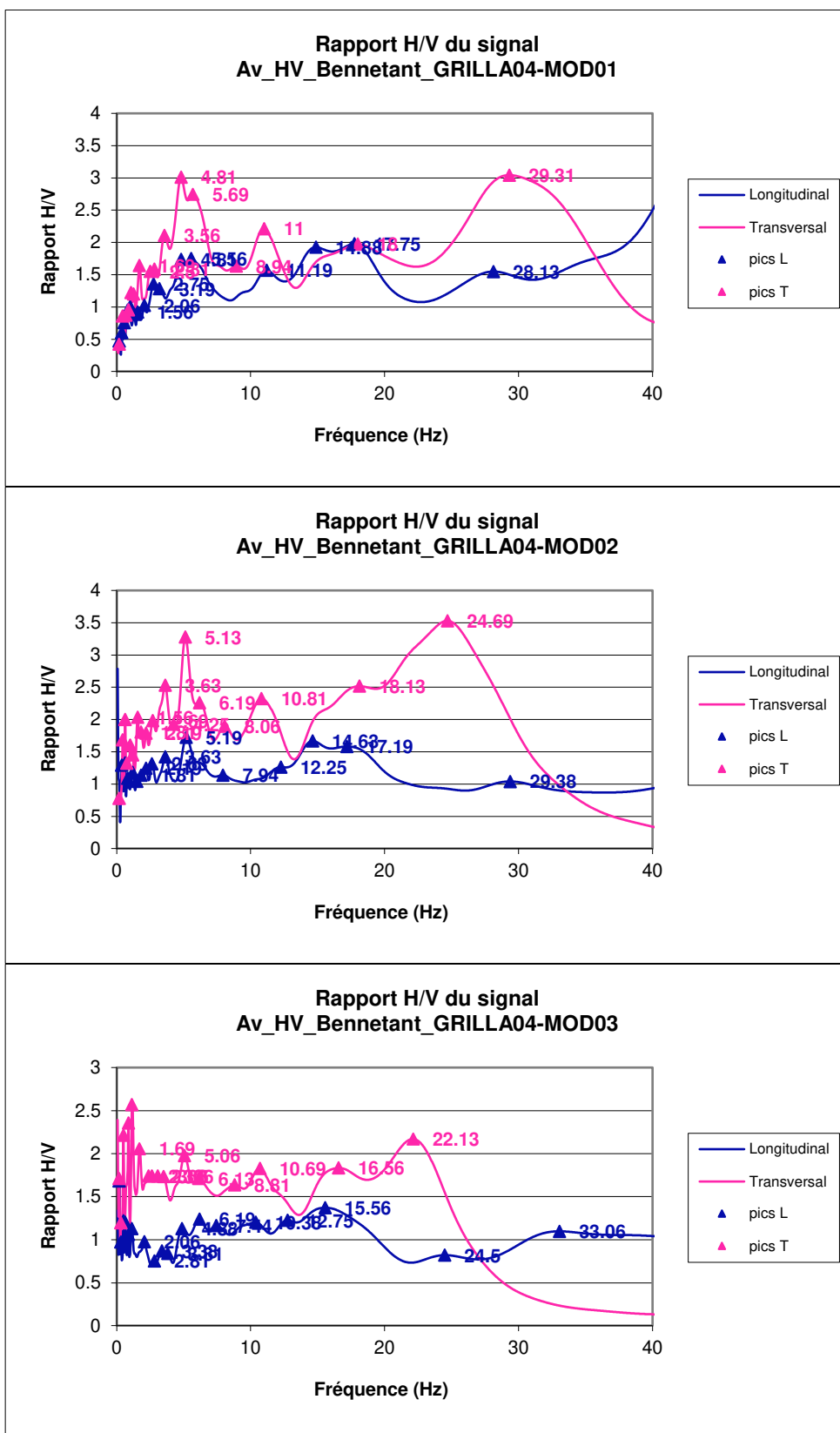
**Rapport H/V du signal
Av_HV_Bennetant_GRILLA03-MOD03**

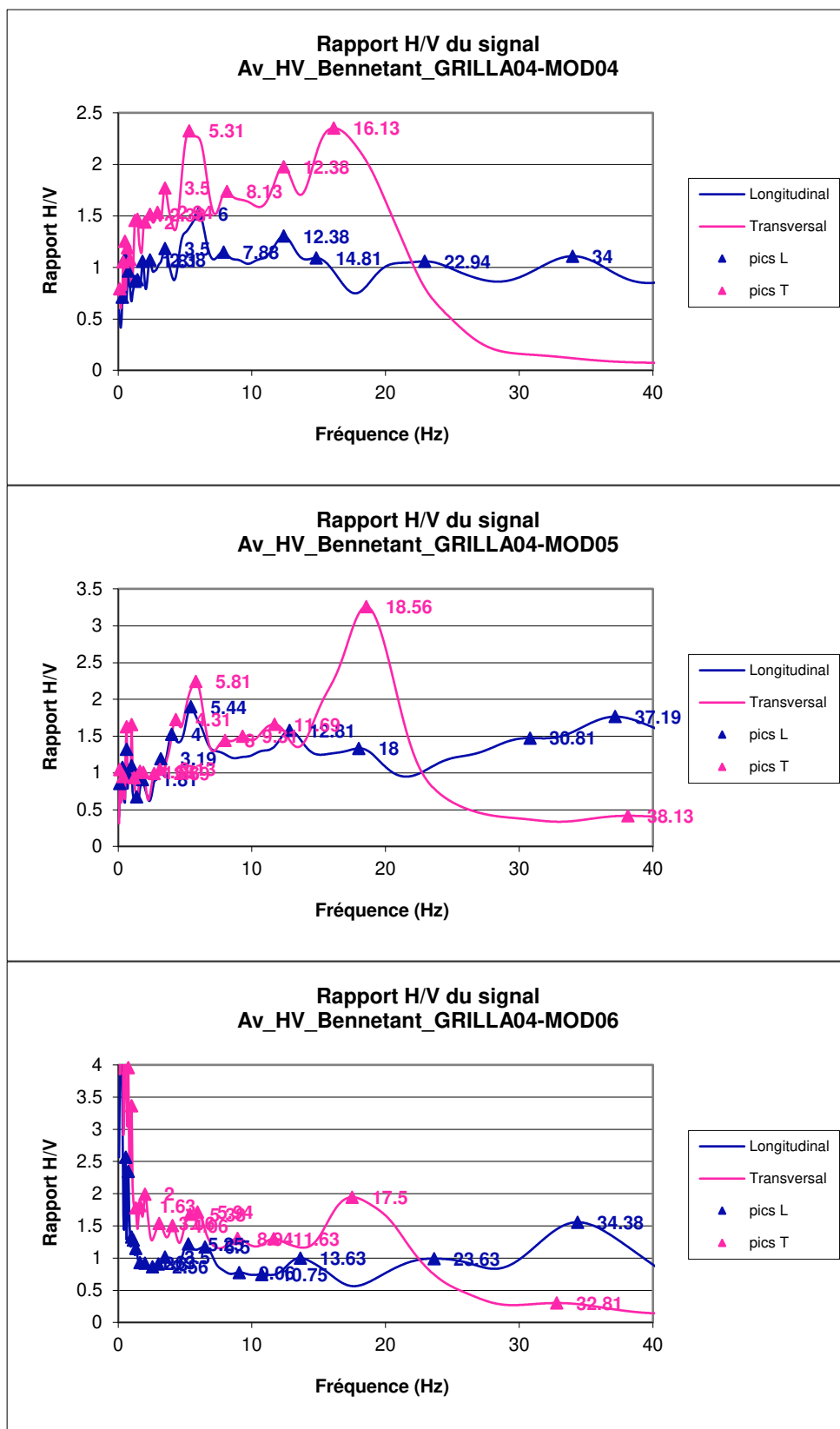


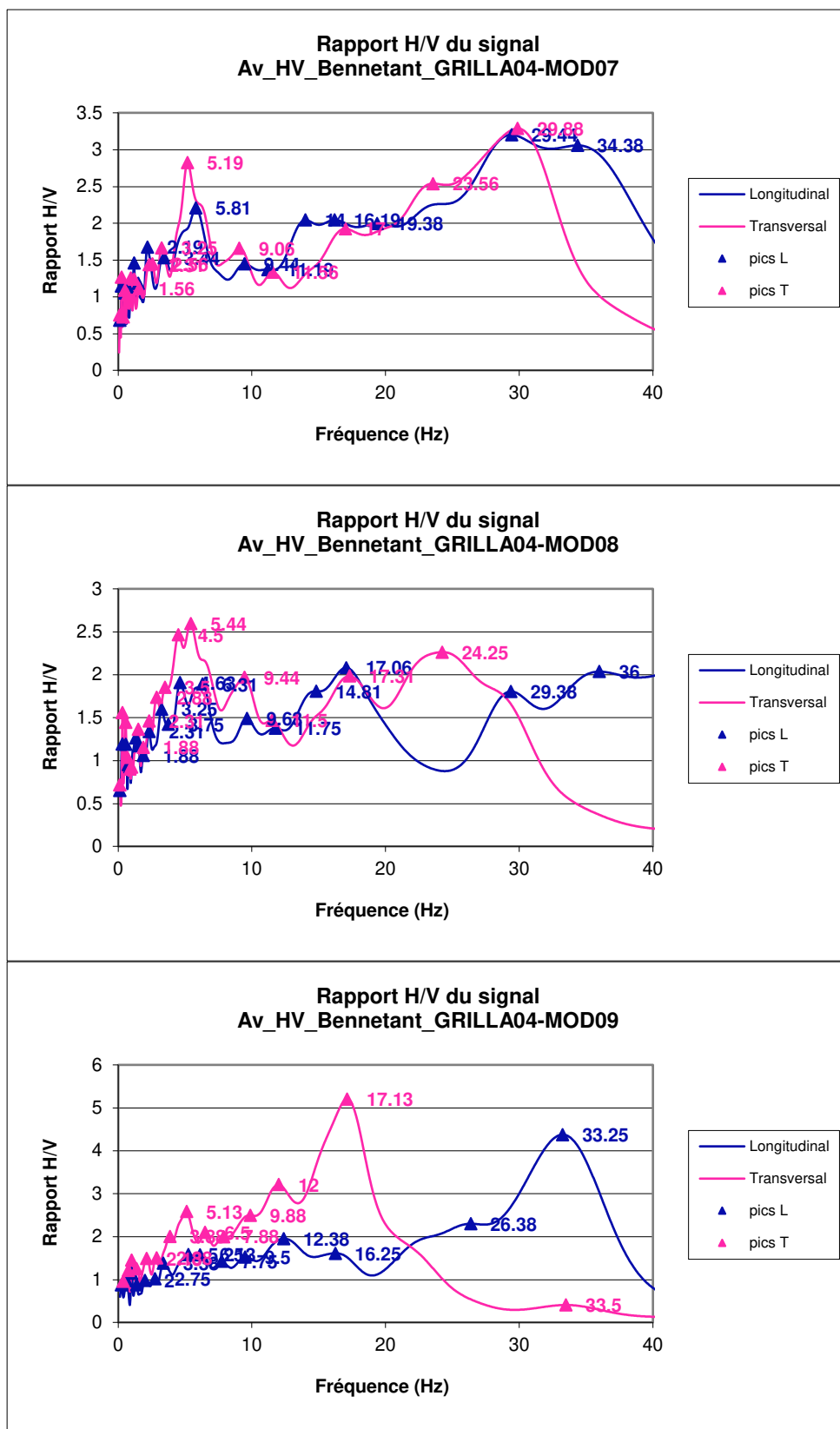


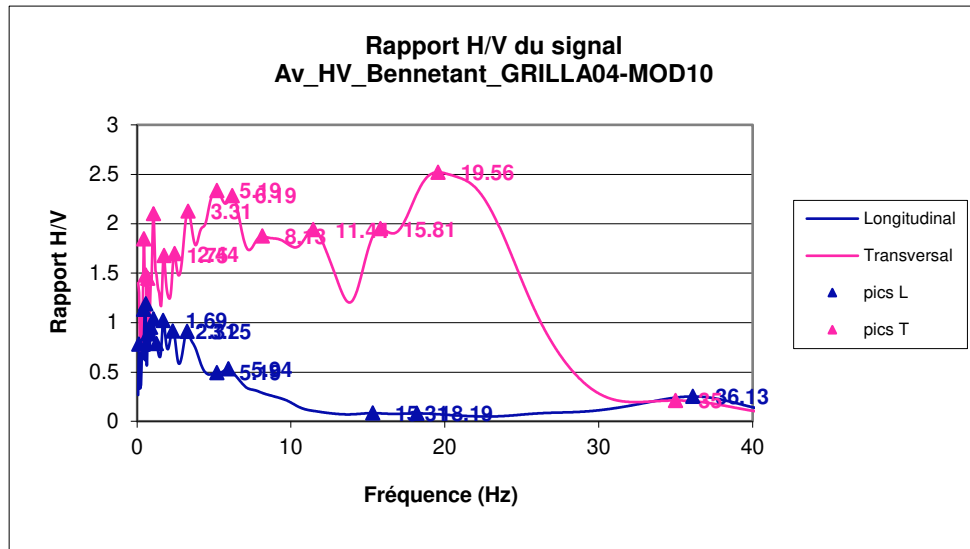


PROFIL 3

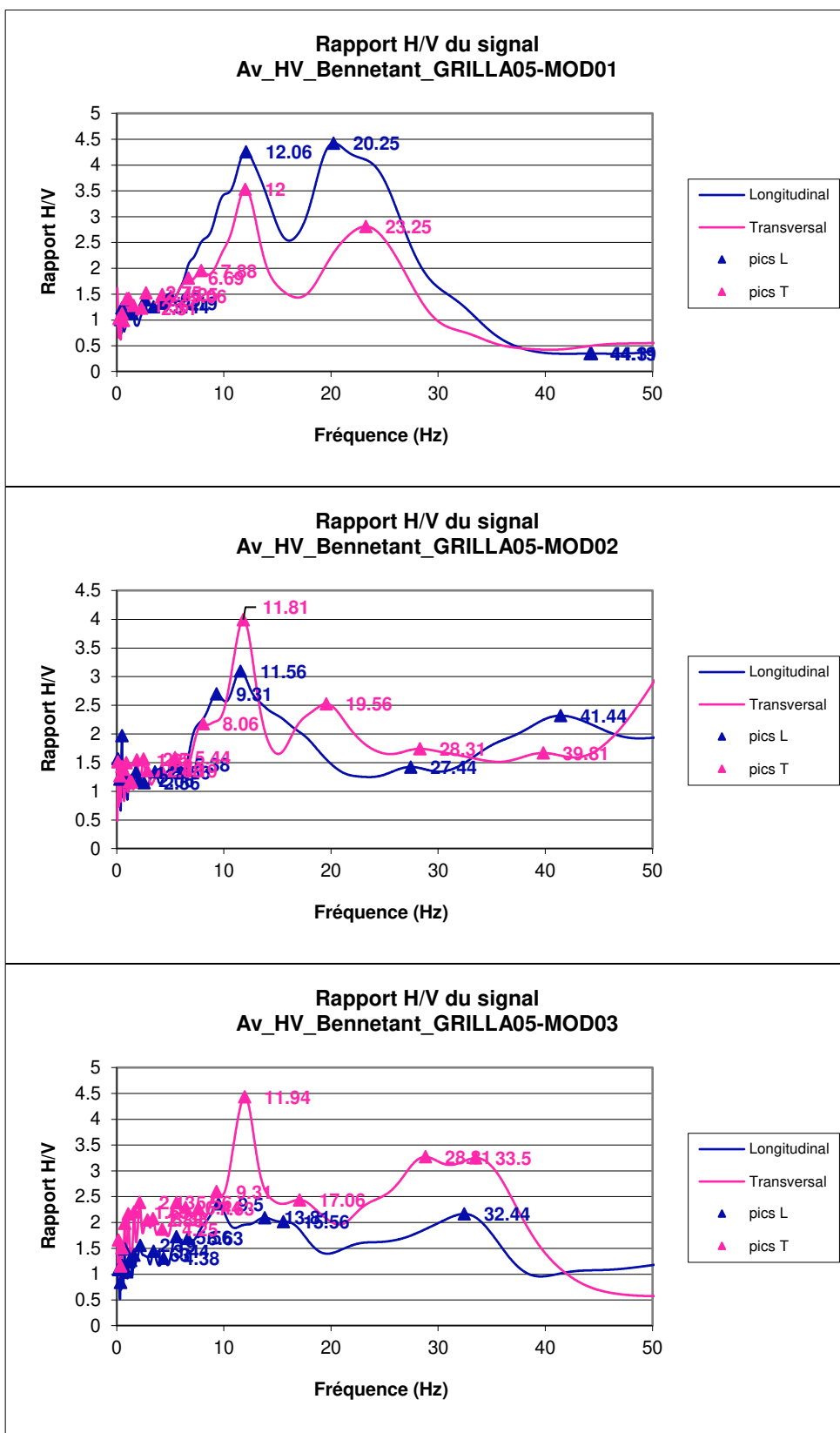


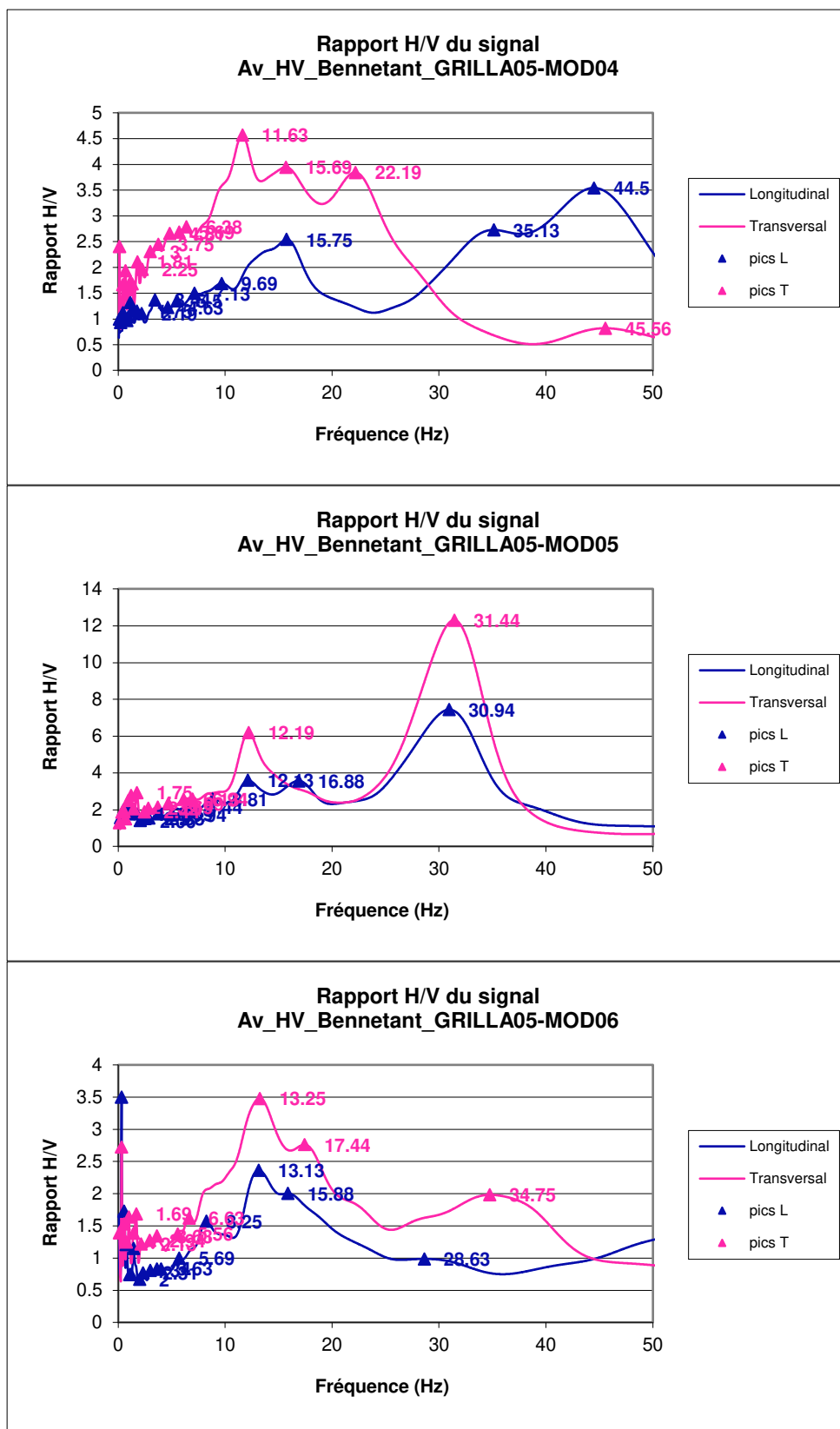


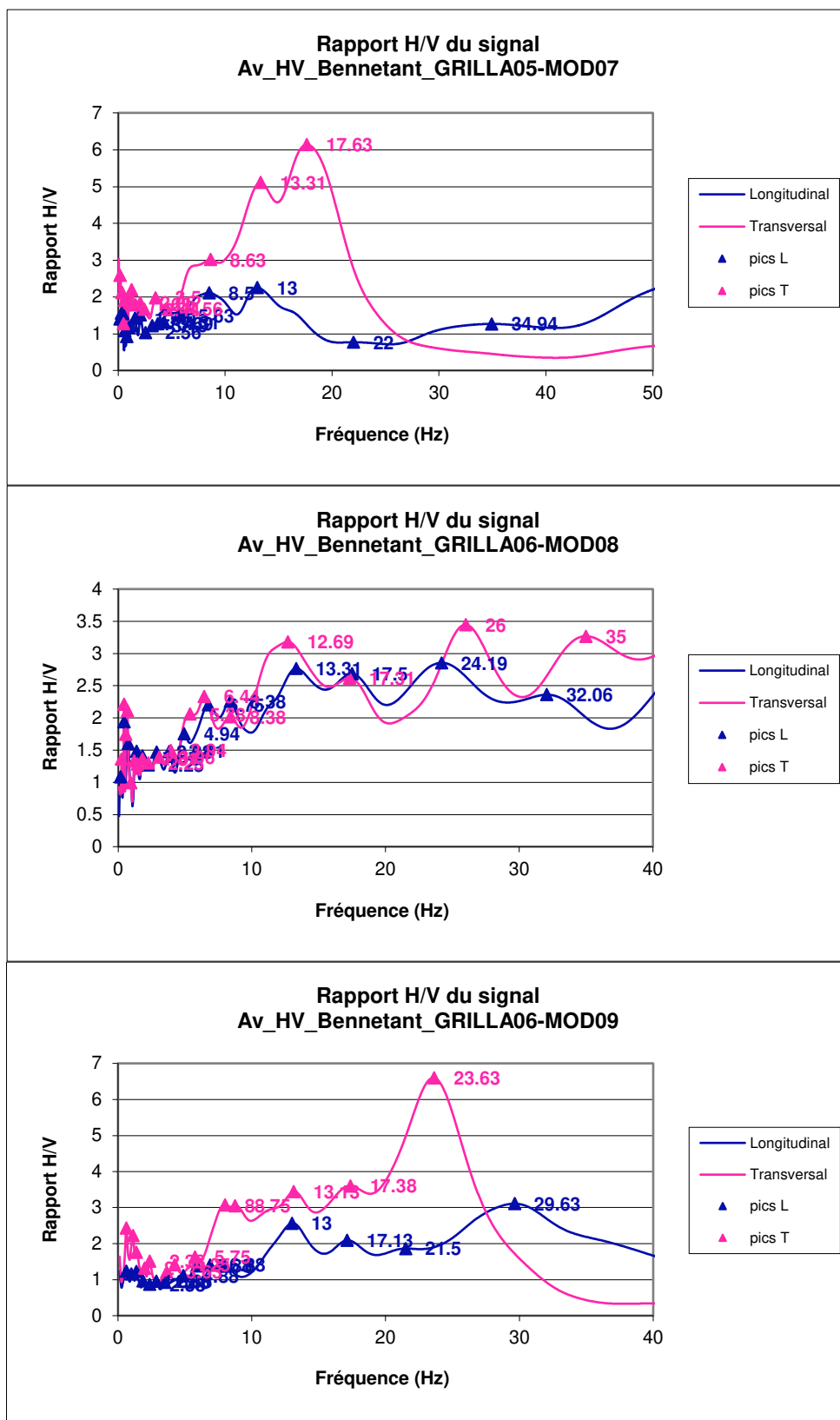


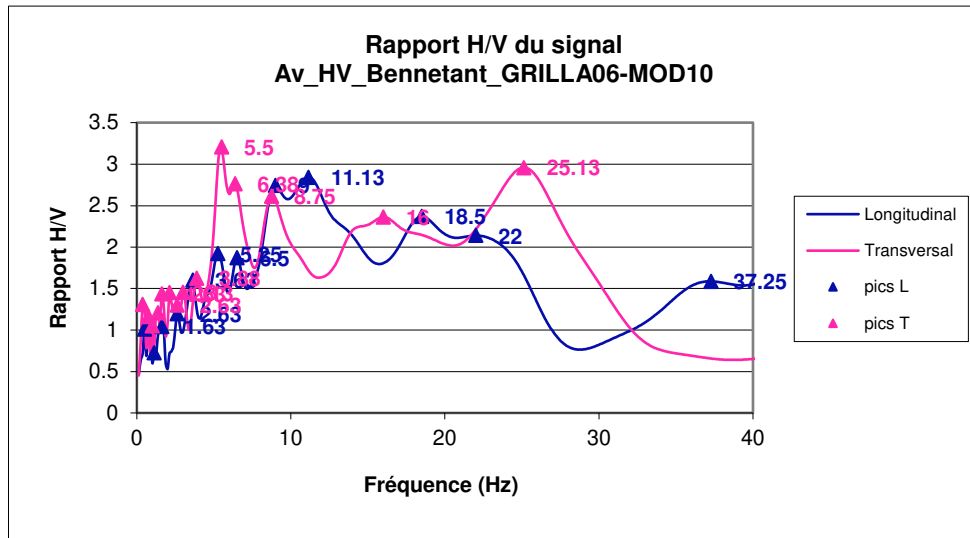


PROFIL 4









	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

ANNEXE III

Essai de cisaillement direct sur échantillon

Procès verbal d'essai
Essai de cisaillement direct rectiligne
Effectué conformément à la norme NF P 94-071-1

Affaire : 23024 Site : BENETANT PISTE ACCES PE Ouvrage : centrale La Bathie
 Sondage : tarière manuelle Profondeur : -0.8 Date de prélèvement : 06 mai 2023
 Date de l'essai : 25/05/2023 Opérateur : TA Nature du matériau :

colluvions: schistes altrérés
matrice limoneuse

Caractéristiques des éprouvettes

Hauteur (mm)	Diamètre (mm)	Vitesse de cisaillement (mm/min)	ρ_s estimé (kg/m ³)
20	60	0.018	2700

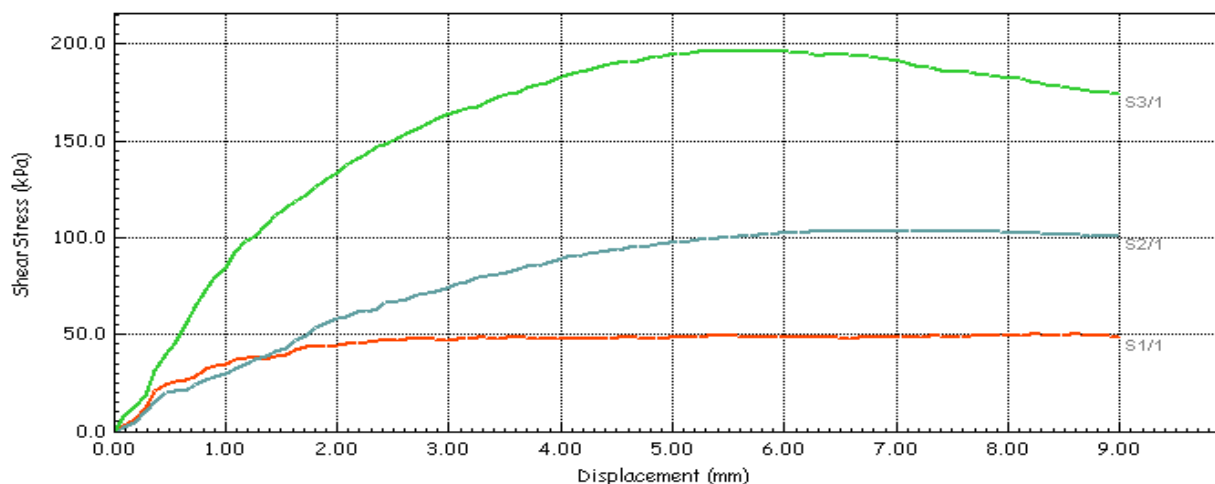
Identification des éprouvettes

N°	Avant l'essai					Après consolidation		Après cisaillement
	ρ_h (kg/m ³)	ρ_d (kg/m ³)	W_0 (%)	e	S_r (%)	ρ_t (kg/m ³)	t_{100} (min)	W_f (%)
Eprouvette 1	2150	1870	15	0.448	92.8	2230	/	17
Eprouvette 2	2150	1860	15	0.451	92.1	2290	/	15
Eprouvette 3	2130	1840	15	0.466	89.2	2180	/	15
Eprouvette 4	/	/	/	/	/	0/	/	/

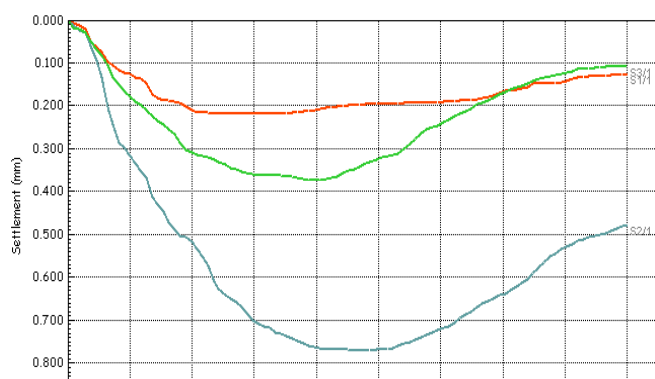
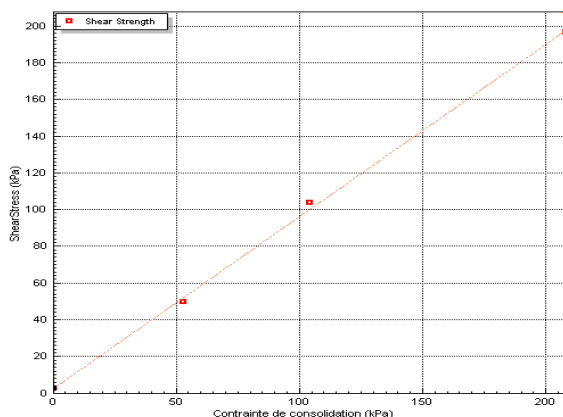
Paramètres de résistance au cisaillement

	Contrainte (kPa)	Hauteur finale (mm)	τ_{1p} (kPa)	τ_{1f} (kPa)	δl_p (mm)	δl_f (mm)
Eprouvette 1	53	19.79	50.0	49.9	/	9
Eprouvette 2	104	19.52	104.0	100.0	/	9
Eprouvette 3	208	19.22	196.6	175.0	/	9
Eprouvette 4	/	/	/	/	/	/

Caractéristiques de l'état de rupture



Contrainte de cisaillement - déplacement horizontal



Résistance au cisaillement - contrainte normale

Tassement - déplacement horizontal

Observations :

Echantillon remanié écrété à 5mm. Fermeture manuelle dans l'éprouvette, sans compactage

Résultats

Cohésion c' (kPa)		Angle de frottement ϕ' (°)	
pic c'_p	état final c'_f	pic ϕ'_p	état final ϕ'_f
2.6	11.6	43.2	38.3

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

ANNEXE IV

Piste d'accès à la prise d'eau de Bénétant

Etude de stabilité Talren

Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : 23024

Titre du calcul : stab globale versant Lachat

Lieu : La Bathie

Commentaires : SHBB stabilité piste d'accès

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	1192,500	2	9,000	1185,500	3	16,000	1180,500	4	21,000	1178,000	5	28,500	1172,000	6	30,500	1170,000
7	37,500	1165,500	8	39,500	1163,500	9	41,500	1161,500	10	44,500	1158,500	11	53,000	1152,500	12	57,500	1150,000
13	61,000	1147,000	14	68,500	1140,000	15	74,500	1135,000	16	78,133	1131,367	17	83,500	1128,000	18	87,500	1124,500
19	90,000	1122,500	20	95,000	1118,168	21	95,907	1117,564	22	97,105	1114,264	23	100,215	1114,342	24	101,500	1112,325
25	102,824	1111,500	26	105,500	1110,500	27	112,250	1103,500	28	113,500	1103,161	29	115,500	1100,500	30	116,863	1100,180
31	117,307	1099,500	32	118,677	1099,362	33	120,384	1098,189	34	121,219	1098,135	35	122,695	1097,602	36	123,353	1096,855
37	126,500	1096,268	38	127,500	1095,500	39	131,159	1095,113	40	133,500	1094,500	41	136,500	1094,500	42	139,248	1093,000
43	143,500	1093,267	44	146,500	1096,500	45	147,500	1096,500	46	148,266	1096,790	47	151,766	1097,500	48	152,219	1097,808
49	153,287	1097,660	51	154,500	1101,500	54	36,000	1166,655	55	48,000	49,000	56	0,000	1190,931	57	8,500	1184,310
58	15,500	1179,297	59	20,273	1177,000	60	27,000	1171,000	61	30,000	1168,000	62	33,765	1165,683	63	35,621	1164,377
64	43,194	1157,391	65	52,500	1150,000	66	78,500	1128,500	67	97,000	1114,262	68	113,500	1099,000	69	121,000	1095,000
70	139,000	1090,500	71	147,000	1091,000	72	143,561	1093,332	73	33,150	1166,500	74	56,172	1150,738	75	56,804	1148,347
76	59,500	1148,285	77	69,000	1138,000	78	72,000	1138,000	79	70,900	1138,000	80	79,000	1128,500	81	82,667	1128,500
82	113,000	1101,297	83	114,925	1101,265	84	116,187	1099,432	85	0,000	1179,848	86	86,000	1104,000	87	104,000	1094,500
88	139,000	1086,500	89	148,500	1088,500	90	154,500	1095,000	91	96,205	1114,258	92	95,845	1116,449	93	96,084	1114,944
94	96,388	1116,419	95	77,780	1128,474	96	78,000	1130,500	97	77,780	1129,153	98	78,395	1130,500			

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	7	7	8	8	8	9
9	9	10	10	10	11	13	13	14	15	15	16	17	17	18	18	18	19	19	19	20
20	20	21	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27	28
29	29	30	30	30	31	31	31	32	32	32	33	33	33	34	34	34	35	35	35	36
36	36	37	37	37	38	38	38	39	39	39	40	40	40	41	41	41	42	42	42	43
44	44	45	45	45	46	46	46	47	47	47	48	53	6	54	54	7	54	55	48	49
56	49	51	57	56	57	58	57	58	59	58	59	60	59	60	61	60	61	62	61	62
63	62	63	64	63	64	65	64	65	68	67	68	69	68	69	70	69	70	71	70	71
72	71	49	73	21	23	74	71	72	75	72	43	76	72	44	78	6	73	79	73	54
80	11	74	81	12	74	82	74	75	83	12	76	84	13	76	85	75	76	86	14	77
87	77	79	88	79	14	89	79	15	90	79	78	91	78	15	93	16	81	94	17	81
95	81	80	96	27	82	97	28	83	98	29	83	99	83	82	100	29	84	101	84	31
102	85	86	103	86	87	104	87	88	105	88	89	106	89	90	107	67	91	108	91	93
109	93	66	110	93	67	111	93	92	112	21	94	113	22	94	114	94	92	115	80	66
116	66	95	117	95	97	118	97	65	119	97	66	120	97	96	121	16	98	122	80	98
123	98	96	124	67	22															

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ksxB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	colluvions-de surface		18,0	38,00	6,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	schistes		22,0	38,00	20,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	schistes compacts		27,0	40,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	enrochements		25,0	45,00	30,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe	Écoulement dans le sol	kh	kv
1	colluvions-de surface		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
2	schistes		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
3	schistes compacts		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
4	enrochements		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-



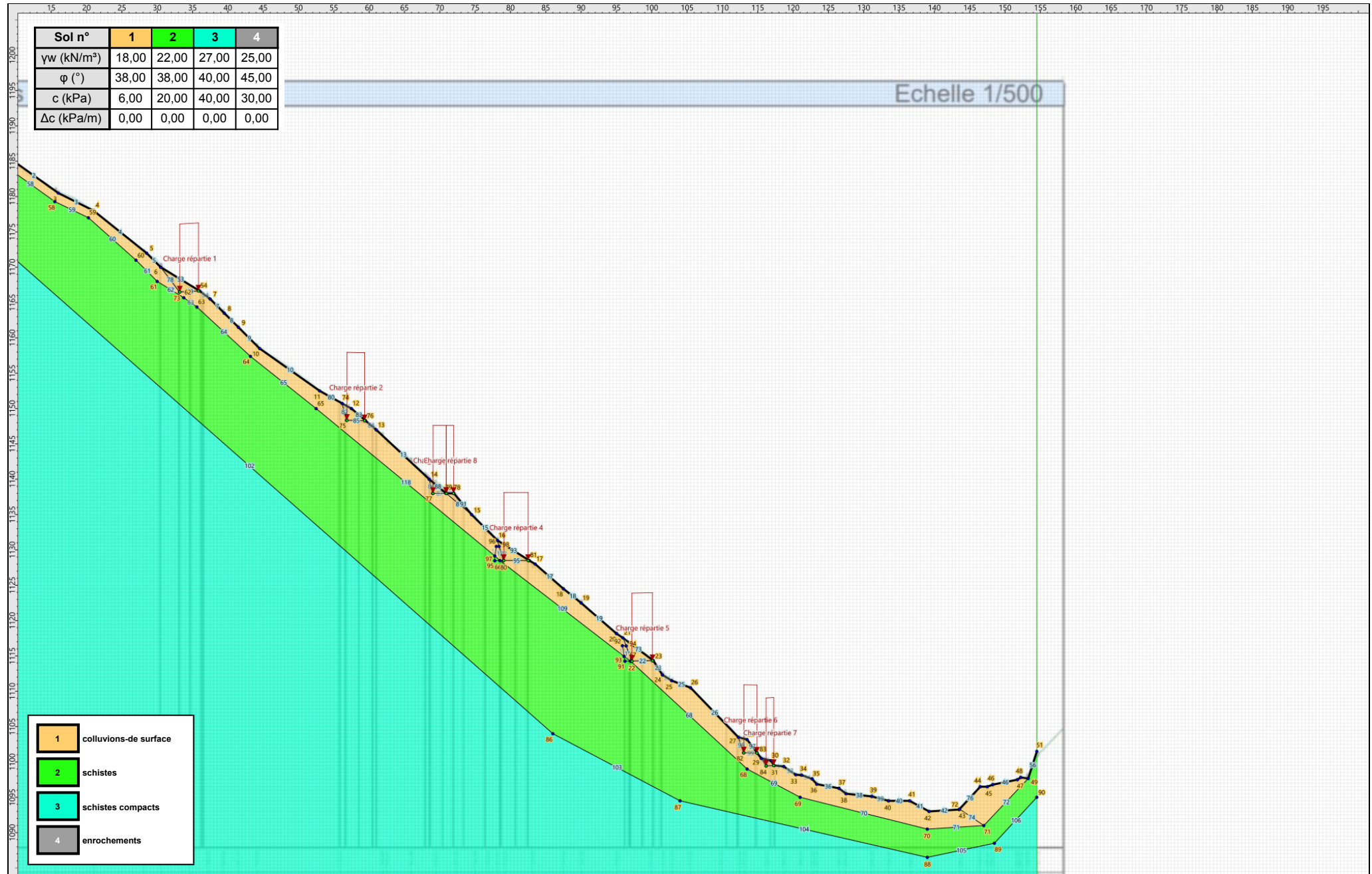
Talren v6
v6.2.20

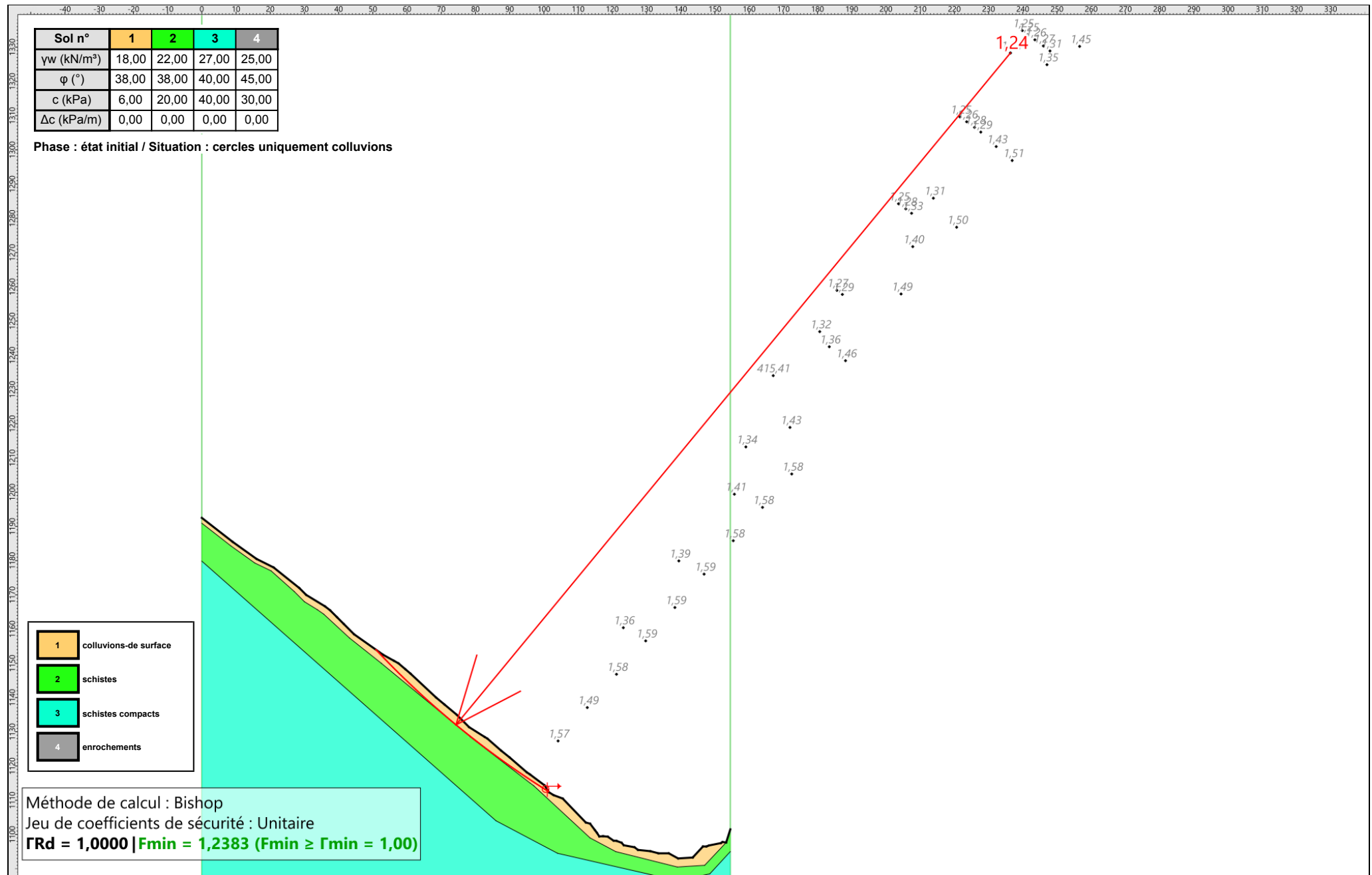
Imprimé le : 6 déc. 2025 10:15:12
Calcul réalisé par : GEB INGENIERIE
Projet : stab globale versant Lachat

Données du projet

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge répartie 1	33,200	1166,500	10,0	35,837	1166,646	10,0	90,00
2	Charge répartie 2	56,850	1148,340	10,0	59,358	1148,288	10,0	90,00
3	Charge répartie 3	69,040	1137,990	10,0	70,888	1138,000	10,0	90,00
4	Charge répartie 4	79,060	1128,500	10,0	82,500	1128,500	10,0	90,00
5	Charge répartie 5	97,200	1114,260	10,0	100,100	1114,330	10,0	90,00
6	Charge répartie 6	113,030	1101,290	10,0	114,890	1101,260	10,0	90,00
7	Charge répartie 7	116,187	1099,432	10,0	117,254	1099,497	10,0	90,00
8	Charge répartie 8	70,921	1138,000	10,0	71,945	1138,000	10,0	90,00





Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	22,00	27,00	25,00
ϕ (°)	38,00	38,00	40,00	45,00
c (kPa)	6,00	20,00	40,00	30,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

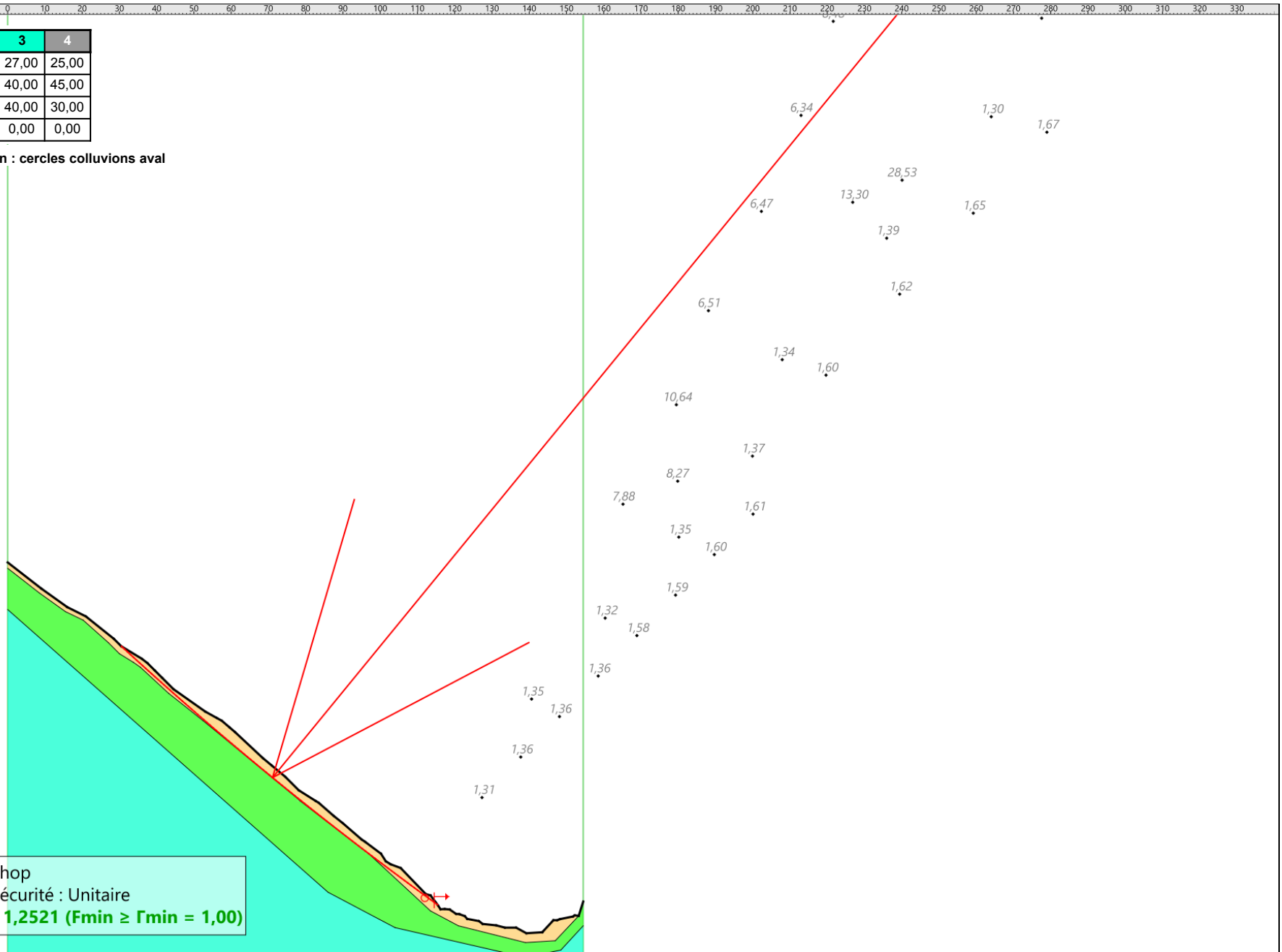
Phase : état initial / Situation : cercles colluvions aval

- 1 colluvions-de surface
- 2 schistes
- 3 schistes compacts
- 4 enrochements

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire

$\Gamma_{Rd} = 1,0000$ | $F_{min} = 1,2521$ ($F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00$)



Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	22,00	27,00	25,00
φ (°)	38,00	38,00	40,00	45,00
c (kPa)	6,00	20,00	40,00	30,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : état initial / Situation : cercles

- 1 colluvions-de surface
- 2 schistes
- 3 schistes compacts
- 4 enrochements

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire

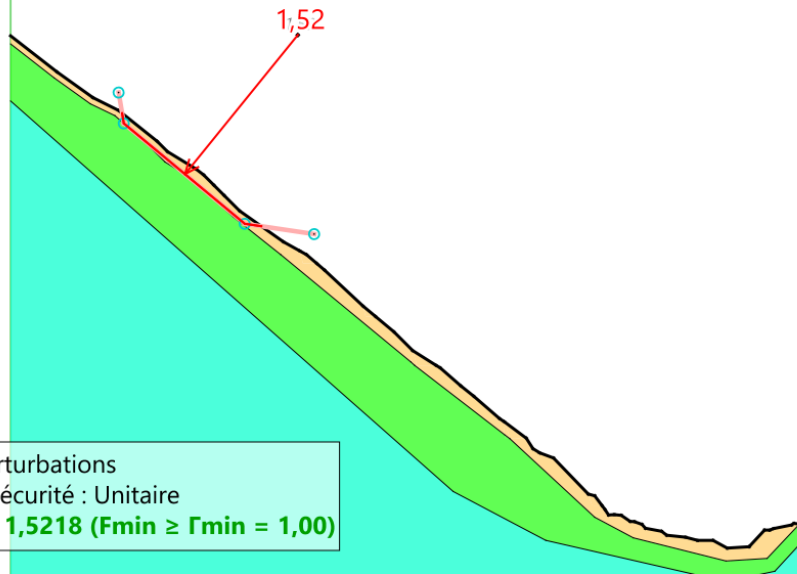
 $\Gamma_{Rd} = 1,0000$ | $F_{min} = 1,2371$ ($F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00$)

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	22,00	27,00	25,00
φ (°)	38,00	38,00	40,00	45,00
c (kPa)	6,00	20,00	40,00	30,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : état initial / Situation : glissement plan

1	colluvions-de surface
2	schistes
3	schistes compacts
4	enrochements

Méthode de calcul : Perturbations
 Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire
 $\Gamma_{Rd} = 1,0000$ | $F_{min} = 1,5218$ ($F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00$)



Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	22,00	27,00	25,00
φ (°)	38,00	38,00	40,00	45,00
c (kPa)	6,00	20,00	40,00	30,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : état initial / Situation : glissement plan 2

- 1 colluvions-de surface
- 2 schistes
- 3 schistes compacts
- 4 enrochements

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire

 $\Gamma_{Rd} = 1,0000$ | $F_{min} = 1,3193$ ($F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00$)

1,32

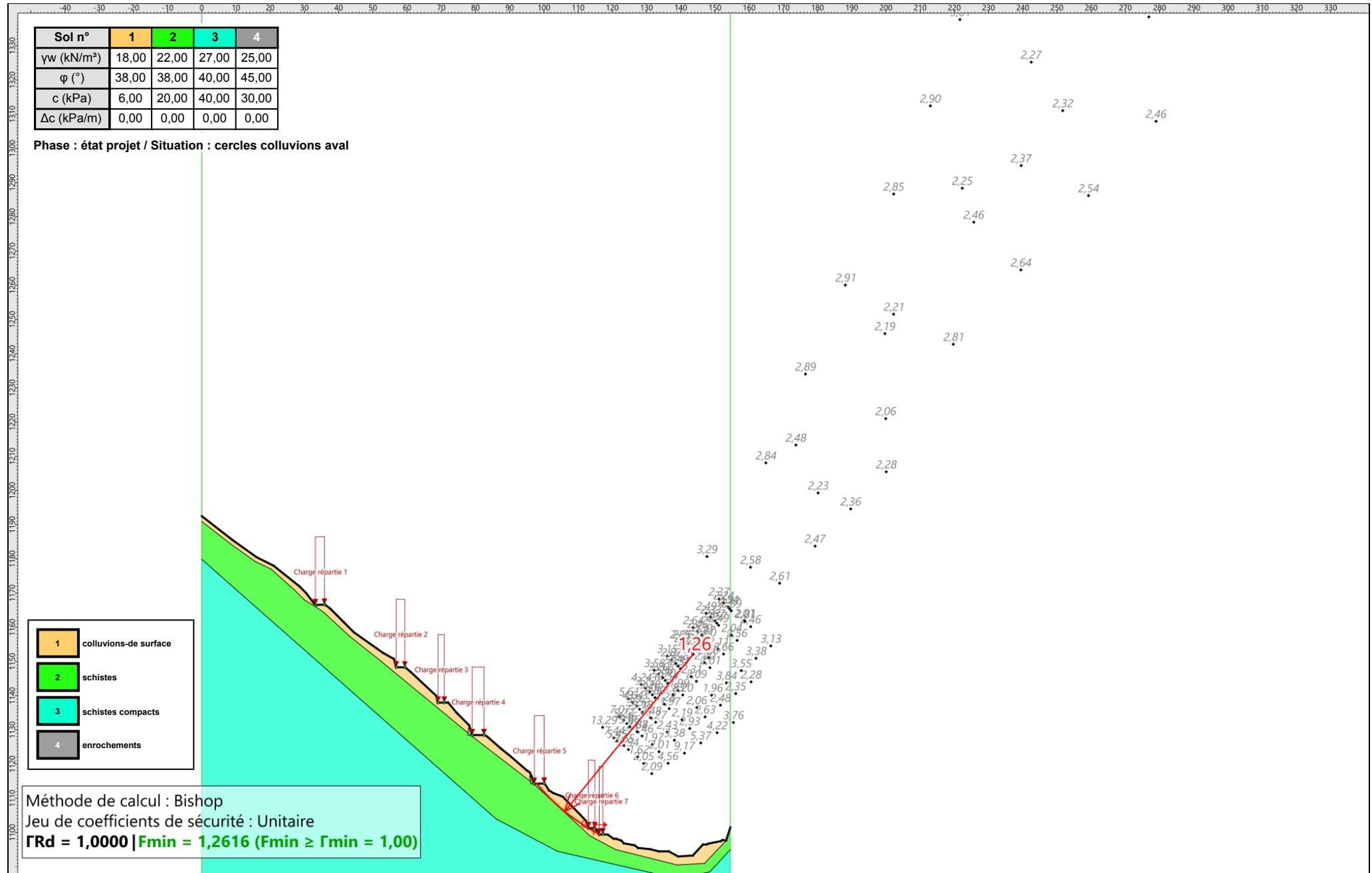
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	22,00	27,00	25,00
φ (°)	38,00	38,00	40,00	45,00
c (kPa)	6,00	20,00	40,00	30,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

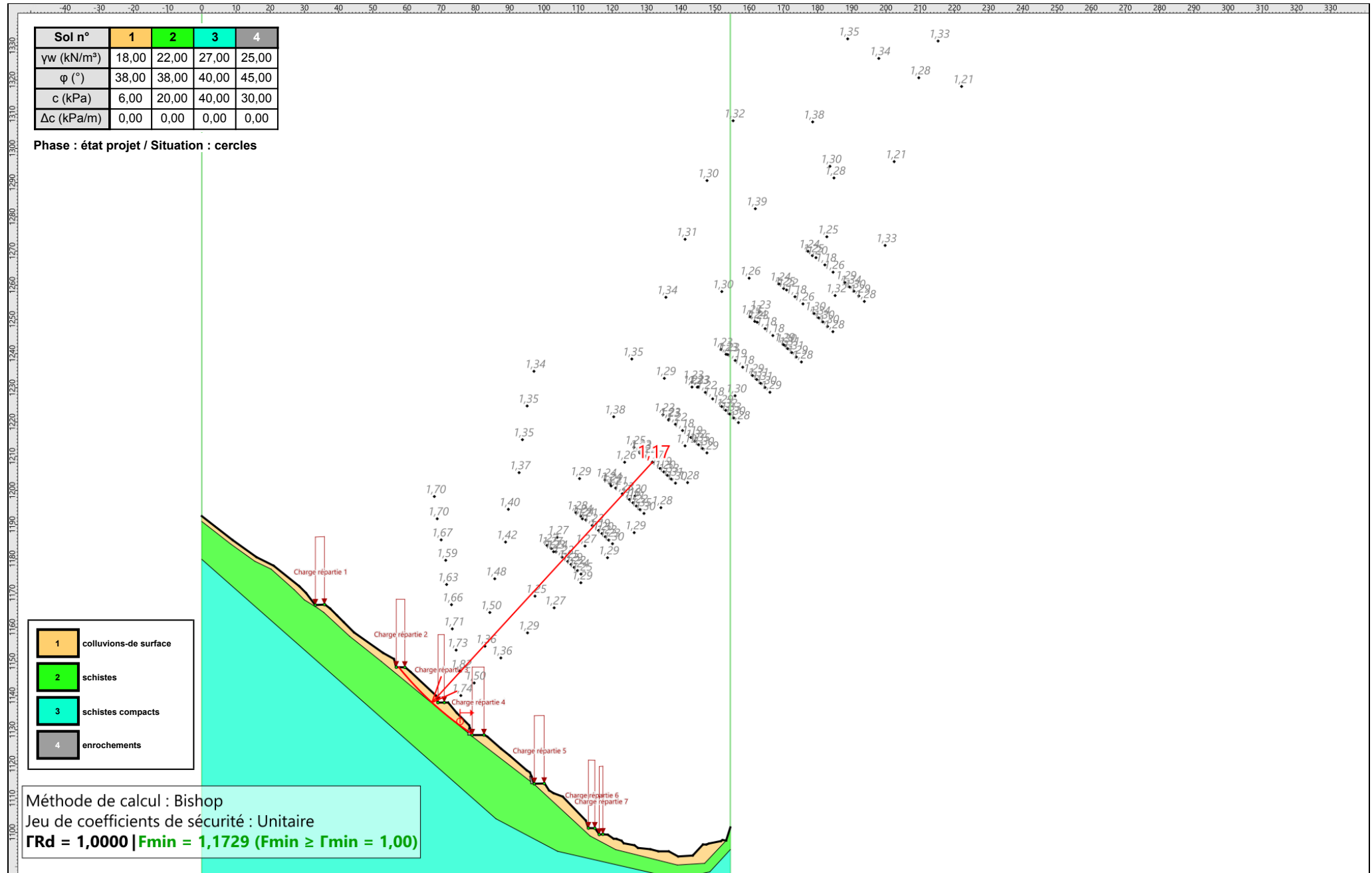
Phase : état initial / Situation : glissement plan 3

1	colluvions-de surface
2	schistes
3	schistes compacts
4	enrochements

Méthode de calcul : Perturbations
Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire
 $\Gamma_{Rd} = 1,0000$ | $F_{min} = 1,4617$ ($F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00$)

1,46





Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	22,00	27,00	25,00
φ (°)	38,00	38,00	40,00	45,00
c (kPa)	6,00	20,00	40,00	30,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

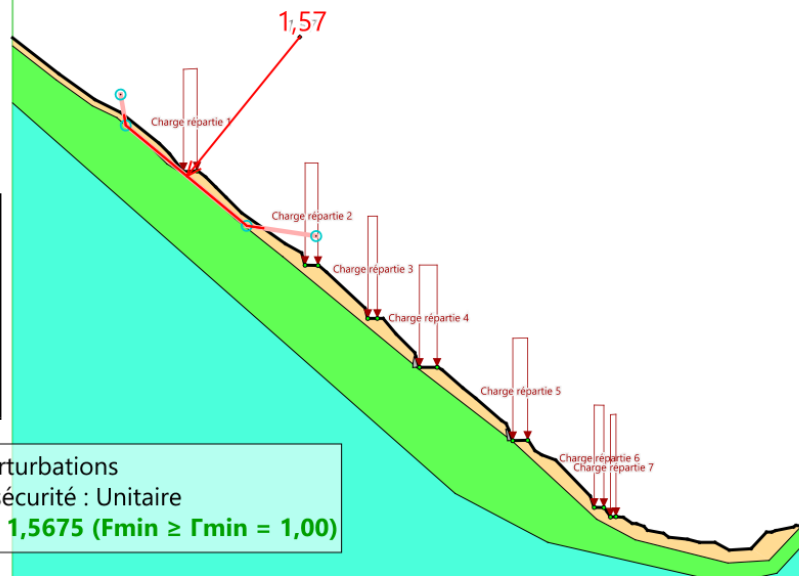
Phase : état projet / Situation : glissement plan

1	colluvions-de surface
2	schistes
3	schistes compacts
4	enrochements

Méthode de calcul : Perturbations

Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire

$\Gamma_{Rd} = 1,0000$ | $F_{min} = 1,5675$ ($F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00$)

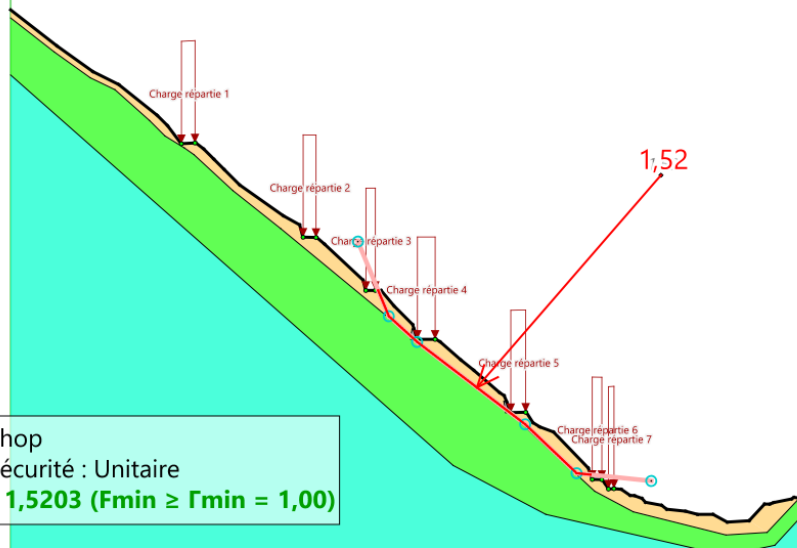


Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	22,00	27,00	25,00
φ (°)	38,00	38,00	40,00	45,00
c (kPa)	6,00	20,00	40,00	30,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : état projet / Situation : glissement plan 2

1	colluvions-de surface
2	schistes
3	schistes compacts
4	enrochements

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire
 $\Gamma_{Rd} = 1,0000$ | $F_{min} = 1,5203$ ($F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00$)



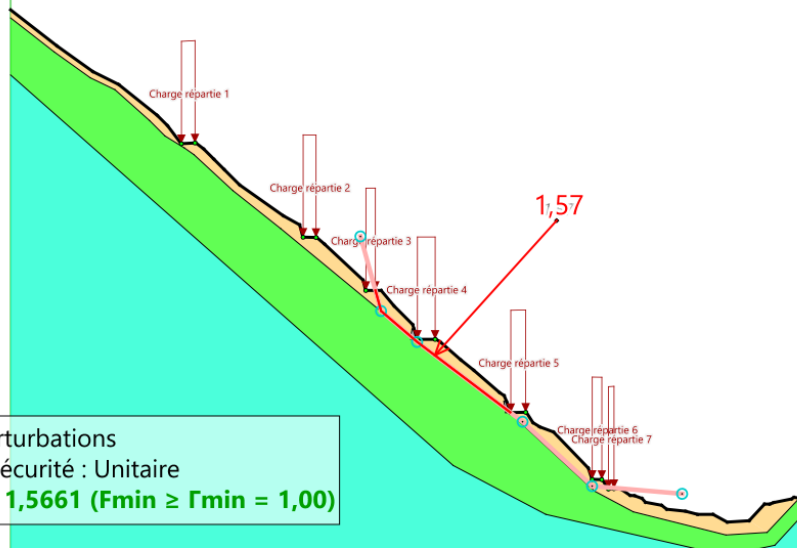
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	22,00	27,00	25,00
φ (°)	38,00	38,00	40,00	45,00
c (kPa)	6,00	20,00	40,00	30,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

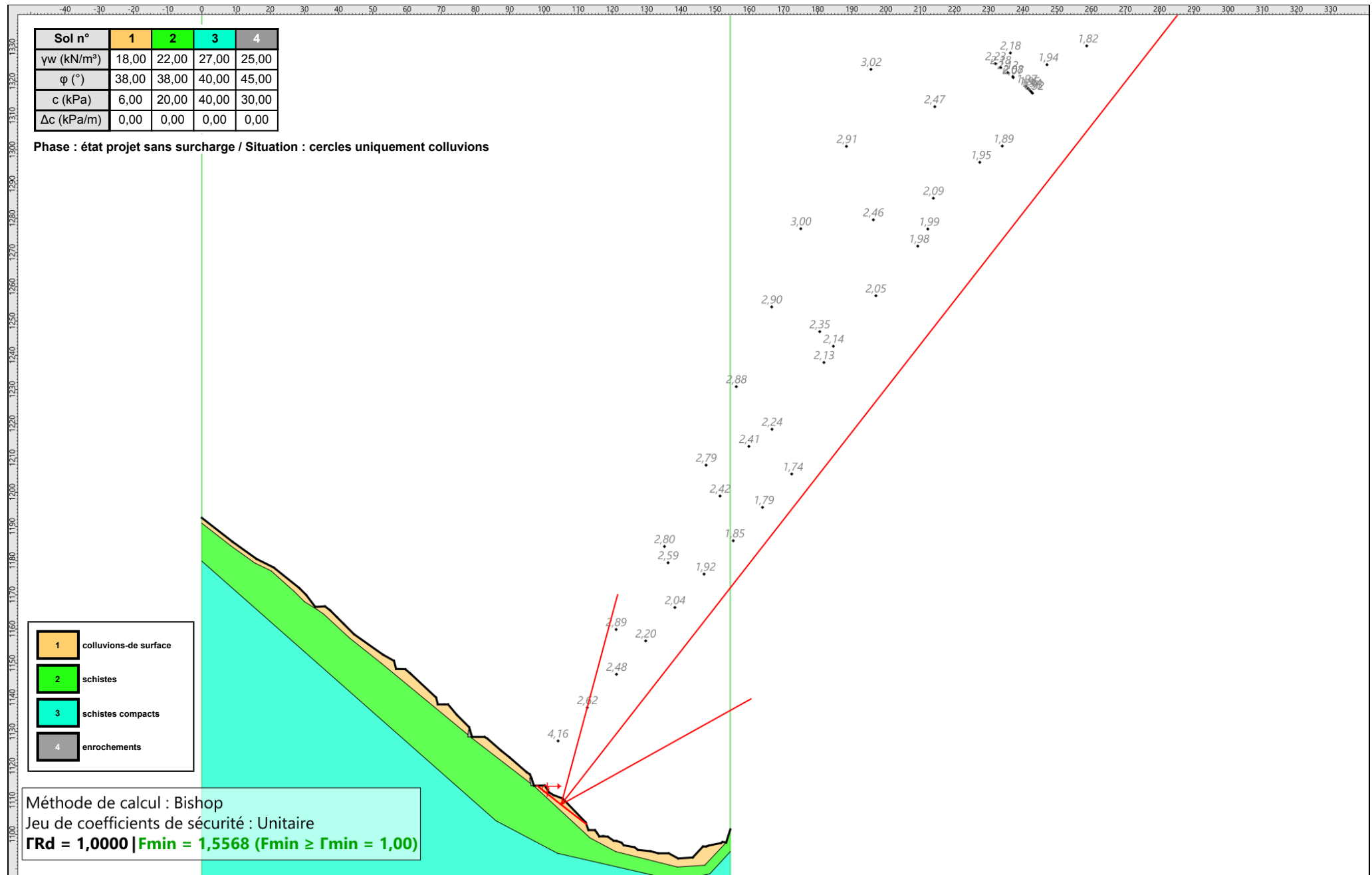
Phase : état projet / Situation : glissement plan 3

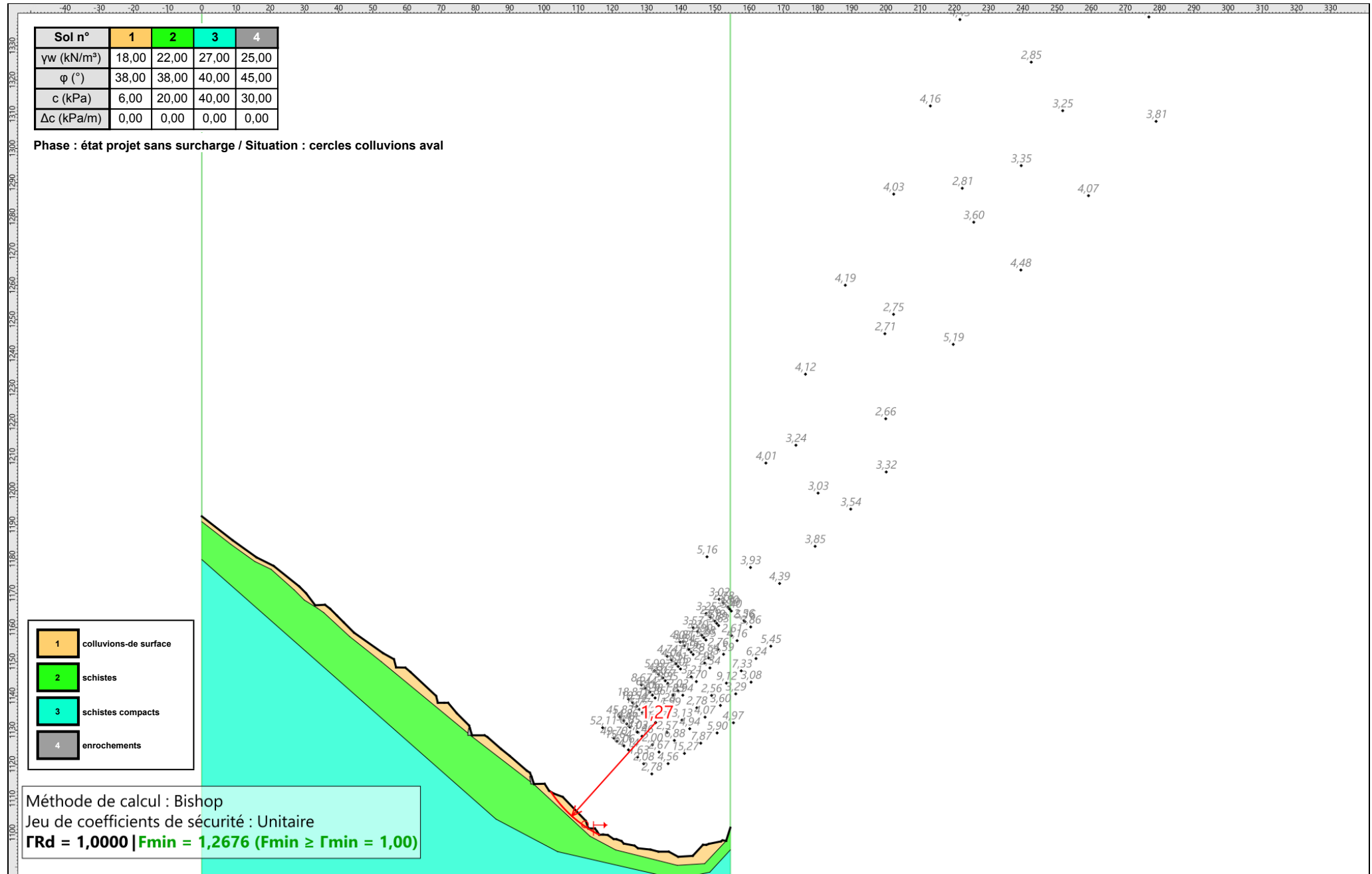
1	colluvions-de surface
2	schistes
3	schistes compacts
4	enrochements

Méthode de calcul : Perturbations

Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire

 $\Gamma_{Rd} = 1,0000 \mid F_{min} = 1,5661$ ($F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00$)





Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	22,00	27,00	25,00
φ (°)	38,00	38,00	40,00	45,00
c (kPa)	6,00	20,00	40,00	30,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : état projet sans surcharge / Situation : cercles

- 1 colluvions-de surface
- 2 schistes
- 3 schistes compacts
- 4 enrochements

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire

$\Gamma_{Rd} = 1,0000$ | $F_{min} = 1,1874$ ($F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00$)

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	22,00	27,00	25,00
ϕ (°)	38,00	38,00	40,00	45,00
c (kPa)	6,00	20,00	40,00	30,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : état projet sans surcharge / Situation : glissement plan

1	colluvions-de surface
2	schistes
3	schistes compacts
4	enrochements

Méthode de calcul : Perturbations
 Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire
 $\Gamma_{Rd} = 1,0000$ | $F_{min} = 1,5860$ ($F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00$)

1,59

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	22,00	27,00	25,00
ϕ (°)	38,00	38,00	40,00	45,00
c (kPa)	6,00	20,00	40,00	30,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : état projet sans surcharge / Situation : glissement plan 2

1	colluvions-de surface
2	schistes
3	schistes compacts
4	enrochements

Méthode de calcul : Bishop
Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire
 $\Gamma_{Rd} = 1,0000$ | $F_{min} = 1,5367$ ($F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00$)

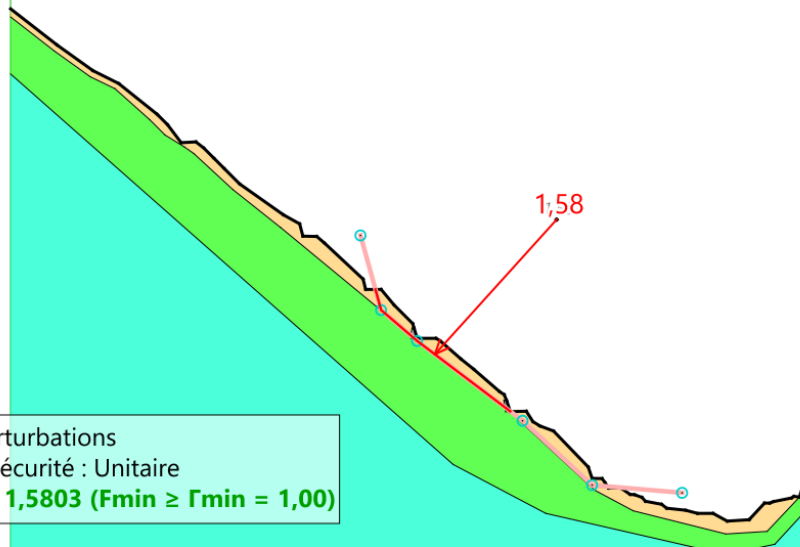
1,54

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	22,00	27,00	25,00
φ (°)	38,00	38,00	40,00	45,00
c (kPa)	6,00	20,00	40,00	30,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : état projet sans surcharge / Situation : glissement plan 3

1	colluvions-de surface
2	schistes
3	schistes compacts
4	enrochements

Méthode de calcul : Perturbations
 Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire
 $\Gamma_{Rd} = 1,0000$ | $F_{min} = 1,5803$ ($F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00$)

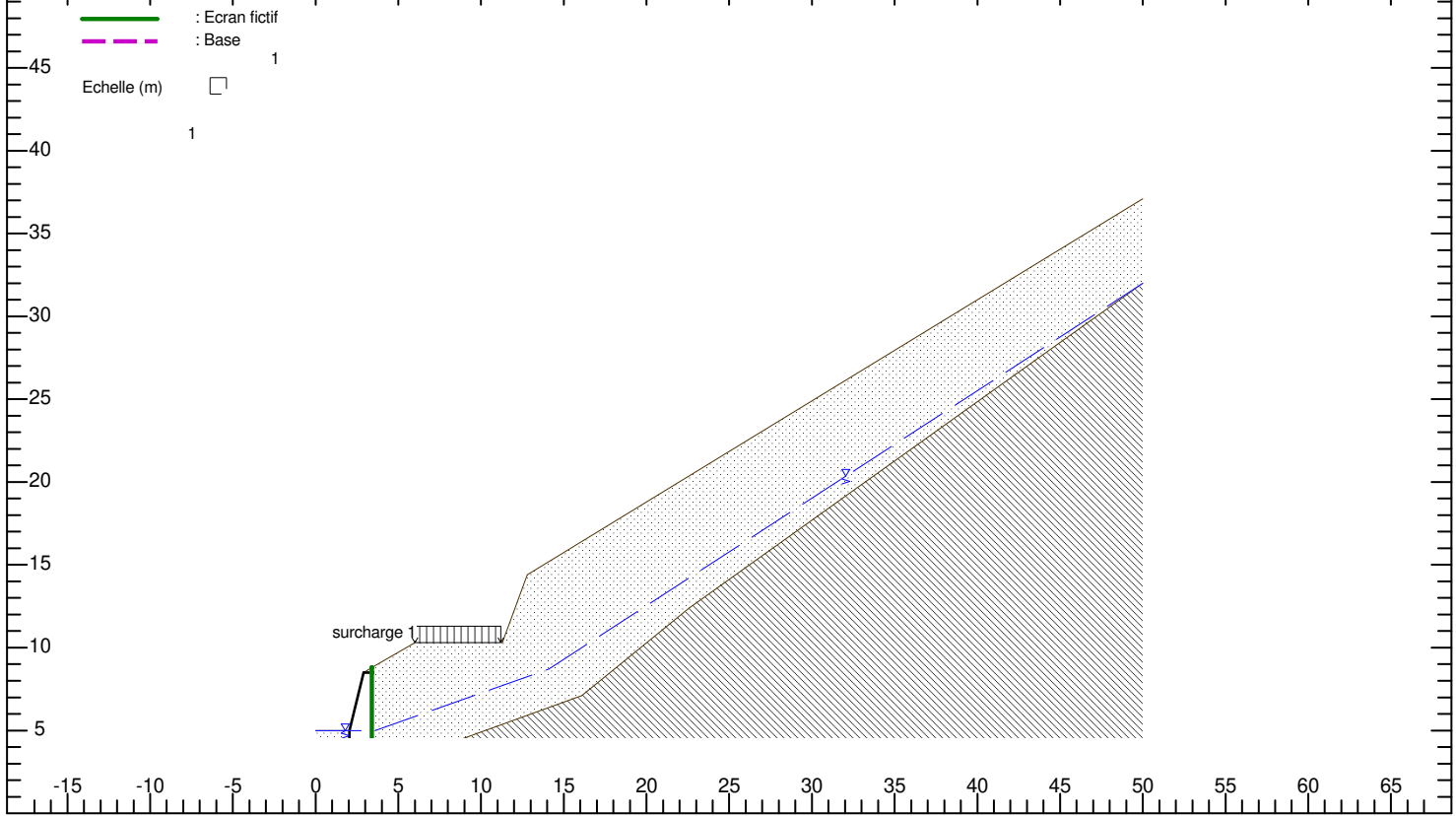


	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

ANNEXE V

Mur de soutènement de la plateforme du bâtiment

Etude de stabilité Géomur



GEOMUR© 2.20.3 du 06/07/23 développé par GEOS
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2
 Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Tél : 04 50 95 38 14
 Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	γ	c	ϕ	δ	Ca
1	20.00	2.00	45.00	40.00	0.00
2	27.00	40.00	45.00	45.00	0.00

MUR	γ	BASE	C	ϕ	q0	qu	Type sol	De
	25.00		0.00	45.00	18.00	800.00	frottant	1.00

SURCHARGES	Xg	Xd	Qg	Qd	α	
1	6.00	11.20	20.00	20.00	0.00	variable

Fichier : BENETANT PF batiment.gmr
 Unités : kN, m
 Méthode de CULMANN
 Surfaces brisées précalculées
 Xi incliné à delta

Prise en compte de la cohésion pour le calcul des poussées :
 Intégration de la partie positive du diagramme des contraintes, calculé avec la cohésion.

23024_BP	8/12/2025 - 22:48	BENETANT PF CENTRALE	FIGURE 1/4
		soutènement PF cote 846.5 mur aval H 3.5m	

facteurs de sécurité partiels					Critère	Statique		Sismique						
								Pesant		Allégeant				
Sol	Eau	Charges	Poussée	Méthode		Fs cal	Fs min	Fs cal	Fs min	Fs cal	Fs min			
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	CLASSIQUE Glissement () Renversement () Excentricité = 0.131 m doit être < 0.225 m Poinçonnement () MUR 73 Glissement (P1.2-72.1-75) Poinçonnement (P1.2-73.1) Poinçonnement (P1.2-72.1)	3.139 2.353 3.215 3.139 3.139 1.253 1.188 1.188	> 1.500 > 1.500 > 3.000 > 1.500 > 1.500 > 1.000 > 1.000 > 1.000	- - - - - - - -	- - - - - - - -	- - - - - - - -	- - - - - - - -			
Poids		Poussée		Méthode	FASCICULE 62	Fs cal	Fs min	Fs cal	Fs min	Fs cal	Fs min			
	Sol	Eau	Charges											
1.000	1.200	1.050	1.200 1.330	1.125	Glissement (A521+B3.4)	1.921 1.906	> 1.000 > 1.000	-	-	-	-			
1.000	1.200	1.050	1.200 1.330	1.125	Renversement (A521+B3.2)	100.00 % 100.00 %	> 10.00 % > 10.00 %	-	-	-	-			
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	Renversement (A53+B3.3)	100.00 %	= 100.00 %	-	-	-	-			
1.000	1.200	1.050	1.200 1.330	1.125	Poinçonnement (A521+B3.11)	1.385 1.368	> 1.000 > 1.000	-	-	-	-			
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	Poinçonnement (A533+B3.12)	1.188	> 1.000	-	-	-	-			
Actions - ELU permanentes défavorables γg = 1.35 variables défavorables γq = 1.5 permanentes favorables γg = 1 variables favorables γq = 0 Eau favorable γw;inf = 1 Eau défavorable γw;sup= 1.35 Résistances portance (ELU) γR;v = 1.4 portance (ELS) γR;v = 2.3 glissement γR;h = 1.1 butée γR;e = 1.4 Methode glissement γR;d;h = 0.9 portance γR;d;v = 1					Eurocodes 7 : NF P 94-281									
					Approche 2 - ELU									
					Glissement (ELU Article 9.3.1) Poussée défavorable-Poids favorable		Rh;d = 141.88 kN/m Rp;d = 0 kN/m Hd = 58.176 kN/m Hd <= Rh;d + Rp;d							
					Renversement (ELU Article 9.2.2) Poussée défavorable-Poids favorable		e = 0.214 m e < 7/15 * B = 0.63 m							
					Poinçonnement (ELU Article 9.2.1) Poussée défavorable-Poids favorable		R0=24.3 kN; iδβ=0.414 Rv;d = 217.98 kN/m Vd = 140.46 kN/m Vd <= Rv;d + R0							
					Approche 2 - ELS									
					Renversement (ELS Article 12.3)		e = 0.131 m e < 1/4 * B = 0.338 m							
					Poinçonnement (ELS Article 12.2)		R0=24.3 kN; iδβ=0.514 Rv;d = 194.49 kN/m Vd = 133.74 kN/m Vd <= Rv;d + R0							
RESULTATS DE CALCULS INTERMEDIAIRES (METHODE CLASSIQUE)														
SOL À PREDOMINANCE FROTTANTE														
Statique														
Excentricité = 0.131					iδβ = 0.514									
δ=17.67 °					β=0.00 °,d=0.00 m									
qmin = 41.431 kPa					qmax = 156.700 kPa									
qref = 127.883 kPa					Vol. mur = 4.587 m²									

RESULTATS DE CALCULS INTERMEDIAIRES (METHODE CLASSIQUE)

SOL À PREDOMINANCE FROTTANTE

Statique

Excentricité = 0.131
 δ=17.67 °
 qmin = 41.431 kPa
 qref = 127.883 kPa
 iδβ = 0.514
 β=0.00 °,d=0.00 m
 qmax = 156.700 kPa
 Vol. mur = 4.587 m²

GEOMUR© 2.20.3 du 06/07/23 développé par GEOS site web : http://www.geos.fr e-mail : logiciels@geos.fr	GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS	Tél : 04 50 95 38 14 Fax :04 50 95 99 36
---	---	---

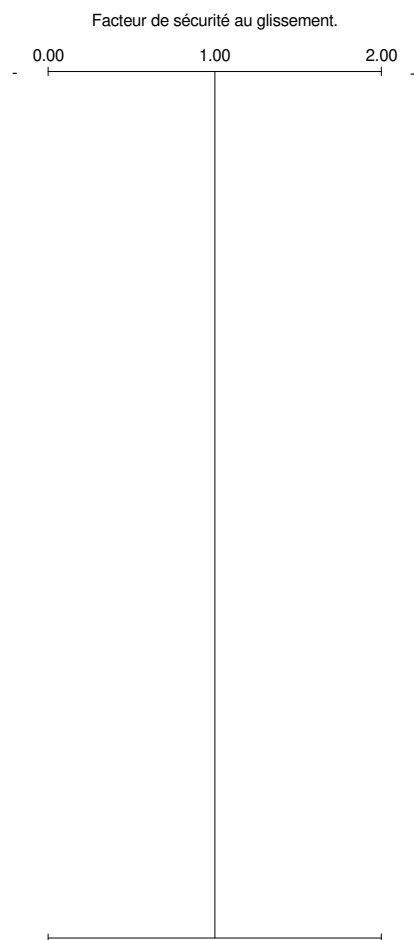
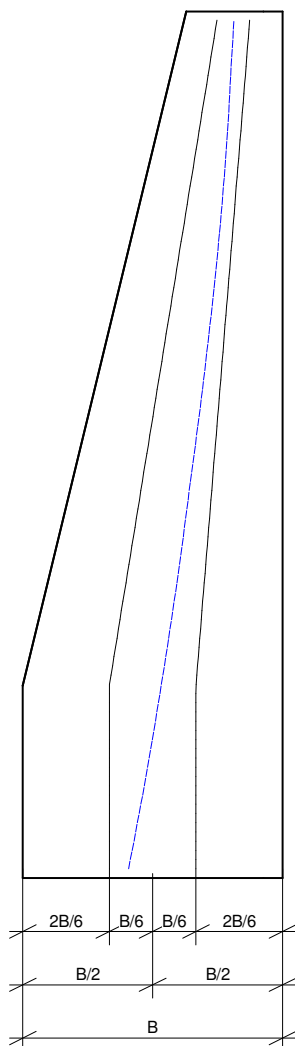
23024_BP	8/12/2025 - 22:48	BENETANT PF CENTRALE	FIGURE 2/4
		soutènement PF cote 846.5 mur aval H 3.5m	



STABILITE INTERNE

mur en maçonnerie :

La résultante doit passer dans le tiers central.



Caractéristiques internes du mur (Methode classique):

C ϕ
50.00 45.00

Conditions vérifiées :

Résultante :

en statique -> OUI

Glissement :

; OUI

Légende :

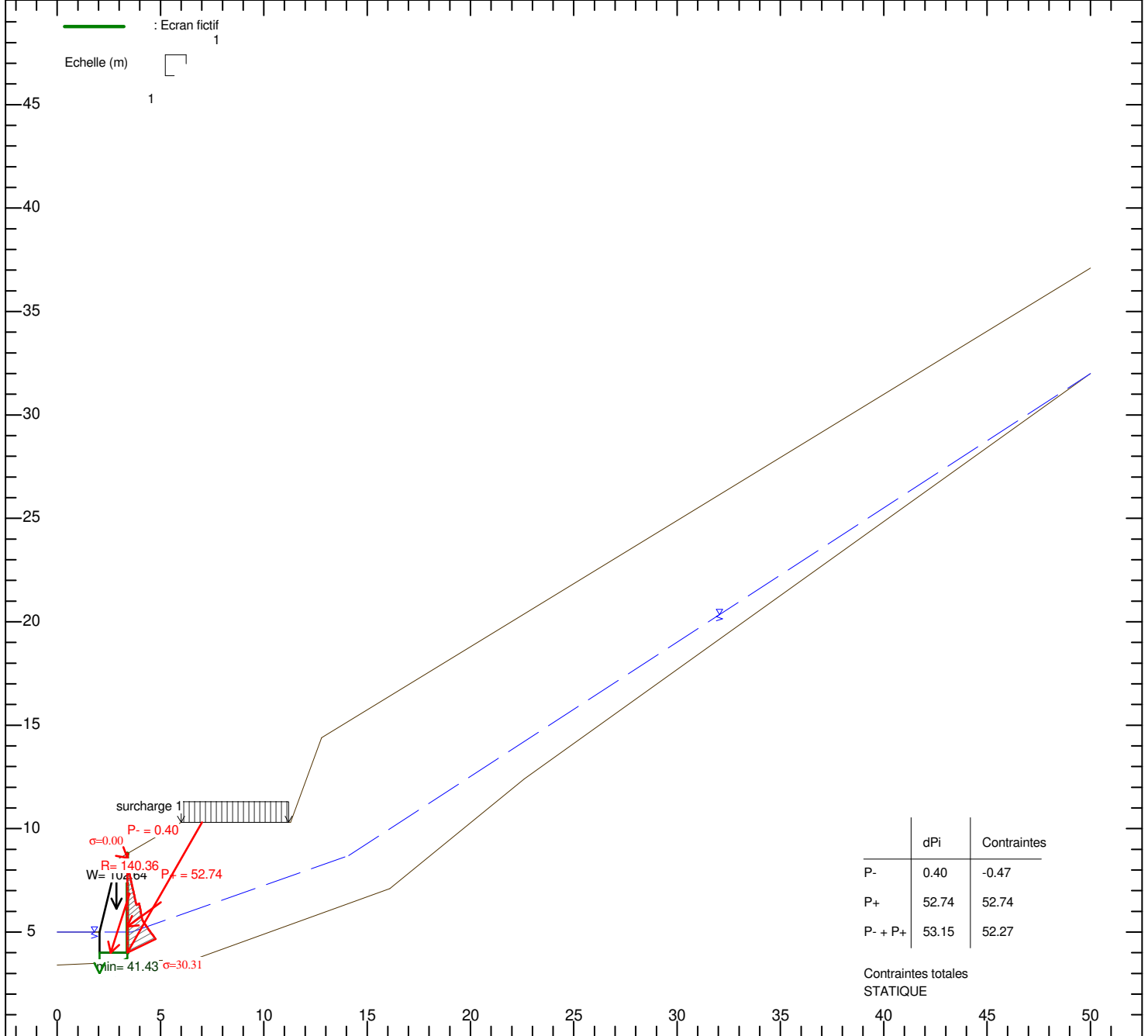
--- : statique

GEOMUR© 2.20.3 du 06/07/23 développé par GEOS
site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2
Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14
Fax : 04 50 95 99 36

23024_BP	8/12/2025 - 22:48	BENETANT PF CENTRALE	FIGURE 3/4
		soutènement PF cote 846.5 mur aval H 3.5m	



POIDS DU MUR		W= 102.64 kN		Xg= 2.87 m	Yg= 6.12 m
dont :	W mur= 114.69 kN	W charges= 0.00 kN	W sol/semelle= 1.45 kN	W sol/patin = 0.00 kN	W sol sous semelle= 0.00 kN
					W eau= 13.50 kN

POUSSEE TOTALE	P= 52.74 kN	$\tau = 36.13^\circ$	Pv = 31.10 kN	Ph = 42.60 kN	X = 3.40 m	Y = 5.26 m
Poussée due au sol	P= 42.57 kN	$\tau = 40.00^\circ$	Pv = 27.36 kN	Ph = 32.61 kN	X = 3.40 m	Y = 5.45 m
Poussée due à l'eau	P= 5.53 kN	$\tau = 0.00^\circ$	Pv = 0.00 kN	Ph = 5.53 kN	X = 3.40 m	Y = 4.32 m
Poussée due aux charges	P= 5.81 kN	$\tau = 40.00^\circ$	Pv = 3.74 kN	Ph = 4.45 kN	X = 3.40 m	Y = 5.07 m

RESULTANTE	R= 140.36 kN	$\tau = 72.33^\circ$	Rv= 133.74 kN	Rh= 42.60 kN	X = 2.59 m	Y = 4.00 m
------------	--------------	----------------------	---------------	--------------	------------	------------

GEOMUR® 2.20.3 du 06/07/23 développé par GEOS	GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2	Tél : 04 50 95 38 14
site web : http://www.geos.fr e-mail : logiciels@geos.fr	Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS	Fax : 04 50 95 99 36

23024_BP	8/12/2025 - 22:48	BENETANT PF CENTRALE	FIGURE 4/4
		soutènement PF cote 846.5 mur aval H 3.5m	

	Projet de centrale hydroélectrique – Torrents de Bénétant et du Grand Nant SHBB Mission G2 phase Projet (PRO) Communes de La Bathie et de Cevins (73)	N° d'affaire : 23024 Indice 2 Date : 19/03/2026
---	--	---

ANNEXE VI

Murs de soutènement de la plateforme du bâtiment

Etude de stabilité TALREN

Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : 23024

Titre du calcul : stabilité talus PF bâtiment

Lieu : Benetant

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	150,000	841,000	2	145,000	841,000	3	144,500	843,500	4	140,000	846,345	5	134,000	846,290	7	89,500	889,500
8	133,454	849,500	9	0,000	951,137	10	137,500	846,322	11	144,107	843,500	12	144,101	840,000	13	144,104	841,636
14	145,000	840,000	15	145,000	840,951	16	133,000	849,500	17	133,048	845,500	18	134,000	845,500	19	0,000	941,500
20	72,000	877,000	21	126,500	838,000	22	150,000	836,000									

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
1	1	2	2	2	3	3	3	4	9	8	7	10	7	9	11	8	10	12	5	10
14	5	8	15	10	4	16	11	13	17	13	10	18	13	2	19	13	12	20	12	14
21	14	15	22	15	2	23	11	3	24	8	16	25	16	17	26	17	18	27	18	5
28	19	20	29	20	21	30	21	22												

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks×B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques	
1	eboulis		18,0	45,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
2	schistes		27,0	45,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
3	remblais		18,0	45,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
4	enrochements maçonnées		25,0	45,00	100,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe	Écoulement dans le sol	kh	kv
1	eboulis		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
2	schistes		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
3	remblais		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
4	enrochements maçonnées		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-

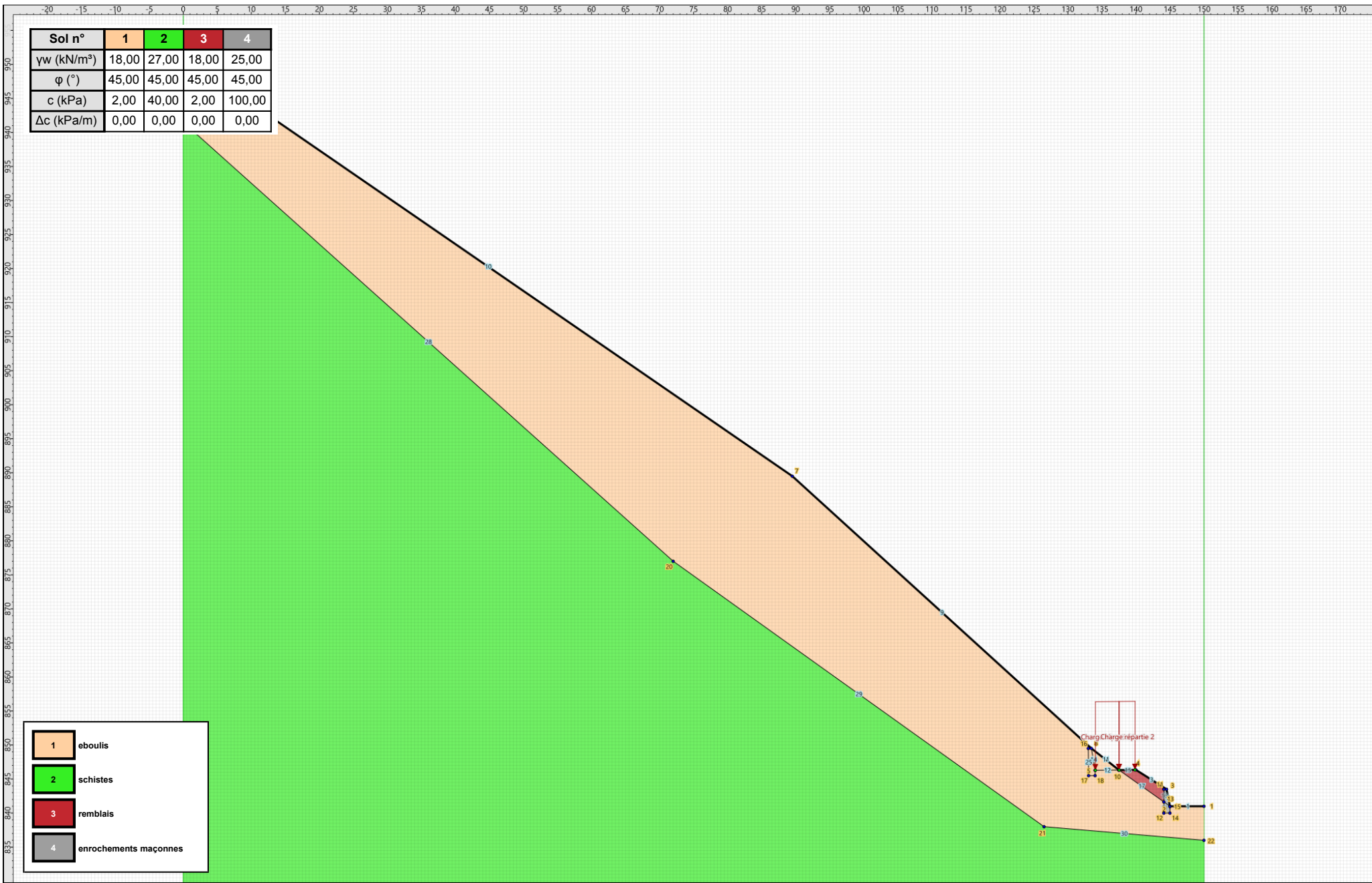
Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge répartie 1	134,038	846,290	20,0	137,481	846,322	20,0	90,00
2	Charge répartie 2	137,543	846,322	20,0	139,863	846,344	20,0	90,00



Talren v6
v6.2.20

Imprimé le : 9 déc. 2025 15:15:27
Calcul réalisé par : GEB INGENIERIE
Projet : stabilité talus PF bâtiment



Données de la situation 1

Nom de la phase : talus actuel statique

Nom de la situation : Situation 1

Option de calcul : Calcul de stabilité externe générale

Type d'analyse paramétrique : Calcul de stabilité classique

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation :Unitaire

Détails du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	$\Gamma_{tan\phi}$	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.0

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 135,500

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 131,500; Y= 848,500

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

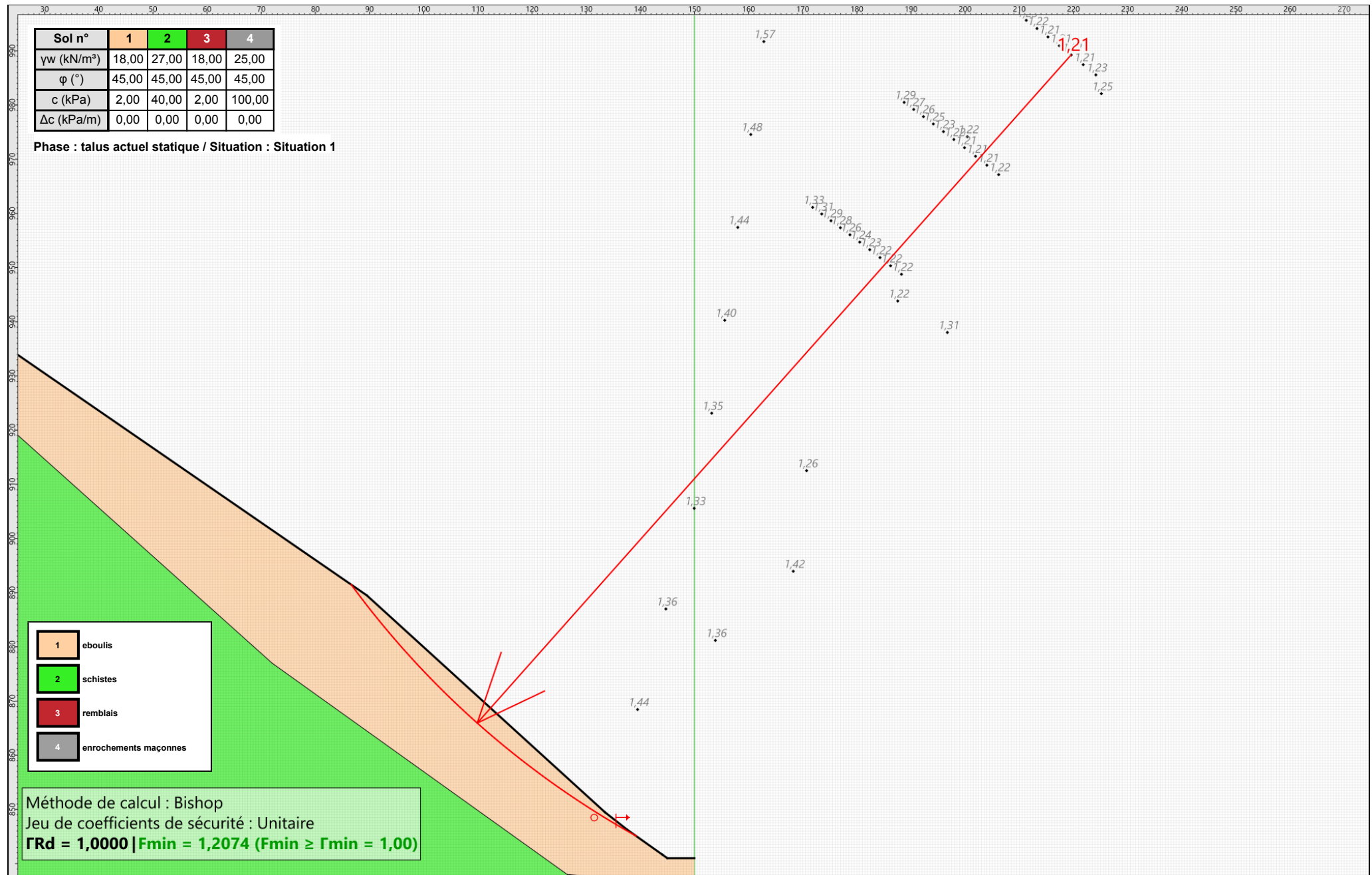


Talren v6
v6.2.20

Imprimé le : 9 déc. 2025 15:15:28
Calcul réalisé par : GEB INGENIERIE
Projet : stabilité talus PF bâtiment

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	27,00	18,00	25,00
φ (°)	45,00	45,00	45,00	45,00
c (kPa)	2,00	40,00	2,00	100,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : talus actuel statique / Situation : Situation 1



Données de la situation 2

Nom de la phase : talus actuel statique

Nom de la situation : Situation 2

Option de calcul : Calcul de stabilité externe générale

Type d'analyse paramétrique : Calcul de stabilité classique

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation :Eurocode - Sismique

Détails du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	$\Gamma_{tan\phi}$	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,400
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,100	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,400	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,000	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.0

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 135,500

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 133,500; Y= 845,500

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,163

Coefficient kv (accélération verticale) : 0,082

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

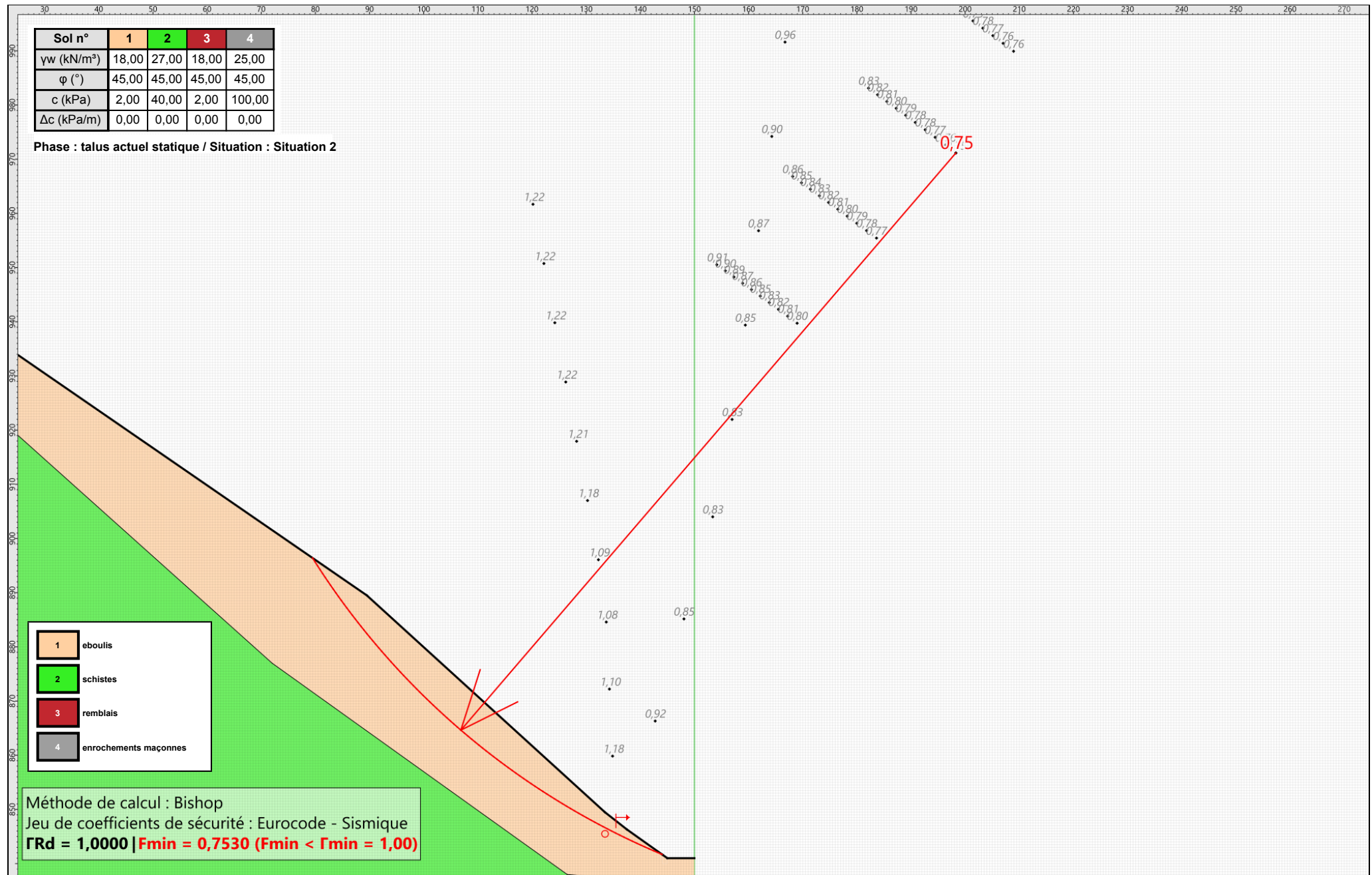


Talren v6
v6.2.20

Imprimé le : 9 déc. 2025 15:15:28
Calcul réalisé par : GEB INGENIERIE
Projet : stabilité talus PF bâtiment

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	27,00	18,00	25,00
φ (°)	45,00	45,00	45,00	45,00
c (kPa)	2,00	40,00	2,00	100,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : talus actuel statique / Situation : Situation 2



Données de la situation 1

Nom de la phase : projet

Nom de la situation : Situation 1

Option de calcul : Calcul de stabilité externe générale

Type d'analyse paramétrique : Calcul de stabilité classique

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation :Unitaire

Détails du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	$\Gamma_{tan\phi}$	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.0

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 139,000

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 134,500; Y= 845,000

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

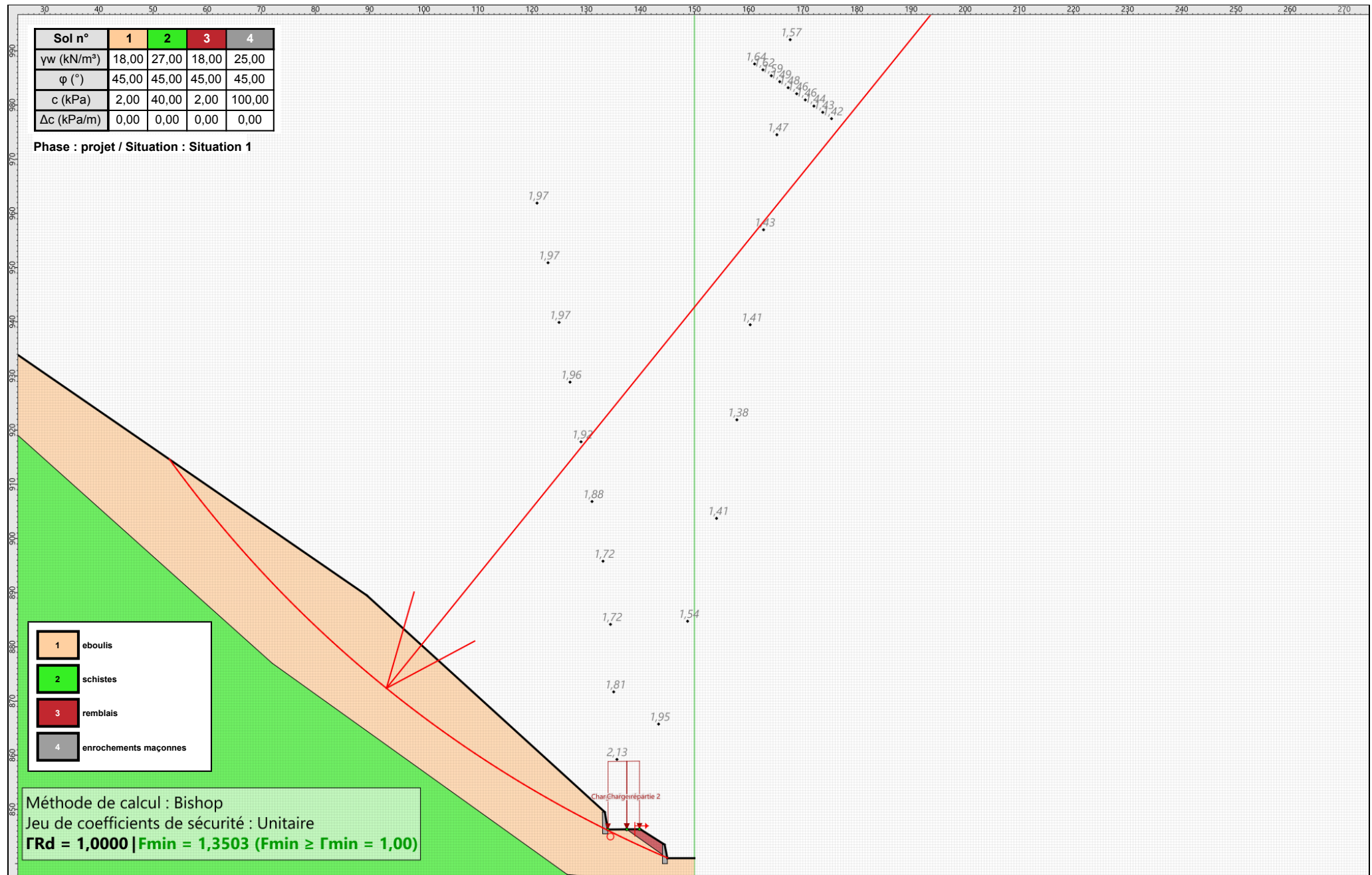


Talren v6
v6.2.20

Imprimé le : 9 déc. 2025 15:15:28
Calcul réalisé par : GEB INGENIERIE
Projet : stabilité talus PF bâtiment

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	27,00	18,00	25,00
φ (°)	45,00	45,00	45,00	45,00
c (kPa)	2,00	40,00	2,00	100,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : projet / Situation : Situation 1



Données de la situation 2

Nom de la phase : projet

Nom de la situation : Eurocode comb fondamentale

Option de calcul : Calcul de stabilité externe générale

Type d'analyse paramétrique : Calcul de stabilité classique

Méthode de calcul : Perturbations

Exposant de tgα : 1

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation :Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant

Détails du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γmin	1,000	Γs1	1,000	Γ's1	1,000	Γtanφ	1,250	Γc'	1,250	Γcu	1,400
ΓQ	1,300	Γqsl,clou,ab	1,000	Γqsl,clou,es	1,100	Γqsl,tirant,ab	1,400	Γqsl,tirant,es	1,000	Γqsl,bande	1,100
Γpl	1,400	Γa,clou	1,000	Γa,tirant	1,000	Γa,bande	1,250	Γbuton	1,000	-	-

Détermination de ΓRd : Automatique

ΓRd : 1.1

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

Intervalle d'entrée

Point gaucheX= 117,521; Y= 864,000

Point droitX= 127,000; Y= 855,373

Nombre de découpages20

Intervalle de sortie

Point gaucheX= 142,000; Y= 845,081

Point droitX= 148,500; Y= 841,000

Nombre de découpages20

Exploration : Par pas de 10°

Angle au centre maximal : 180,00

Écarter les surfaces de peau : Oui

Activer le critère de profondeur : Oui

Profondeur inférieure à (m) : 0,700

Activer le critère de distance entre extrémités : Non

Activer le critère de volume de sol glissant : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

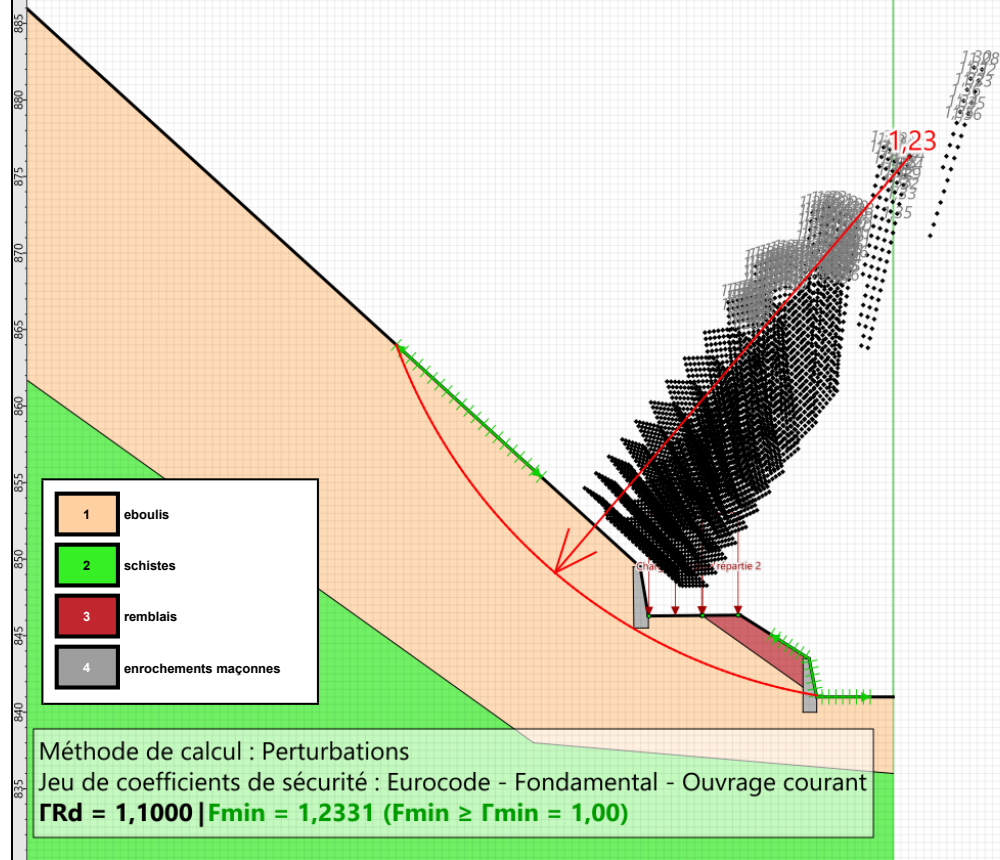


Talren v6
v6.2.20

Imprimé le : 9 déc. 2025 15:15:29
Calcul réalisé par : GEB INGENIERIE
Projet : stabilité talus PF bâtiment

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	27,00	18,00	25,00
φ (°)	45,00	45,00	45,00	45,00
c (kPa)	2,00	40,00	2,00	100,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : projet / Situation : Eurocode comb fondamentale



Données de la situation 3

Nom de la phase : projet

Nom de la situation : Eurocode com

Option de calcul : Calcul de stabilité externe générale

Type d'analyse paramétrique : Calcul de stabilité classique

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation :Eurocode - Sismique

Détails du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	$\Gamma_{tan\phi}$	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,400
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,100	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,400	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,000	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.0

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

Intervalle d'entrée

Point gaucheX= 114,774; Y= 866,500

Point droitX= 125,500; Y= 856,738

Nombre de découpage20

Intervalle de sortie

Point gaucheX= 142,000; Y= 845,081

Point droitX= 149,000; Y= 841,000

Nombre de découpage20

Exploration : Par pas de 10°

Angle au centre maximal : 180,00

Écarter les surfaces de peau : Oui

Activer le critère de profondeur : Oui

Profondeur inférieure à (m) : 0,700

Activer le critère de distance entre extrémités : Non

Activer le critère de volume de sol glissant : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale)0,163

Coefficient kv (accélération verticale)0,082

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable :Oui

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante :Non

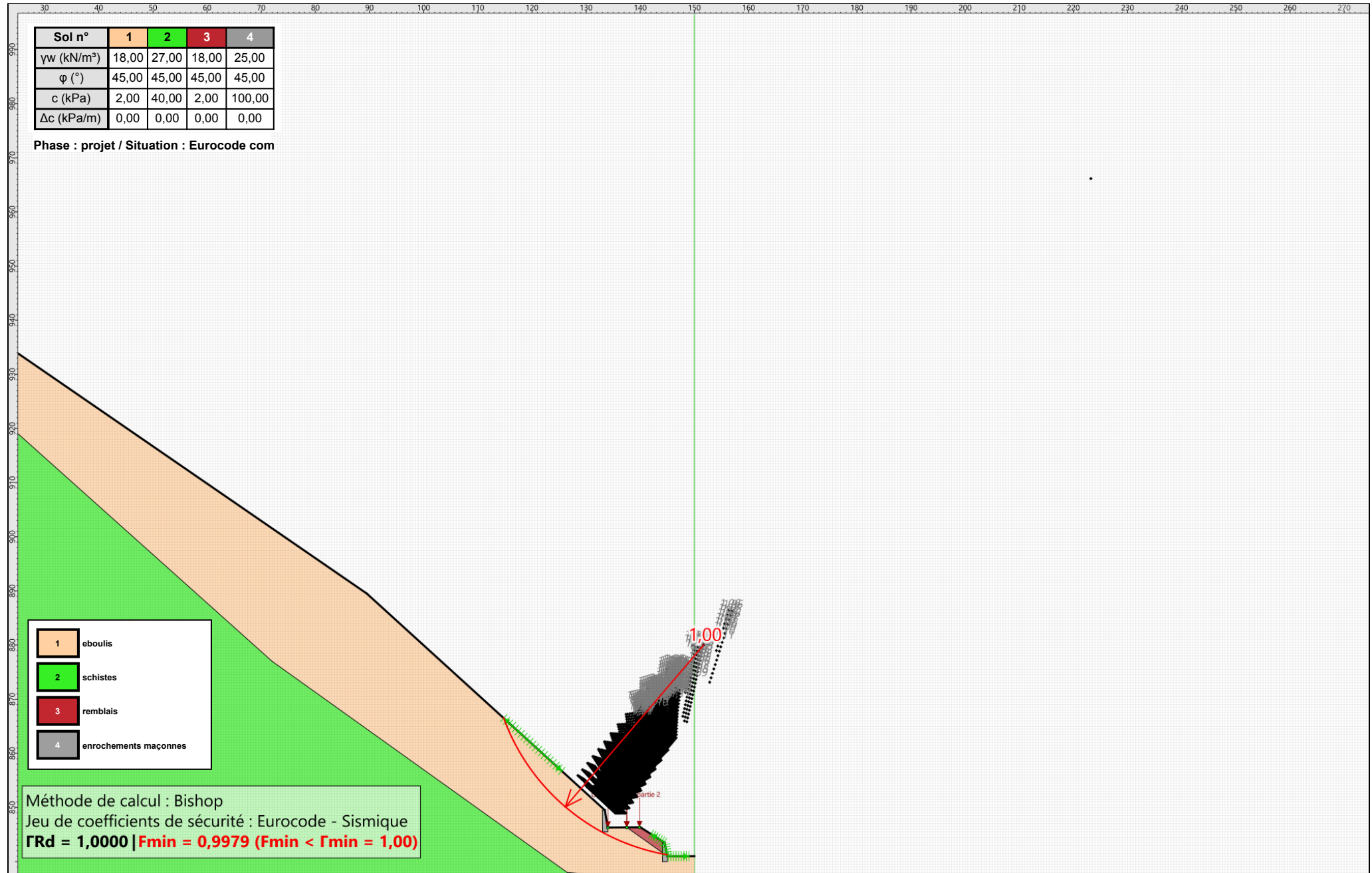


Talren v6
v6.2.20

Imprimé le : 9 déc. 2025 15:15:29
Calcul réalisé par : GEB INGENIERIE
Projet : stabilité talus PF bâtiment

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	27,00	18,00	25,00
φ (°)	45,00	45,00	45,00	45,00
c (kPa)	2,00	40,00	2,00	100,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : projet / Situation : Eurocode com



ANNEXE 3 : FLORE INVENTORIEE POUR CHAQUE HABITAT (KARUM, 2025)

E2.1 - Pâturages permanents mésotrophes et prairies post-pâturage

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection réglementaire	Liste Rouge Rhône-Alpes	Caractère Humide
Achillea millefolium L., 1753	Achillée millefeuille	-	LC	-
Ajuga reptans L., 1753	Bugle rampante	-	LC	-
Anthoxanthum odoratum L., 1753	Flouve odorante	-	LC	-
Bellis perennis L., 1753	Pâquerette vivace	-	LC	-
Blitum bonus-henricus (L.) C.A.Mey., 1829	Chénopode du bon Henri	-	LC	-
Dactylis glomerata L., 1753	Dactyle aggloméré	-	LC	-
Carum carvi L., 1753	Cumin des prés	-	LC	-
Cynosurus cristatus L., 1753	Crételle	-	LC	-
Festuca rubra L., 1753	Fétuque rouge	-	LC	-
Heracleum sphondylium L., 1753	Patte d'ours	-	LC	-
Lolium perenne L., 1753	Ivraie vivace	-	LC	-
Galium aparine L., 1753	Gaillet gratteron	-	LC	-
Geranium molle L., 1753	Géranium à feuilles molles	-	LC	-
Geranium robertianum L., 1753	Herbe à Robert	-	LC	-
Medicago lupulina L., 1753	Luzerne lupuline	-	LC	-
Plantago lanceolata L., 1753	Plantain lancéolé	-	LC	-
Plantago major L., 1753	Plantain majeur	-	LC	-
Poa trivialis L., 1753	Pâturin commun	-	LC	-
Ranunculus acris L., 1753	Bouton d'or	-	LC	-
Rumex acetosa L., 1753	Oseille des prés	-	LC	-

Stellaria graminea L., 1753	Stellaire graminée	-	LC	-
Taraxacum officinale F.H.Wigg., 1780	Pissenlit officinale	-	-	-
Trifolium pratense L., 1753	Trèfle des prés	-	LC	-
Trifolium repens L., 1753	Trèfle rampant	-	LC	-
Veronica chamaedrys L., 1753	Véronique petit chêne	-	LC	-
Vicia cracca L., 1753	Vesce cracca	-	LC	-

G1.612 - Hêtraies montagnardes médio-européennes à Luzule				
Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection réglementaire	Liste Rouge Rhône-Alpes	Caractère Humide
Abies alba Mill., 1768	Sapin pectiné	-	LC	-
Acer campestre L., 1753	Érable champêtre	-	LC	-
Acer pseudoplatanus L., 1753	Érable sycomore	-	LC	-
Ajuga reptans L., 1753	Bugle rampante	-	LC	-
Aruncus dioicus (Walter) Fernald, 1939	Barbe-de-bouc	-	LC	-
Asplenium trichomanes L., 1753	Capillaire des murailles	-	LC	-
Betula pendula Roth, 1788	Bouleau verruqueux	-	LC	-
Buddleja davidii Franch., 1887	Buddleia de David	-	-	-
Buxbaumia viridis (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nestl.	Buxbaumie verte	Nationale	LC	-
Cardamine amara L., 1753	Cardamine amère	-	LC	Humide
Cardamine heptaphylla (Vill.) O.E.Schulz, 1903	Dentaire pennée	-	LC	-
Cardamine pentaphyllos (L.) Crantz, 1769	Cresson des bois	-	LC	-
Carex digitata L., 1753	Laïche digitée	-	LC	-
Carex leersii F.W.Schultz, 1870	Laïche de Leers	-	-	-
Castanea sativa Mill., 1768	Chataignier	-	LC	-
Corylus avellana L., 1753	Noisetier	-	LC	-

Cystopteris fragilis (L.) Bernh., 1805	Cystoptéris fragile	-	LC	-
Daphne mezereum L., 1753	Bois-joli	-	LC	-
Dryopteris affinis (Lowe) Fraser-Jenk., 1979	Dryoptéris écailleux	-	LC	-
Dryopteris dilatata (Hoffm.) A.Gray, 1848	Dryoptéris dilaté	-	LC	Humide
Dryopteris filix-mas (L.) Schott, 1834	Fougère mâle	-	LC	-
Epilobium alsinifolium Vill., 1779	Épilobe à feuilles d'alsine	-	LC	Humide
Epilobium montanum L., 1753	Épilobe des montagnes	-	LC	-
Epipactis helleborine (L.) Crantz, 1769	Épipactis à larges feuilles	-	LC	-
Ervilia sylvatica (L.) Schur, 1853	Vesce des bois	-	LC	-
Fagus sylvatica L., 1753	Hêtre	-	LC	-
Fragaria vesca L., 1753	Fraisier sauvage	-	LC	-
Galium odoratum (L.) Scop., 1771	Aspérule odorante	-	LC	-
Galium rotundifolium L., 1753	Gaillet à feuilles rondes	-	LC	-
Galium sylvaticum L., 1762	Gaillet des bois	-	LC	-
Geranium robertianum L., 1753	Herbe à Robert	-	LC	-
Geum urbanum L., 1753	Benoîte commune	-	LC	-
Gymnocarpium dryopteris (L.) Newman, 1851	Polypode du chêne	-	LC	-
Gymnocarpium robertianum (Hoffm.) Newman, 1851	Polypode du calcaire	-	LC	-
Hedera helix L., 1753	Lierre grimpant	-	LC	-
Hieracium murorum L., 1753	Épervière des murs	-	LC	-
Ilex aquifolium L., 1753	Houx	-	LC	-
Juncus compressus Jacq., 1762	Jonc à tiges comprimées	-	LC	Humide
Lamium galeobdolon (L.) L., 1759	Lamier jaune	-	LC	-
Lamium maculatum (L.) L., 1763	Lamier maculé	-	LC	-
Lathyrus sylvestris L., 1753	Gesse des bois	-	LC	-

Lonicera xylosteum L., 1753	Chèvrefeuille des haies	-	LC	-
Luzula nivea (Nathh.) DC., 1805	Luzule blanche	-	LC	-
Luzula pilosa (L.) Willd., 1809	Luzule de printemps	-	LC	-
Luzula sylvatica subsp. sieberi (Tausch) K.Richt., 1890	Luzule de Sieber	-	LC	-
Lysimachia nemorum L., 1753	Lysimaque des bois	-	LC	Humide
Melica nutans L., 1753	Mélique penchée	-	LC	-
Neottia nidus-avis (L.) Rich., 1817	Néottie nid d'oiseau	-	LC	-
Oreopteris limbosperma (Bellardi ex All.) Holub, 1969	Polystic des montagnes	-	LC	Humide
Oxalis acetosella L., 1753	Pain de coucou	-	LC	-
Phyteuma spicatum L., 1753	Raiponce en épi	-	LC	-
Picea abies (L.) H.Karst., 1881	Épicéa commun	-	LC	-
Poa nemoralis L., 1753	Pâturin des bois	-	LC	-
Polygonatum verticillatum (L.) All., 1785	Sceau de Salomon verticillé	-	LC	-
Polypodium vulgare L., 1753	Régliasse des bois	-	LC	-
Polystichum aculeatum (L.) Roth, 1799	Polystic à aiguillons	-	LC	-
Populus tremula L., 1753	Peuplier Tremble	-	LC	-
Prenanthes purpurea L., 1753	Prénanthe pourpre	-	LC	-
Quercus petraea (Matt.) Liebl., 1784	Chêne sessile	-	LC	-
Rubus idaeus L., 1753	Framboisier	-	LC	-
Rubus sp.	Ronce	-	-	-
Salix purpurea L., 1753	Osier rouge	-	LC	Humide
Sambucus nigra L., 1753	Sureau noir	-	LC	-
Sambucus racemosa L., 1753	Sureau à grappes	-	LC	-
Saxifraga cuneifolia L., 1759	Saxifrage à feuilles en coin	-	LC	-
Saxifraga rotundifolia L., 1753	Saxifrage à feuilles rondes	-	LC	-
Solidago virgaurea L., 1753	Solidage verge d'or	-	LC	-

Sorbus aucuparia L., 1753	Sorbier des oiseleurs	-	LC	-
Thalictrum aquilegiifolium L., 1753	Pigamon à feuilles d'ancolie	-	LC	-
Urtica dioica L., 1753	Ortie dioïque	-	LC	-
Vaccinium myrtillus L., 1753	Myrtille	-	LC	-
Veronica chamaedrys L., 1753	Véronique petit chêne	-	LC	-
Veronica montana L., 1755	Véronique des montagnes	-	LC	-
Veronica urticifolia Jacq., 1773	Véronique à feuilles d'ortie	-	LC	-
Viola biflora L., 1753	Pensée à deux fleurs	-	LC	Humide
Viola reichenbachiana Jord. ex Boreau, 1857	Violette des bois	-	LC	-
Viscum album L., 1753	Gui blanc	-	LC	-

11.53 - Jachères non inondées avec communautés rudérales annuelles ou vivaces

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection réglementaire	Liste Rouge Rhône-Alpes	Caractère Humide
Ajuga reptans L., 1753	Bugle rampante	-	LC	-
Anthriscus sylvestris (L.) Hoffm., 1814	Cerfeuil des bois	-	LC	-
Aquilegia vulgaris L., 1753	Ancolie vulgaire	-	LC	-
Aruncus dioicus (Walter) Fernald, 1939	Barbe-de-bouc	-	LC	-
Barbarea vulgaris W.T.Aiton, 1812	Barbarée commune	-	LC	-
Bromus squarrosus L., 1753	Brome raboteux	-	LC	-
Corylus avellana L., 1753	Noisetier	-	LC	-
Dactylis glomerata L., 1753	Dactyle aggloméré	-	LC	-
Dactylorhiza fuchsii (Druce) Soó, 1962	Orchis de Fuchs	-	LC	-
Dryopteris filix-mas (L.) Schott, 1834	Fougère mâle	-	LC	-

Epilobium angustifolium L., 1753	Épilobe en épi	-	LC	-
Epilobium collinum C.C.Gmel., 1826	Épilobe des collines	-	LC	-
Equisetum arvense L., 1753	Prêle des champs	-	LC	-
Equisetum telmateia Ehrh., 1783	Grande prêle	-	LC	Humide
Ervilia sylvatica (L.) Schur, 1853	Vesce des bois	-	LC	-
Fraxinus excelsior L., 1753	Frêne élevé	-	LC	-
Galium aparine L., 1753	Gaillet gratteron	-	LC	-
Geranium molle L., 1753	Géranium à feuilles molles	-	LC	-
Geranium robertianum L., 1753	Herbe à Robert	-	LC	-
Geranium sylvaticum L., 1753	Géranium des bois	-	LC	-
Lathyrus sylvestris L., 1753	Gesse des bois	-	LC	-
Lolium perenne L., 1753	Ivraie vivace	-	LC	-
Lonicera xylosteum L., 1753	Chèvrefeuille des haies	-	LC	-
Lotus corniculatus L., 1753	Lotier corniculé	-	LC	-
Medicago lupulina L., 1753	Luzerne lupuline	-	LC	-
Melampyrum sylvaticum L., 1753	Melampyre sylvatique	-	LC	-
Petasites albus (L.) Gaertn., 1791	Pétasite blanc	-	LC	Humide
Plantago lanceolata L., 1753	Plantain lancéolé	-	LC	-
Plantago major L., 1753	Plantain majeur	-	LC	-
Poa nemoralis L., 1753	Pâturin des bois	-	LC	-
Poa trivialis L., 1753	Pâturin commun	-	LC	-
Prenanthes purpurea L., 1753	Prénanthe pourpre	-	LC	-

Ranunculus tuberosus Lapeyr., 1813	Renoncule serpent	-	LC	-
Rubus idaeus L., 1753	Framboisier	-	LC	-
Rumex alpinus L., 1759	Rumex des Alpes	-	LC	-
Salix caprea L., 1753	Saule marsault	-	LC	-
Sorbus aucuparia L., 1753	Sorbier des oiseleurs	-	LC	-
Stellaria graminea L., 1753	Stellaire graminée	-	LC	-
Taraxacum officinale F.H.Wigg., 1780	Pissenlit officinal	-	LC	-
Trifolium pratense L., 1753	Trèfle des prés	-	LC	-
Trifolium repens L., 1753	Trèfle rampant	-	LC	-
Urtica dioica L., 1753	Ortie dioïque	-	LC	-
Valeriana tripteris L., 1753	Valériane à trois folioles	-	LC	-
Veronica chamaedrys L., 1753	Véronique petit chêne	-	LC	-
Veronica montana L., 1755	Véronique des montagnes	-	LC	-
Veronica urticifolia Jacq., 1773	Véronique à feuilles d'ortie	-	LC	-

ANNEXE 4 : RESULTATS DE L'INDICE DE SENESCENCE (KARUM 2026)

RELEVÉ DIAGNOSTIC INDICE DE SENESCENCE SELON KARUM			
REFERENCE DU RELEVÉ			
Date :	29/04/2026	Nom du relevé :	MA3
Surface parcourue (m²) :	50668,00	Surface totale (ha) :	10,5
Nom des observateurs:		Falc'y , Saint-Saëns	
LOCALISATION DU RELEVÉ			
Département :	Savoie	Commune :	Cevins
Dossier :	2016117	Régime forestier :	plan d'aménagement forestier de Cevins
Autre (n° parcelle, ...) :	N°56B		
Propriétaire, gestionnaire :	ONF		
Statut/gestion :		Altitude :	750

CRITÈRES DU DIAGNOSTIC SIMPLIFIÉ	
Etage (A - planitaire et collinéen, B - montagnard, C - subalpin) :	B
arcours (plein (plus de 70% de l'ilot parcouru) ou partiel) :	partiel



Catégories			Critère de notation	Note attribuée automatique	Compléments d'infos (si nécessaire)																				
A - Ancienneté de la forêt	Utiliser "Remonter le temps" sur Géoportail		0 : A 2 : B 5 : C	5																					
	A : forêt récente -> non boisée sur les cartes de l'état major+BD ortho historique B : forêt travaillée dans son entièreté (défrichement et reboisement localisé) C : forêt ancienne non touchée depuis plus de 50 ans																								
B - Essences du boisement	Nombre d'essences relevées (genres différents)	8	<table><tr><td>plans</td><td>coll.</td><td>mont.</td><td>subalpin</td></tr><tr><td>0</td><td>0 ou 1 genres</td><td>0 genres</td><td>0 genres</td></tr><tr><td>1</td><td>2 genres</td><td>1 genre</td><td>1 genre</td></tr><tr><td>2</td><td>3 ou 4 genres</td><td>2 genres</td><td>2 genres</td></tr><tr><td>3</td><td>5 genres et +</td><td>3 genres et +</td><td>3 genres et +</td></tr></table>	plans	coll.	mont.	subalpin	0	0 ou 1 genres	0 genres	0 genres	1	2 genres	1 genre	1 genre	2	3 ou 4 genres	2 genres	2 genres	3	5 genres et +	3 genres et +	3 genres et +	5	Lister jusqu'à 5 essences principales ici : Hêtre; SapinBlanc; Tilleul à grande feuille, Erable Sycomore Epicéa commun; Chêne Sessile; Peuplier tremble; Châtaignier
	plans	coll.	mont.	subalpin																					
	0	0 ou 1 genres	0 genres	0 genres																					
	1	2 genres	1 genre	1 genre																					
	2	3 ou 4 genres	2 genres	2 genres																					
3	5 genres et +	3 genres et +	3 genres et +																						
Espèces botaniques protégées	oui	2 points si présence	2	Lister les espèces protégées ici : Buxbomie																					
Autres espèces intéressantes (hors espèces botaniques protégées -> pics, bouvreuil, capricornes, lichen fruticuleux, etc.)	oui	2 points si présence	2	Lister les espèces intéressantes ici : Pic Noir, Roitelet huppé, Sittelle torchepot																					
Surface représentée par les EEE	0	- 1 : Présence -2 : 0,5 à 1 % -3 : > 1 %	0	Lister les EEE ici :																					
Pourcentage de l'ilot recouvert par les EEE	0 %																								
C - Structure du peuplement	Nombre de strates (herbacée, arbustive (<3m), arborée)	1	1 : une strate 2 : deux strates 3 : trois strates	1																					
	Stade de décomposition moyen (A : bois frais, B : bois dur, C : bois pourri, D : bois vermoulu)	C	0 : stade A, B 2 : stade C 3 : stade D	2																					
	Phase dynamique (A : régénération, B : croissance, C : appogée, D : effondrement)	C	0 : stade A, B 1 : stade C 2 : stade D	1																					
D - Bois morts sur pied	Nombre de bois morts de hauteur >1m		0 : pas d'arbre 1 : 1 arbre/ha	2																					
	Grosse dimension (>35cm)	7	2 : 2 à 3 arbres/ha																						
	Moyenne dimension (15/35cm)	9	5 : > 3 arbres/ha																						
E - Bois morts au sol	Nombre de bois morts de longueur >1m		0 : pas d'arbre/ha 1 : 1 arbre/ha	5																					
	Grosse dimension (>35cm)	20	2 : 2 à 3 arbres/ha																						
	Moyenne dimension (15/35cm)	37	5 : > 3 arbres/ha																						
F - Très gros bois vivant	Nombre d'arbres vivants		0 : pas d'arbre/ha 1 : 1 arbre/ha	5																					
	Très grosse dimension (>65cm) (ou >45cm pour des essences à faible croissance)	32	2 : 2 à 5 arbres/ha																						
	Grosse dimension (>45cm)	15	5 : > 5 arbres/ha																						
G - Arbres vivants porteurs de dendromicrohabitats (dmh)	Nombre d'arbres vivants à dmh (ne compter qu'un dmh par arbre)		0 : 1 arbre/ha 1 : 2 arbres/ha 2 : 3-7 arbres/ha 5 : > 8 arbres/ha	2																					
	1 - Loge de pic	2																							
	2 - Cavité à terreau	17																							
	3 - Orifices et galeries d'insectes (>2cm)	1																							
	4 - Concavités	11																							
	5 - Aubier aparent (bois sans écorce, blessure due au feu, écorce décollée)	4																							
	6 - Aubier et bois de cœur apparent (cime brisée, fente, arbre creu)	8																							
	7 - Sporophores de champignons	4																							
	8 - Plantes et lichens épiphytiques : mousses, lichens, fougères, lierre, etc.	4																							
	9 - Nids	0																							

H - Milieux ouverts florifères	Milieux ouverts à végétation florifère caractéristique*				<table><tr><td colspan="2">plus, coll, mont, subalpin</td></tr><tr><td>0</td><td>0%</td></tr><tr><td>2</td><td><1% ou >5%</td></tr><tr><td>5</td><td>1 à 5%</td></tr><tr><td></td><td>>5%</td></tr></table>	plus, coll, mont, subalpin		0	0%	2	<1% ou >5%	5	1 à 5%		>5%	2	
	plus, coll, mont, subalpin																
0	0%																
2	<1% ou >5%																
5	1 à 5%																
	>5%																
Surface des trouées ou clairières (m²)	113	% par rapport à la surface parcourue	0,2 %														
I - Milieux aquatiques	Types présents, naturels ou artificiels, permanents ou temporaires				0 : aucun type 2 : 1 type 5 : 2 types ou plus	5											
	1 - Source ou suintement	0															
	2 - Ruisselet, fossé humide non entretenu ou petit canal (largeur <1m)	0															
	3 - Petit cours d'eau (1 à 8m)	0															
	4 - Rivière	1															
	5 - Lac ou plan d'eau profond	0															
	6 - Etang ou plan d'eau peu profond	0															
	7 - Mare ou autre petit point d'eau	1															
	8 - Tourbière	0															
J - Milieux rocheux	Types présents, de surface cumulée >20m²				0 : aucun type 2 : 1 type 5 : 2 types ou plus	5											
	1 - Falaise ou paroi rocheuse de hauteur supérieure à celle des arbres adultes	1															
	2 - Paroi rocheuse de hauteur inférieure à celle des arbres adultes	1															
	3 - Faille rocheuse	0															
	4 - Dalle	0															
	5 - Grotte ou gouffre	0															
	6 - Dortoir ou abris favorable à la faune	1															
	7 - Eboulis instable	1															
	8 - Amoncellement de blocs stables (éboulis, tas de pierre, ruine, muret >20m)	1															
	9 - Chaos de blocs > 2m	0															
	10 - Banc de galets (hors lit mineur)	0															
	11 - Dépôt de sédiments fins, peu végétalisé (hors du lit mineur)	0															
	12 - Berge verticale meuble ou paroi de matériau meuble, peu végétalisée	0															

Habitat (EUNIS 2012) :	G1.612 - Hêtraies montagnardes médio-européennes à Luzule G1.A43 - Forêts de pente mixtes péréalpines à Fraxinus et Acer pseudoplatanus
------------------------	--

Critères	Note
A - Ancienneté de la forêt	5
B - Essences du boisement	9
C - Structure du peuplement	4
D - Bois morts sur pied	2
E - Bois morts au sol	5
F - Très gros bois vivant	5
G - Arbres vivants porteurs de dendromicrohabitats (dmh)	2
H - Milieux ouverts florifères	2
I - Milieux aquatiques	5
J - Milieux rocheux	5
TOTAL	44
Favorabilité du boisement	77%

