

# Centrale hydroélectrique de la Sarenne

## DOSSIER SOUMIS A PARTICIPATION DU PUBLIC EN APPLICATION DE L'ARTICLE L123-19 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

**PIECE D : AVIS DELIBERE DE LA MISSION REGIONALE D'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE AUVERGNE-RHONE-ALPES – AVIS N° 2018-ARA-AP00623 DU 13 SEPTEMBRE 2018**

Mission régionale d'autorité environnementale

charAuvergne-Rhône-Alpes

# Avis délibéré de la mission régionale d'autorité environnementale Auvergne-Rhône-Alpes relatif au projet de modification du projet de concession hydroélectrique du torrent de la Sarenne présenté par la SAS la Sarenne sur les communes d'Huez, la Garde et Bourg d'Oisans (département de l'Isère)

**Avis n° 2018-ARA-AP00623**

Avis délibéré le 13 septembre 2018

# Préambule relatif à l'élaboration de l'avis

La mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) Auvergne-Rhône-Alpes du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD), dans sa réunion du 4 septembre 2018, a donné délégation à son président, en application des articles 3 et 4 de sa décision du 14 mars 2017 portant exercice de la délégation prévue à l'article 17 du décret du 2 octobre 2015 modifié relatif au CGEDD, pour statuer sur la demande d'avis relative au projet de modification du projet de concession hydroélectrique du torrent de la Sarenne sur les communes de Huez, La Garde et Bourg d'Oisans (Isère).

En application de l'article 9 du règlement intérieur du CGEDD, le délégataire cité ci-dessus atteste qu'aucun intérêt particulier ou élément dans ses activités passées ou présentes n'est de nature à mettre en cause son impartialité dans l'avis à donner sur le projet qui fait l'objet du présent avis.

La direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Auvergne-Rhône-Alpes a été saisie le 13 juillet 2018, par l'autorité compétente pour autoriser la modification du contrat de concession et l'exécution des ouvrages de la concession hydroélectroélectrique de la Sarenne (38), pour avis au titre de l'autorité environnementale.

Conformément aux dispositions du II de l'article R122-7 du code de l'environnement, l'avis doit être fourni dans le délai de deux mois. Conformément aux dispositions du III du même article, la préfecture de l'Isère et l'Agence régionale de santé ont été consultées.

La DREAL a préparé et mis en forme toutes les informations nécessaires pour que la MRAe puisse rendre son avis.

Après en avoir délibéré, la MRAe rend l'avis qui suit.

**Il est rappelé ici que pour tous les projets soumis à évaluation environnementale, l'autorité environnementale doit donner son avis, le mettre en ligne et le transmettre à l'autorité compétente.**

**Conformément à l'article R. 122-9 du code de l'environnement, le présent avis devra être inséré dans le dossier du projet soumis à enquête publique ou à une autre procédure de consultation du public prévue par les dispositions législatives et réglementaires en vigueur.**

**Cet avis ne porte pas sur l'opportunité du projet mais sur la qualité de l'évaluation environnementale présentée par le maître d'ouvrage et sur la prise en compte de l'environnement par le projet. Il n'est donc ni favorable, ni défavorable. Il vise à permettre d'améliorer sa conception et la participation du public à l'élaboration des décisions qui portent sur celui-ci.**

**Conformément à l'article L122-1 du code de l'environnement, cet avis doit faire l'objet d'une réponse écrite de la part du maître d'ouvrage qui doit être jointe lors de la consultation du public.**

# Avis


**1. Contexte, présentation du projet et enjeux environnementaux....4**

**1.1. Contexte et présentation du projet....4**

**1.2. Principaux enjeux environnementaux du projet et du territoire concerné....6**

**2. Qualité du dossier....6**

**2.1. Aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement et de son évolution....7**

2.1.1. Milieu aquatique....7

2.1.2. Faune-Flore....7

2.1.3. Géologie et hydrogéologie....7

2.1.4. Bruit....8

2.1.5. Paysage....8

2.1.6. Usages....8

**2.2. Description des incidences notables potentielles du projet sur l'environnement et des mesures prévues pour éviter, réduire et le cas échéant pour compenser les impacts résiduels....8**

2.2.1. Milieu aquatique....8

2.2.2. Maîtrise des risques liés au percement des galeries (stabilité des terrains / nuisances / impacts sur la santé)....9

2.2.3. Impacts sur la santé....11

2.2.4. Faune-flore....11

2.2.5. Bruit....12

2.2.6. Paysage....13

2.2.7. Climat....13

2.2.8. Usages....13

**2.3. Description des solutions de substitution raisonnables et justification des choix retenus....14**

**2.4. Articulation du projet avec les documents de planification....14**

**2.5. Méthodes utilisées et auteurs des études....15**

**2.6. Résumé non technique de l'étude d'impact....15**

**3. Prise en compte de l'environnement par le projet....15**

# 1. Contexte, présentation du projet et enjeux environnementaux

## 1.1. Contexte et présentation du projet

Le projet présenté consiste en la réalisation du projet d'aménagement et d'exploitation hydroélectrique de la chute de la Sarenne sur les communes de La Garde, Huez et le Bourg d'Oisans dans le département de l'Isère. Il connaît une adaptation par rapport au projet approuvé par l'État en 2014 dans le cadre de l'octroi de la concession correspondante à la SAS la Sarenne. Il consiste à exploiter une chute de 735 m sur le torrent la Sarenne entre une prise d'eau à édifier à l'altitude 1456 m NGF et une usine à implanter dans la plaine de Bourg d'Oisans à l'atlitude 721 m NGF. La puissance maximale brute de cette installation sera de 12 975 kW. Le productible moyen annuel est estimé à 33 500 MWh.

Les modifications apportées au projet approuvé lors de l'octroi de la concession répondent aux contraintes et enjeux techniques, économiques et environnementaux identifiés lors des études techniques complémentaires réalisées depuis 2014.

Il comportait initialement une prise d'eau reliée à une usine par un chemin d'eau souterrain « en escalier » composé de 3 galeries horizontales et de 2 puits verticaux.

Les études d'ingénierie ont montré la grande difficulté de réaliser les travaux tels que prévus dans le dossier de concession pour les raisons suivantes : géologie défavorable sur certains emplacements de galerie, présence d'amiante naturel dans les roches à excaver, diamètre des galeries à creuser insuffisant au regard des normes actuelles de santé et sécurité au travail, localisation prévisionnelle de l'usine en zone inondable.

De ce fait, la SAS la Sarenne a étudié une adaptation technique du chemin d'eau avec suppression de deux galeries horizontales, remplacement des puits verticaux par des tunnels creusés par forages dirigés à l'aide d'une technique innovante, modification d'une partie du tracé en plan du chemin d'eau ainsi que de l'emplacement de l'usine et réduction du nombre de groupes de production dans l'usine sans modification de la puissance produite.

Les caractéristiques essentielles de l'aménagement portées au cahier des charges approuvé par l'arrêté préfectoral n°2014203-0039 du 22 juillet 2014 ne sont pas remises en cause. Les adaptations envisagées n'auront pas pour effet de modifier les cours d'eau captés, les cotes de prise et de restitution, les communes territorialement concernées, ni de compromettre la sécurité des ouvrages, des biens et des personnes, ni d'augmenter le débit emprunté.

Dans le cadre de la procédure d'octroi de la concession, le porteur de projet a remis en 2010 un dossier comportant notamment une étude d'impact. L'autorité environnementale a produit le 28 octobre 2010 un avis sur le projet. Au regard des modifications envisagées et en application de l'article R122-2-II du code de l'environnement, la SAS la Sarenne a déposé une demande d'examen au cas par cas du projet le 15 février 2018. L'autorité environnementale a rendu un avis le 22 mars 2018 dispensant le concessionnaire de réaliser une nouvelle étude d'impact. Le concessionnaire a toutefois réalisé une actualisation de cette dernière en application de l'article L122-1-1 III du code de l'environnement.

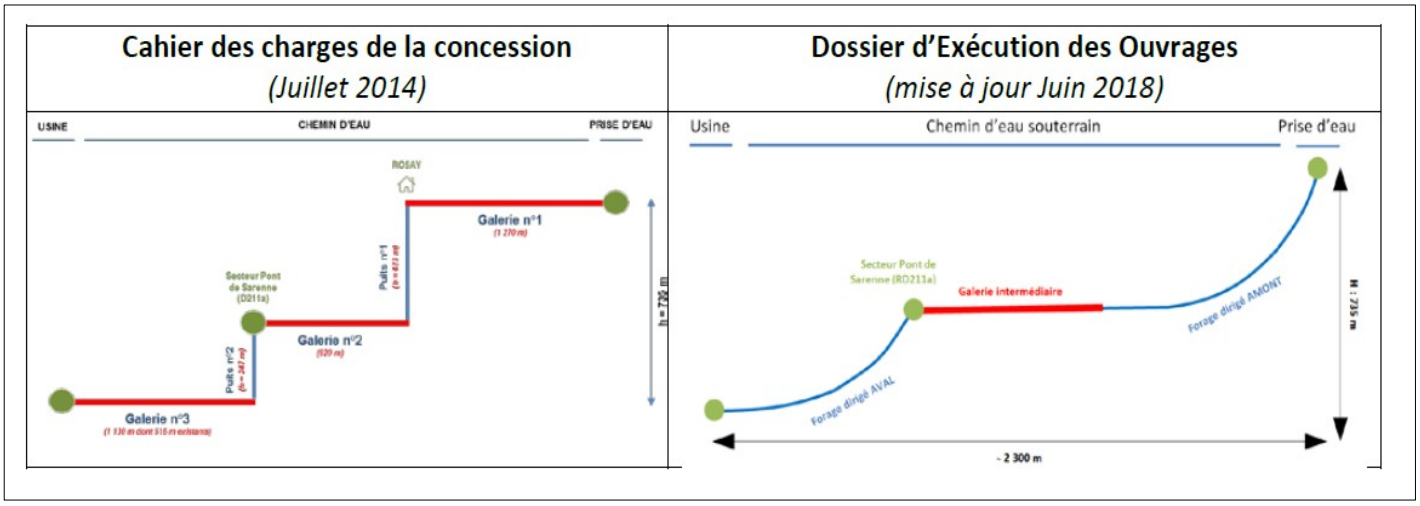



*Illustration 1 : évolution du profil en long du chemin d'eau*

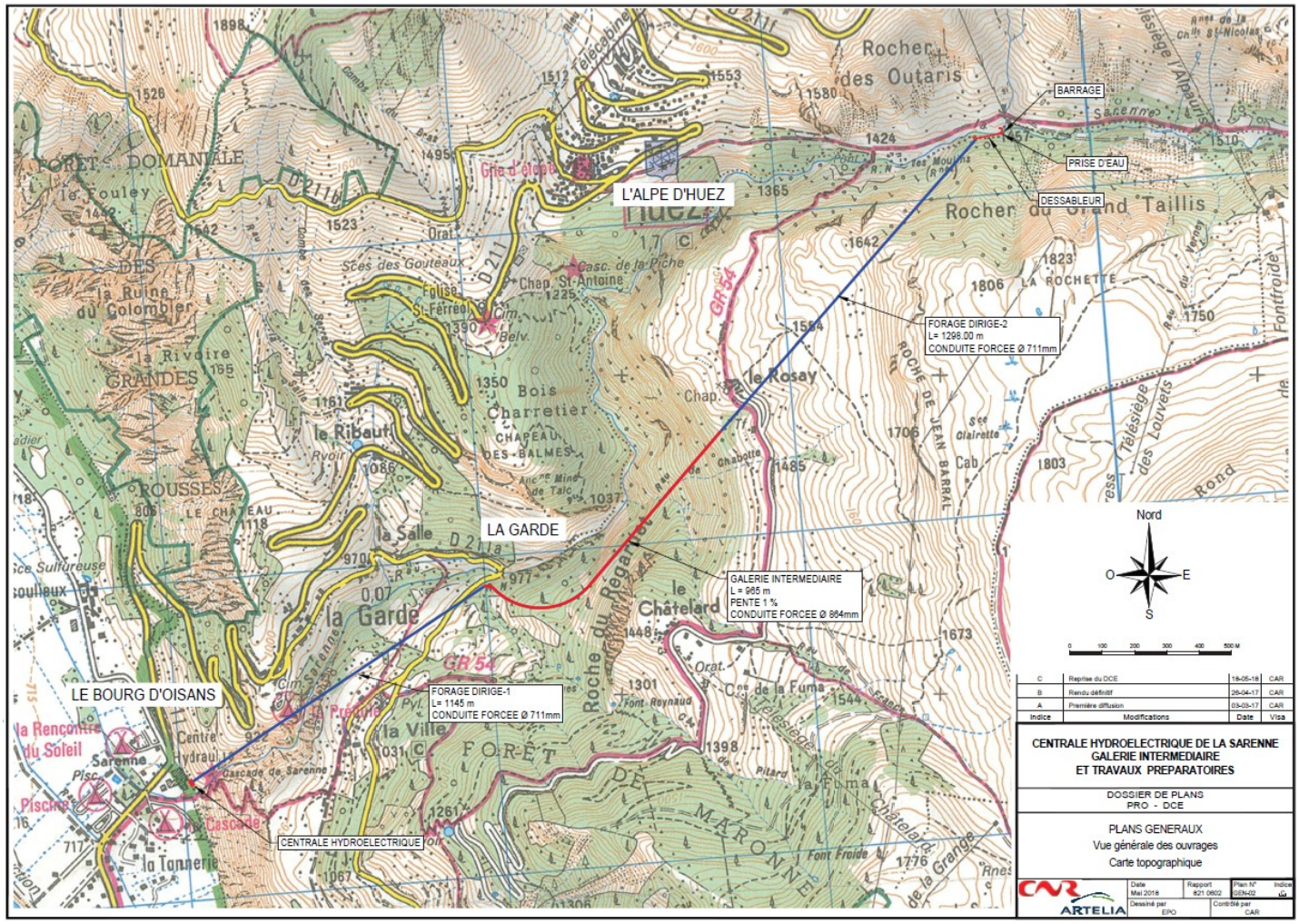



*Illustration 2 : plan de situation des ouvrages de la concession*

En vue de la réalisation de l'aménagement, la SAS la Sarenne a déposé plusieurs dossiers au titre du code de l'énergie, du code de l'environnement et du code forestier :

1. au titre du code de l'énergie, une demande d'avenant au contrat de concession afin de modifier les caractéristiques des aménagements qui y figurent ;
2. au titre du code de l'énergie, une demande d'autorisation d'exécution de travaux ;
3. au titre du code forestier, une demande d'autorisation de défrichement.

L'étude d'impact du projet actualisée est jointe aux dossiers de demande d'avenant et d'exécution des travaux.

L'autorité environnementale a été saisie le 13 juillet 2018 d'une demande d'avis sur cette étude d'impact.

## 1.2. Principaux enjeux environnementaux du projet et du territoire concerné

Pour l'autorité environnementale, les principaux enjeux du territoire et du projet sont :

- la préservation de la qualité des eaux superficielles et des fonctionnalités du torrent la Sarenne,
- la préservation des milieux et des espèces terrestres concernés par les travaux et l'exploitation de l'aménagement hydroélectrique,
- la maîtrise des risques associés au percement des galeries (stabilité des terrains, impacts sur la santé – présence possible d'amiante), et la gestion des matériaux extraits,
- les nuisances pour le voisinage, en particulier les nuisances sonores et celles liées au percement des galeries (vibrations),
- l'intégration paysagère du projet,
- la conciliation des différents usages de l'eau (en particulier : besoins du milieu naturel, production d'énergie, fabrication de neige de culture).

# 2. Qualité du dossier

L'étude d'impact est facilement lisible et compréhensible. Le dossier comprend toutes les pièces prévues par l'article R122-5 du code de l'environnement à l'exception du résumé non technique et d'une appréciation de la vulnérabilité du projet au changement climatique. Une évaluation de l'incidence d'une baisse probable de l'hydrologie sur la production serait en effet nécessaire.

L'étude d'impact reprend et complète la rédaction d'origine pour l'ensemble des thématiques prévues au code de l'environnement.

Des compléments sont apportés par le concessionnaire par pièce séparée : « Réponses au courrier de la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes du 18 avril 2018 ». **L'autorité environnementale recommande que ces éléments soient intégrés au document principal, de manière à disposer d'un unique document à jour.**

## 2.1. Aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement et de son évolution

Les thématiques environnementales pertinentes par rapport aux enjeux environnementaux susceptibles d'être affectés dans le cadre des travaux et de l'exploitation, sont abordées et correctement développées.

La description de l'état initial du présent dossier actualise et complète l'état initial élaboré dans le cadre de l'étude d'impact de l'aménagement de 2009 instruite dans le cadre de l'octroi de la concession.

### 2.1.1. Milieu aquatique

Le diagnostic écologique se concentre principalement sur le tronçon de la Sarenne compris entre la prise d'eau et le point de restitution de l'usine mais englobe également les tronçons amont et aval, en particulier vis-à-vis de l'enjeu de continuité écologique. L'état initial repose, pour la partie qualité des eaux superficielles et milieu aquatique, sur des données relativement anciennes qui n'ont pas été actualisées. La caractérisation de l'hydrologique du secteur s'appuie principalement sur une chronique de données 1977-2002. Les compléments à l'étude d'impact actualisée fournissent quelques données plus récentes (2017-2018), mais l'évolution en tendance incluant les dix dernières années fait défaut.

**L'Autorité environnementale recommande de compléter l'étude sur ce point.**

### 2.1.2. Faune-Flore

Des relevés floristiques et faunistiques complémentaires ont été menés en 2016, par le bureau d'études MICA Environnement, afin de mettre à jour l'état initial des enjeux écologiques (inventaires antérieurs datant de 2003 et modification des emprises du projet concernées par des défrichements, la création de pistes, de plateformes). Quatre secteurs ont été distingués pour le diagnostic des habitats naturels, de la flore et de la faune : trois secteurs concernant les milieux terrestres, qui correspondent aux trois zones de travaux : zone amont (prise d'eau), secteur du Pont de Sarenne (jonction du chemin d'eau) et zone aval (usine hydroélectrique). Un secteur cible les milieux aquatiques et associés. L'aire d'étude est pertinente, et les prospections ont été menées aux périodes adéquates et en nombre suffisant.

Une donnée récente concernant la présence de la loutre dans la plaine de Bourg d'Oisans a été portée à la connaissance du concessionnaire. Le dossier a été complété en conséquence dans le cadre de la « Réponse au courrier de la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes du 18 avril 2018 ». Le concessionnaire juge que la présence de la loutre sur le tronçon court-circuité est « *très peu probable et vraisemblablement limitée à des incursions d'individus erratiques* ». La configuration des habitats (gorges, succession de cascades), la faiblesse de la ressource piscicole, la faible superficie des linéaires impactés et la faible densité potentielle d'individus constituent des facteurs limitant l'incidence potentielle des travaux et de l'aménagement en lui-même. Le concessionnaire prévoit un renforcement du suivi des populations piscicoles de la Sarenne initialement prévu en phase d'exploitation, incluant une campagne de prospection dès l'hiver 2018-2019, de manière à préciser les capacités d'attrait du milieu pour la loutre.

### 2.1.3. Géologie et hydrogéologie

La connaissance du contexte géologique du projet a été affinée suite à la réalisation de prospections géotechniques en 2015 (secteurs de la prise d'eau, d'un premier puits envisagé, des ouvrages souterrains), puis en 2017.

Des études de repérage d'amiante ont été réalisées en 2015 à partir de l'ensemble des analyses effectuées (reconnaissances géotechniques et géologiques, analyses laboratoire, expertises…) sur l'ensemble du massif. Ces études ont permis au concessionnaire d'identifier le risque associé et de proposer des mesures

de gestion permettant de le maîtriser.

L'aire d'étude est bien adaptée et l'état initial suffisamment développé et actualisé, en particulier au regard de l'état initial de l'étude d'impact de 2009 insuffisamment précis.

### 2.1.4. Bruit

Des mesures complémentaires de bruit ambiant et de bruit résiduel ont été réalisées en 2015 dans le secteur voisin de l'usine.

Les aires d'études complémentaires qui ont permis de compléter l'étude d'impact initiale sont pertinentes.

Des mesures de l'ambiance sonore récentes figurent dans le dossier mais ne sont pas réalisées pour la totalité de l'aire d'étude. Il manque une caractérisation du secteur du Pont de Sarenne.

**L'Autorité environnementale recommande de compléter l'étude sur ce point**.

### 2.1.5. Paysage

Les éléments descriptifs du paysage font défaut dans la partie consacrée à l'état initial. Une description des différents points de vue des ouvrages à réaliser est cependant proposée dans la partie relative aux incidences attendues. L'aire d'étude retenue pour la partie incidence est adaptée. Une vision prospective de l'évolution du paysage en l'absence de projet pourrait toutefois utilement être proposée.

### 2.1.6. Usages

L'étude d'impact actualisée reprend les éléments présentés en 2009. La principale évolution concerne la réalisation de la retenue de l'Herpie pour la production de neige de culture sur le domaine skiable de l'Alpe d'Huez. Cet aménagement était prévu et son dimensionnement connu.

## 2.2. Description des incidences notables potentielles du projet sur l'environnement et des mesures prévues pour éviter, réduire et le cas échéant pour compenser les impacts résiduels

L'exposé des impacts négatifs et positifs, directs et indirects sur l'environnement de la modification de l'aménagement proposée, durant le chantier et pendant toute la durée du titre demandé est présentée de manière claire et proportionnée par rapport aux enjeux. Les différentes phases du projet sont couvertes : démolition de l'aménagement préexistant, chantier, remise en état des zones utilisées pour des besoins limités à la phase de chantier, exploitation de l'aménagement, pour l'ensemble des thématiques pertinentes.

### 2.2.1. Milieu aquatique

L'incidence sur la qualité des eaux et la faune aquatique en phase chantier est globalement comparable à celle du projet initial. L'adaptation du projet supprime les impacts potentiels sur le ruisseau de la Chabotte, affluent de la Sarenne dans le secteur du Pont de Sarenne. Les débits des rejets d'eau dans la Sarenne pendant les opérations de creusement sont nettement diminués par rapport au projet initial grâce au recours à la méthode du forage dirigé, moins consommatrice d'eau et à la réduction des risques de venues d'eau par l'optimisation du tracé du chemin d'eau souterrain.

En phase d'exploitation, les effets du projet sur la qualité des eaux et la faune aquatique seront comparables à ceux attendus du projet initial.

L'avis émis par l'autorité environnementale le 28 octobre 2009 pointait l'incertitude entourant les effets de la réduction du débit dans le tronçon court-circuité sur la qualité du milieu aquatique, liée à la diminution de la capacité de dilution par le torrent des apports d'eaux pluviales issues de l'Alpe d'Huez. Ce point de vigilance demeure. Il convient de noter qu'une mesure d'augmentation éventuelle du débit réservé figure au cahier des charges de la concession de manière à répondre à cet impact éventuel, dans l'hypothèse où les résultats du suivi écologique imposé à l'exploitant en phase d'exploitation – portant en particulier sur la qualité des eaux surface (hydrobiologie) – mettrait en évidence un impact notable du fonctionnement de l'aménagement.

Le projet est de nature à altérer la continuité piscicole au niveau de la prise d'eau. La mise en œuvre d'une passe à poissons constitue la mesure retenue pour réduire cet impact. Des suivis piscicoles seront réalisés par l'exploitant afin de vérifier le bon état écologique du torrent et d'évaluer la fonctionnalité de la passe. Compte-tenu des incertitudes qui existent au stade du dimensionnement sur le niveau de répartition optimal des débits prévus pour la montaison et la dévalaison, l'Autorité environnementale recommande que le concessionnaire mentionne explicitement la possibilité de réajuster cette répartition sur la base des constats qui seront portés.

Des mesures de préservation des milieux aquatiques en phase chantier sont prévues ( pêches électriques de sauvegarde, évitement de la période de reproduction et d'incubation de la truite fario et du chabot pour les travaux de terrassement potentiellement impactants).

L'enjeu du transit sédimentaire au niveau du seuil de la prise d'eau a été bien pris en compte dans la conception de la prise d'eau. Le projet initial intégrait une galerie horizontale dès la prise d'eau assurant une fonction de dessablage. Désormais le départ du chemin d'eau en forage dirigé incliné dès la prise d'eau impose le dimensionnement d'un décanteur à l'air libre permettant d'assurer cette fonction. La transparence globale de l'ouvrage vis-à-vis du transit sédimentaire de la Sarenne sera permise par les manœuvres de la vanne du chenal de dégravement, de l'organe de vidange du dessableur et des vannes du seuil vanné, en fonction du débit de la Sarenne. Si besoin, des opérations de curage complémentaires de la retenue sont prévues.

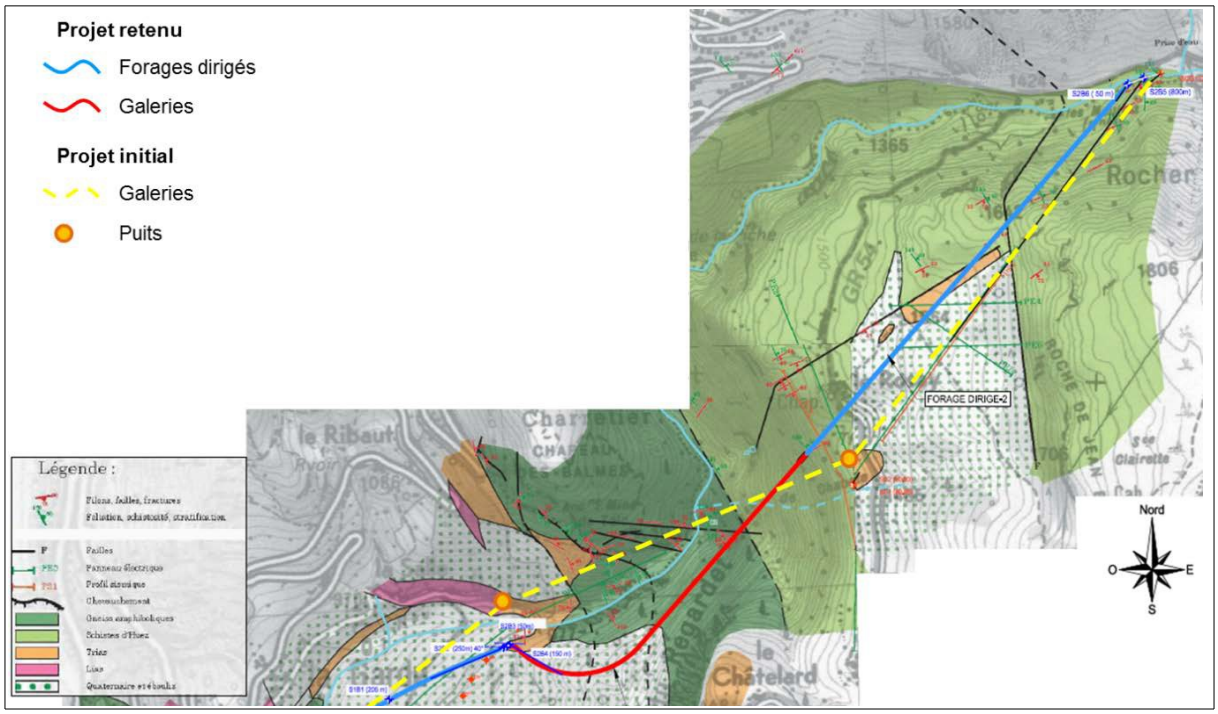
### 2.2.2. Maîtrise des risques liés au percement des galeries (stabilité des terrains / nuisances / impacts sur la santé)

Stabilité des terrains

Le nouveau tracé du chemin d'eau souterrain et les solutions techniques retenues pour son creusement visent à contourner les principaux accidents tectoniques identifiés en rive droite de la Sarenne, à éviter les zones d'instabilités (secteur du Rosay, pente en rive droite au niveau du Pont de Sarenne), à réduire les risques de venues d'eau (couverture rocheuse importante pour le passage sous la Sarenne, recoupement perpendiculaire des accidents géologiques, et à assurer la stabilité du massif de sortie des forages dirigés amont et aval (terrassements rocheux ponctuels). Les études menées depuis 2015 ont permis de préciser le contexte géologique et de proposer un tracé du chemin d'eau permettant de réduire les risques importants identifiés sur le long du tracé initial, liés à :

- une couverture rocheuse trop faible (une vingtaine de mètres) lors du passage de la galerie intermédiaire sous la Sarenne, susceptible d'entraîner des venues d'eau importantes ;
- la traversée des massifs en rive droite de la Sarenne, où sont attendus les principaux accidents tectoniques, augmentant le risque de venues d'eau et d'instabilités lors du creusement de la galerie ;

- la localisation de la tête du puits n°1 et de sa plateforme de chantier à proximité d'une zone en glissement lent.




*<u>Illustration 3</u> : évolution du tracé en plan des ouvrages de la concession (zones amont et intermédiaire)*

L'optimisation du tracé permet d'éviter la zone de glissement du puits n°1 du projet initial, de s'écarter au mieux de la zone de failles et du cours d'eau en amont du pont de Sarenne, tout en en restant relativement proche de l'ancien tracé.

<u>Nuisances</u>

La modification du chemin d'eau et de la technique de percement doit globalement réduire l'exposition aux nuisances afférentes à l'usage d'explosifs.

- Le linéaire de galerie à percer en technique traditionnelle – explosifs, passe de 3300 à moins de 1000 ml. Cependaans le voisinage du hameau du Rosay, source identifiée dans le projet initial de nuisances sonores, vibratoires, d'un risque de capture de sources évoqués par les riverains et d'une problématique d'évacuation et de transit des matériaux par une voie communale sous-dimensionnée.

L'étude d'impact du projet initial détaillait très peu la nature des travaux de creusement du puits aval. Le choix d'implantation du tracé en rive gauche de la Sarenne, sur des terrains plus stables, permettra de limiter les travaux de terrassement.

Sur la zone de travaux aval, le recours à la méthode de forage dirigé permet de réduire significativement le volume de déblais et par conséquent le trafic de camions nécessaires à leur évacuation vers un site de reprise en vallée de Bourg d'Oisans (3 000 $m^3$ environ).

Le positionnement de la future usine hydroélectrique contre la paroi rocheuse et la nécessité de terrassements augmentent le risque de chute de pierres et de blocs par rapport au projet initial. Il en est de même pour les terrassements dans le rocher en rive gauche au niveau de la prise d'eau, accrus du fait de la nécessité d'implantation d'un dessableur. Des mesures complémentaires de réduction des impacts par purges, ancrages, mise en œuvre de barrières et écrans de protection sont prévues.

Les mesures visent donc en premier lieu l'évitement des zones à risques et en second lieu la réduction des incidences.

### 2.2.3. Impacts sur la santé

La présence potentielle de roches amiantifères, au niveau de la galerie intermédiaire et des forages dirigés amont et aval, impose un processus d'analyses à l'avancement et de traitement spécifique des matériaux excavés contenant, le cas échéant, de l'amiante naturel. Le recours à la technique du forage dirigé, moins émissive que le minage traditionnel, permet de réduire globalement les risques liés à la présence potentielle d'amiante comparativement au projet initial.

Les procédures mises en place en phase chantier dépendront du contexte géologique traversé et permettront l'anticipation des moyens de protection collective et individuels à mettre en œuvre. La mesure de réduction du risque amiante en phase chantier est basée sur la recherche à l'avancement (analyse macroscopique, analyse des boues de cutting, forage à l'avancement). Des mesures de désempoussièrement sont également prévues au front et à l'extérieur des galeries afin de s'assurer de la non-incidence des travaux sur l'air environnant.

En cas de découverte, le concessionnaire prévoit pour la gestion des matériaux concernés les mesures suivantes :

- le confinement des matériaux concernés dans les remblais de la plateforme des viroles et/ou dans les niches / caverne de la galerie intermédiaire, pour les matériaux provenant du tronçon amont du chemin d'eau ;
- le confinement dans les niches / caverne de la galerie existante ou intermédiaire, pour les matériaux provenant du forage dirigé aval.

### 2.2.4. Faune-flore

La modification du projet n'implique pas d'écart significatif de l'incidence des travaux sur les milieux et la faune aquatiques par rapport au projet initial. Une appréciation identique concerne les incidences sur les milieux et espèces terrestres.

Toutefois l'évaluation initiale de la sensibilité et des incidences associées aux espèces et milieux terrestres proposée dans l'étude d'impact de 2009 nécessitait une actualisation et des compléments. L'appréciation de l'évolution de l'incidence globale entre les projets initial et actuel est donc délicate, compte-tenu de la période écoulée entre les inventaires (2003-2016), et de la modification des emprises concernées. On notera néanmoins que la surface totale de défrichement est augmentée. Les mesures de réduction d'impact ont consisté à prendre en considération les périodes favorables pour les travaux de coupe, à prévoir le passage d'un écologue pour adapter si nécessaire les modalités d'intervention dans l'éventualité où la présence d'espèces sensibles serait constatée au démarrage des chantiers.

Aucun individu ou habitat d'espèce végétale protégée ou présentant un enjeu local de conservation n'a été observé dans le périmètre des travaux à l'occasion des inventaires récents. Dans le projet initial, la prise d'eau était implantée au même endroit et les emprises de travaux étaient similaires. Dans le secteur du pont de Sarenne, les modifications apportées au projet initial se traduisent par un déplacement des emprises terrestres. Ainsi l'évolution du projet entraîne un déplacement des effets sur le milieu naturel dans un rapport de surface équivalent.

Sur la zone de travaux aval, le projet retenu aura les mêmes effets sur les milieux, la flore et la faune terrestres que le projet initial.

Sur le secteur de la prise d'eau, des spécimens de grenouille rousse ont été contactés. Le concessionnaire propose une mesure de réduction d'impact consistant à rechercher, capturer et relâcher les individus qui

seraient présents sur la zone de chantier. Le passage d'un écologue avant le début du chantier est prévu à cette fin.

**Compte-tenu du constat de présence opéré, l'autorité environnementale recommande que le concessionnaire propose également une mesure de suivi relatif à cette espèce, permettant d'évaluer un possible impact en phase d'exploitation, ainsi que des mesures de nature à éviter le cas échéant la mortalité d'individus par plaquage sur les grilles de la prise d'eau.**

La surface de déboisement est globalement augmentée, passant de 2 500 à 10 000m$^2$, mais ceci ne devrait pas avoir d'incidence significative sur le maintien des milieux forestiers à plus grande échelle (vallée de la Sarenne, forêt de Maronne, bassin de l'Oisans).

Concernant la loutre, la description de l'incidence est nécessairement incomplète compte-tenu des lacunes de l'état initial. Néanmoins, le concessionnaire estime que l'incidence du projet d'aménagement hydroélectrique de la Sarenne vis-à-vis de la loutre sera très faible à nulle, tant en phase travaux qu'en phase d'exploitation. Un suivi loutre sera également engagé avant le déclenchement des travaux dans les secteurs du pont de Sarenne et de la prise d'eau. Les modalités de ce suivi seront élaborées avec l'appui d'experts du Réseau loutre Rhône-Alpes et avec en lien avec le Parc National des Écrins. Les résultats de ce suivi Loutre et du suivi piscicole permettront de préciser les capacités d'attrait du milieu pour la loutre. Dans l'hypothèse où l'incidence constatée serait sensiblement différente de celle attendue, le concessionnaire propose à titre de mesures compensatoires, à mettre en œuvre avec l'AFB et la DREAL, la recherche de points de blocage dans la plaine de Bourg d'Oisans et la réalisation ou le soutien d'une ou plusieurs mesures de restauration de la continuité.

Conformément au code de l'environnement, elle comporte une évaluation des incidences Natura 2000, relative à la zone spéciale de conservation FR8201738 « Plaine de Bourg d'Oisans et ses versants », désignée par arrêté ministériel le 16 avril 2016 ; elle conclut de façon crédible à l'absence d'incidence significative du projet vis à vis des habitats et des espèces justifiant la désignation du site. Des mesures de décantation des eaux de forage sont prévues en phase chantier pour éviter le colmatage des habitats aquatiques favorables.

### 2.2.5. Bruit

Une étude de l'impact acoustique de la centrale sur le voisinage a été réalisée par un bureau d'étude. Elle a permis de préciser les niveaux sonores attendus et les traitements nécessaires pour le bâtiment de la centrale et le local des transformateurs en phase d'exploitation. Les nuisances sonores sont correctement évaluées dans les zones les plus sensibles en termes de voisinage.

En phase travaux, le projet retenu diminue globalement les nuisances sonores pour le voisinage du fait du changement de la technique de creusement opéré.

Cependant l'étude d'impact ne comporte pas l'évaluation des impacts du projet en phase chantier dans les secteurs de l'usine et du pont de Sarenne. Le concessionnaire prévoit de fournir cette évaluation début septembre 2018. Des mesures de réduction des nuisances occasionnées sont d'ores et déjà proposées par le concessionnaire : réaliser les terrassements et opérations de creusement des 50 premiers mètres de galerie uniquement en journée ; optimiser le plan d'amorçage pour limiter la charge d'explosif ; poser un rideau anti-bruit en entrée de galerie ; limiter les émissions sonores des engins de chantier (par l'entretien régulier, l'utilisation de matériel insonorisé, d'appareils électriques plutôt que pneumatiques, etc.). Ces mesures apparaissent appropriées.

### 2.2.6. Paysage

Les incidences sur le paysage, en phase travaux, du projet initial et du projet retenu sont les mêmes au niveau la zone de travaux amont. La modification du tracé du chemin d'eau souterrain se traduit par un impact visuel plus important dans le secteur du Pont de Sarenne en phase de travaux du fait de l'aménagement des plateformes d'attaque de la galerie intermédiaire et de stockage des viroles ainsi que de l'aménagement d'une piste en contrebas de la RD 211a (nécessaire aux reconnaissances géotechniques). En phase travaux, les incidences sur le paysage du projet initial et du projet modifié sont les mêmes sur la zone de travaux aval. L'analyse des incidences en phase travaux est satisfaisante.

De manière pérenne, les éléments apparents des ouvrages associés à la prise d'eau sont plus importants dans le projet modifié, mais l'impact paysager reste semblable à celui du projet initial en raison d'une perception très limitée.

À Bourg d'Oisans, le positionnement de l'usine en retrait de la Sarenne et son encastrement partiel dans la paroi rocheuse améliorent nettement l'intégration passive du bâtiment dans le paysage par rapport au projet initial.

Le traitement architectural des bâtiments de la prise d'eau et de l'usine participe également à l'intégration paysagère de l'aménagement. Les modalités d'implantation de la plateforme en remblais, en bordure de la route départementale 211a, son traitement paysager et sa valorisation (point de vue aménagé, parking, espace d'information touristique, sentiers piétons…) sont autant d'éléments réduisant l'incidence négative potentielle du projet.

Cependant l'analyse des incidences est incomplète pour le secteur de la prise d'eau, compte-tenu des dernières évolutions apportées au projet d'aménagement : la suppression de la galerie horizontale au départ de la prise d'eau, qui intégrait une fonction de dessablage, impose l'édification d'un dessableur extérieur – ouvrage béton de 90 ml.

**L'autorité environnementale recommande de préciser l'intégration paysagère de cet ouvrage et du seuil de prise d'eau reconfiguré.**

### 2.2.7. Climat

La modification du projet induit le stockage d'une part importante des matériaux extraits au niveau du Pont de Sarenne. Cette modalité de gestion a pour conséquence de réduire significativement le transit des volumes concernés et donc les émissions correspondantes de gaz à effet de serre en phase chantier.

L'exploitation de l'aménagement hydroélectrique de la Sarenne permettra la production de 33 500 MWh d'électricité par an en moyenne. Cette production permettra d'éviter l'émission de 15 300 à 31 900 tonnes de $CO_2$ dans l'atmosphère en comparaison avec une production équivalente par centrale thermique au gaz ou au charbon. Par conséquent, l'aménagement hydroélectrique de la Sarenne aura une incidence positive, bien que de faible ampleur, sur les facteurs de changement climatique. Il s'inscrit dans les déclinaisons à l'échelle nationale et régionale des engagements pris par la France dans la lutte contre le réchauffement climatique et pour le développement des énergies renouvelables.

L'étude d'impact actualisée ne présente pas d'évaluation de la vulnérabilité du projet au changement climatique. **L'autorité environnementale recommande une estimation de l'impact qu'une baisse de l'hydrologie pourrait occasionner sur le productible et la rentabilité du projet.**

### 2.2.8. Usages

Le prélèvement d'eau nécessaire au remplissage du réservoir de l'Herpie pour la neige de culture est susceptible de pénaliser la production de l'aménagement hydroélectrique. Le concessionnaire a établi en

2012 une convention avec le gestionnaire de cette retenue, visant à permettre une optimisation de la gestion de son remplissage. L'objectif est d'éviter au maximum une concurrence sur la ressource entre les deux usages. Grâce à l'effort d'instrumentation de la centrale hydroélectrique, il sera possible de piloter le remplissage de la retenue en favorisant les périodes de surverse au seuil hydroélectrique. Ce processus garantit la maximisation de la production d'énergie sans pénaliser le remplissage. Toutefois, les conditions techniques restent à définir.

## 2.3. Description des solutions de substitution raisonnables et justification des choix retenus

Le projet consiste à optimiser la version initiale de l'aménagement approuvé en 2014. Dans ce cadre, le concessionnaire a été amené à étudier successivement quatre scénarios :

- le projet initial approuvé comprenant trois galeries horizontales et trois puits verticaux ;
- un projet d'exécution des ouvrages présenté en septembre 2015, comprenant deux galeries reliées par un unique puits vertical ;
- un projet d'exécution des ouvrages présenté en septembre 2015 présenté en janvier 2018, comprenant deux galeries horizontales et deux tronçons inclinés en forage dirigé ;
- le projet actuel, objet de la mise à jour du dossier d'exécution des ouvrages, comprenant une galerie horizontale et deux tronçons inclinés en forage dirigé.

L'analyse des caractéristiques et incidences de ces scénarios aux contraintes géologiques vis-à-vis des enjeux technico-économiques, humains (trafic routier, nuisances sonores et visuelles, risque pour les populations…) et des enjeux écologiques a été menée.

Le projet retenu dans le cadre du présent dossier d'exécution des ouvrages apparaît comme le plus pertinent par rapport aux contraintes géologiques et techniques, aux enjeux humains (trafic routier, nuisances sonores et visuelles, risque pour les populations…) et aux enjeux écologiques.

## 2.4. Articulation du projet avec les documents de planification

**SDAGE Rhône-Méditerranée et Corse**

Les compléments de juillet 2018 à l'étude d'impact actualisée exposent la prise en compte des dispositions du SDAGE Rhône-Méditerranée 2016-2021 suivantes : mettre en œuvre de façon exemplaire la séquence éviter-réduire-compenser et évaluer et suivre les impacts du projet, préserver les réservoirs biologiques et poursuivre leur caractérisation, maîtriser les impacts des nouveaux ouvrages, préserver les zones humides en les prenant en compte dans les projets, favoriser les interventions préventives pour lutter contre les espèces exotiques envahissantes et mettre en œuvre des interventions curatives adaptées aux caractéristiques des différents milieux.

Le concessionnaire justifie pour chaque point les méthodes ou mesures attestant de la prise en considération de ces dispositions.

**SAGE Drac-Romanche**

Le projet de concession sur la Sarenne a été considéré comme compatible avec le schéma d'aménagement

et de gestion des eaux (SAGE) dans le cadre de l'octroi de la concession. La commission locale de l'eau (CLE) a donné un avis favorable au projet lors du bureau du 13 janvier 2009.

Le projet respecte en particulier l'esprit et la lettre de ses objectifs 8 et 9 : préciser les secteurs du développement du potentiel hydroélectrique ; réduire l'impact de l'hydroélectricité sur le potentiel piscicole, assurer le respect du débit réservé et le bon fonctionnement des passes à poissons sur le secteur de la Romanche.

**Documents d'urbanisme**

La compatibilité du projet avec les documents d'urbanisme est analysée dans le dossier. Celui-ci conclut au fait que le projet est compatible avec les plans locaux d'urbanisme de Bourg d'Oisans et d'Huez et avec la carte communale de La Garde. L'analyse du concessionnaire mériterait cependant d'être actualisée et précisée.

## 2.5. Méthodes utilisées et auteurs des études

Conformément à l'article R. 122-5 du code de l'environnement, l'étude d'impact comprend une description des méthodes d'identification et d'évaluation des incidences notables sur l'environnement. Cette description liste et détaille les différentes phases d'élaboration du document des premières phases d'investigations datant de 2003 à l'actualisation de 2018. La version finale du document présenté a été élaborée par la CNR et le bureau d'étude Artelia. Les prestataires spécialisés qui ont été mobilisés pour des études ou conseils sont mentionnés.

## 2.6. Résumé non technique de l'étude d'impact

L'étude d'impact réactualisée ne comprend pas de résumé non technique.

**L'autorité environnementale rappelle que le résumé non technique est un élément essentiel de l'étude d'impact, qu'il a vocation à apporter au public les principaux éléments de compréhension du dossier et doit pour cela constituer une synthèse resituant le projet dans sa globalité.**

# 3. Prise en compte de l'environnement par le projet

Le projet présenté par la SAS la Sarenne prend en compte de manière proportionnée l'ensemble des enjeux environnementaux relevés. L'étude d'impact actualisée en 2018 reprend et complète l'étude de 2009 en particulier les éléments concernant la géologie et la biodiversité.

Des mesures d'évitement, réduction ou compensation ont été proposées pour l'ensemble des enjeux identifiés.

Il reste toutefois des précisions à apporter concernant les incidences du projet :

- sur l'enjeu Loutre, les incidences étant indépendantes de l'évolution du projet ;

- sur l'intégration paysagère du projet ;
- sur la vulnérabilité du projet au changement climatique.

Les modifications du projet permettent une amélioration de la prise en compte de l'environnement pour les aspects nuisances (bruit, trafic, vibration) et risques (stabilité des terrains).

L'étude d'impact initiale avait sous-estimé certains impacts, et manquait de précision. La comparaison entre l'incidence globale du projet initial et celle du projet optimisé est difficile, mais laisse supposer une amélioration globale de son intégration environnementale.

# ANNEXE D1 :

## *REPONSES AU COURRIER DE LA DREAL AUVERGNE-RHONE-ALPES DU 18 AVRIL 2018*

SAS LA SARENNE



# Centrale hydroélectrique de la Sarenne

## DOSSIER D'EXÉCUTION DES TRAVAUX

**RÉPONSES AU COURRIER DE LA DREAL AUVERGNE-RHÔNE-ALPES DU 18 AVRIL 2018**

JUILLET 2018

## Contenu

a) Mesures mises en œuvre en termes d'enjeux de sécurité civile ..... 4
**b) Prévention des nuisances sonores** ..... 6
**c) Prévention des allergies – plantes invasives** ..... 9
**d) Aménagements pour la continuité écologique sur la prise d'eau** ..... 10
**e) Prélèvements, rejets et interventions dans le cours d'eau en phase chantier** ..... 14
**f) Compatibilité avec le SDAGE 2016-2021** ..... 17
**g) Actualisation de données et références climatiques et hydrologiques** ..... 20
**h) Prise en compte de la présence de la loutre** ..... 23
**i) Traitement paysager** ..... 30
**j) Remise en état post-travaux** ..... 30
**k) Mesures compensatoires** ..... 35
**l) Mesures d'accompagnement concernant les habitats et espèces** ..... 35
Annexes ..... 37

## Table des illustrations

Figure 1 : Configuration du site de la cascade de Sarenne pour un débit d'environ 3 $m^3/s$) ..... 5
Figure 2 : Sources de bruit au niveau de la zone de travaux aval et du secteur du Pont de Sarenne .... 7
Figure 3 : Profil en long du dessableur dans l'échancrure de la grille rive droite ..... 12
Figure 4 : Plan de principe des ouvrages de montaison et de dévalaison de la prise d'eau ..... 13
Figure 5 : Méthodologie des contrôles de qualité d'eau en cas de rejets dans la Sarenne ..... 14
Figure 6 : Classes d'aptitude à la biologie pour les paramètres de suivi (SEQ-Eau, version 2) ..... 15
Figure 7 : Mesures d'évitement et de réduction des incidences d'une pollution éventuelle par des laitances de béton ..... 16
Figure 8 : Sources des données hydrologiques sur la Sarenne et les bassins versants comparables ... 20
Figure 9 : Reconstruction du débit (spécifique) moyen annuel du bassin versant de Sarenne à partir de celui de la Romanche à Mizoën, sur la période 1948-2011 ..... 21
Figure 10 : Comparaison des débits moyens journaliers de la Sarenne mesurés par le limnimètre CNR en 2017-2018 aux débits moyens journaliers de la période 1977-2002 ..... 21
Figure 11 : Comparaison des débits moyens mensuels de la Sarenne mesurés par le limnimètre CNR en 2017 aux débits moyens mensuels de la période 1977-2002 ..... 22
Figure 12 : Répartition de la Loutre d'Europe en Rhône-Alpes (Source : FRAPNA Auvergne-Rhône-Alpes, observations de 2005 à 2017) ..... 24
Figure 13 : Indices de présence de la loutre dans le secteur du Bourg-d'Oisans (source : Biodiv'Écrins - Atlas de la faune et de la flore du Parc national des Écrins, 2016 – 2018) ..... 25

Figure 14 : Indices de présence de la loutre sur la partie aval de la Sarenne (source : Biodiv'Écrins - Atlas de la faune et de la flore du Parc national des Écrins, 2016 – 2018) ..... 26
Figure 15 : Illustration des difficultés de franchissement de la cascade de Sarenne pour la Loutre.... 27
Figure 16 : Accès au site de sondages géotechniques du Rosay ..... 31
Figure 17 : Localisation des plateformes de sondages géotechniques et de la piste d'accès (secteur du pont de Sarenne) ..... 32
Figure 18 : Localisation des travaux pour les reconnaissances géotechniques amont (prise d'eau) ... 34

### a) Mesures mises en œuvre en termes d'enjeux de sécurité civile

Les moyens envisagés pour l'alerte des populations et des campings sont insuffisants. Il convient :

1) de prévoir la mise en œuvre de moyens adaptés (sirènes, campagnes téléphoniques, SMS, etc.) ;
2) de mentionner que les maires devront également être destinataires de ces alertes ;
3) d'assurer la sécurité des campings (camping de la cascade, campings « La piscine » et « À la rencontre du soleil »).

Le seul risque identifié pour la sécurité des personnes dans le cadre de l'exploitation de l'aménagement hydroélectrique de la Sarenne est lié à l'arrêt soudain de l'usine, impliquant une augmentation brusque du débit en aval de la prise d'eau, dans le tronçon court-circuité. Cette augmentation de débit sera équivalente au débit dérivé avant arrêt de l'usine, soit + 1,8 $m^3/s$ au maximum.

La principale vulnérabilité vis-à-vis de cet aléa se situe au pied de la cascade de Sarenne, en raison d'une fréquentation importante en été. La cinétique de l'augmentation des débits au niveau de la cascade de Sarenne sera cependant largement atténuée par la distance à la prise d'eau (plus de 4 km en amont de la cascade). La configuration du site de la cascade de Sarenne (cf. Figure 1) limite les possibilités d'accès au lit en eau (blocs glissants, bassin de dissipation réduit, plateforme d'observation hors d'eau pour un débit > 3 $m^3/s$).

Compte tenu du très faible niveau de danger et du caractère imprévisible de l'aléa, il a semblé préférable de privilégier une démarche de prévention et de sensibilisation aux risques par des panneaux d'information et d'avertissement au niveau de la cascade de Sarenne et des points d'accès aux abords de la Sarenne sur le tronçon court-circuité.

L'implantation d'un système automatique d'alerte par sirène au niveau de la cascade de Sarenne n'a pas été prévue en raison des nuisances potentielles lors de déclenchements en dehors des plages horaires de fréquentation du site. Une analyse coût-avantage sommaire n'est pas favorable à un tel dispositif.

Dans l'hypothèse d'alertes téléphoniques, cela supposerait que les touristes/baigneurs soient munis de téléphones et que leurs numéros aient été intégrés à la liste d'appel de l'automate de sécurité. La faisabilité technique et l'intérêt de cette méthode n'ont pas paru suffisants pour être adoptés.

Des essais pourront être réalisés après la mise en service de l'aménagement afin de caractériser in situ les effets d'un déversement dans le tronçon court-circuité de la Sarenne (augmentation des vitesses d'écoulement, élévation des lignes d'eau) et d'identifier les secteurs les plus sensibles.



**Figure 1 : Configuration du site de la cascade de Sarenne pour un débit d'environ 3 m³/s)**

### b) Prévention des nuisances sonores

Pour la phase chantier : le dossier décrit une situation d'éloignement des zones génératrices de nuisances par rapport à des zones d'habitation, ou aux usagers de la RD211a ou de la plaine de Bourg d'Oisans ; il doit cependant être plus descriptif sur l'impact des travaux sur la population, compte-tenu de leur durée (40 mois). L'émergence dans les zones habitées doit être calculée ou évaluée et la conformité au code de la santé publique doit être indiquée. Les nuisances doivent être anticipées (a minima le dossier doit prévoir une information des populations et des propositions de mesures de réduction de l'impact de ces nuisances).

En phase d'exploitation : le dossier doit indiquer que des mesures acoustiques seront mises en œuvre une fois la nouvelle centrale en fonctionnement et en préciser la nature (localisation, fréquence).

Le bureau d'études acoustiques ACOUPLUS, en collaboration avec le Maître d'œuvre (ARTELIA), a été mandaté pour l'acquisition et l'analyse des données nécessaires au calcul du bruit résiduel et des émergences théorique lors des phases chantier et exploitation.

Pour l'incidence en phase chantier, ACOUPLUS va réaliser deux mesures de bruit au niveau de la zone de travaux du Pont de Sarenne (un sur le secteur de la Vierge de la Garde en bordure de la RD211A et un au niveau du hameau de la Ville au sud du tracé) afin de caractériser le paysage sonore dans l'environnement proche du site.

Une modélisation acoustique sera ensuite réalisée pour évaluer l'impact des différentes phases chantier et les émergences liées et étudier les mesures compensatoires et leurs effets au cas où des dépassements des valeurs réglementaires seraient mis en évidence. Cette modélisation concerne la zone de travaux aval (future centrale) et le secteur du Pont de Sarenne. La zone de travaux amont, éloignée de toute habitation, ne nécessite pas de mesures particulières.

Des cartes isophones seront réalisées pour chacune des périodes jour et nuit (si le chantier est en activité sur cette période). Les émergences dues au chantier seront déterminées pour chaque secteur concerné. En cas de dépassement des seuils, des solutions seront données pour réduire les impacts du chantier (merlons provisoires, palissades de chantier, aménagement des horaires…)

Cette étude sera transmise début septembre 2018.

En préalable à l'étude d'ACOUPLUS, il est utile de rappeler la nature et le phasage des travaux au niveau de la zone de travaux aval et du secteur du Pont de Sarenne, susceptibles d'induire des nuisances sonores.

| Secteur | Type de travaux | Source de bruit | Durée du chantier | Période d'activité |
|---|---|---|---|---|
| Zone aval | Terrassement rocheux de la falaise dans l'emprise de la centrale | Tirs d'explosif<br>Circulation de camions (déblais)<br>Pelle mécanique | 2 mois (octobre-novembre 2018) | Diurne |
| | Forage dirigé aval | Installation fixe pour le forage dirigé (tête de forage isolée dans le massif rocheux) | 8 mois (mai à décembre 2019) | Diurne et nocturne |
| | Travaux de génie civil (construction du bâtiment de la centrale et du local des transformateurs, création du canal de fuite, raccordement du canal de fuite à la Sarenne) | Circulation de camions (approvisionnement en béton)<br>Grue, pelle mécanique<br>Matériels classiques pour un chantier de construction | 8 mois (janvier à août 2020) | Diurne |
| Pont de Sarenne | Travaux de déboisement | Tronçonneuses<br>Circulation de camions | 15 jours (décembre 2018) | Diurne |
| | Terrassement rocheux au niveau de la plateforme d'attaque de la galerie | Tirs d'explosif<br>Circulation de camions entre les deux plateformes (déblais)<br>Pelles mécaniques | 2 mois (janvier-février 2019) | Diurne |
| | Creusement de la galerie | Tirs d'explosif<br>Circulation de camions entre les deux plateformes (déblais)<br>Pelle mécanique sur plateforme de stockage | 15 mois (mars 2019 à mai 2020) | Diurne pour les 50 premiers mètres<br>Diurne et nocturne après (couverture rocheuse importante) |
| | Forage dirigé amont | Aucune nuisance : chantier sous couvert rocheux en fond de galerie | 10 mois (juin 2020 à mars 2021) | Diurne et nocturne |

**Figure 2 : Sources de bruit au niveau de la zone de travaux aval et du secteur du Pont de Sarenne**

Ainsi, les phases les plus sensibles sur le plan des nuisances sonores potentielles, liées aux travaux de terrassement rocheux à l'explosif ne dureront que 2 mois, hors période de forte fréquentation touristique sur le secteur du Pont de Sarenne et hors période d'ouverture des campings à proximité de la zone de travaux aval.

La durée complète des travaux susceptibles de présenter des nuisances sonores (qui seront caractérisées dans le cadre de l'étude d'ACOUPLUS) est d'environ 18 mois sur la zone de travaux aval et sur le secteur du Pont de Sarenne.

Les modalités d'information et d'échanges avec les populations concernées seront définies ultérieurement, en lien avec le coordinateur environnement désigné pour le suivi des travaux. Des informations précises et régulièrement actualisées sur les phases de chantier sensibles, en particulier sur le planning des tirs de minage à l'explosif et les contraintes de circulation, seront notamment transmises aux riverains, aux gestionnaires des campings proches de la zone de travaux aval, aux maires des communes de La Garde, Huez et Bourg-d'Oisans et à la préfecture de l'Isère.

En complément, des adaptations des tirs de mines extérieurs ont été envisagées afin de réduire le risque de nuisances sonores :

- Les terrassements rocheux en extérieur (emprise de la future centrale et plateforme d'attaque de la galerie), ainsi que le creusement des 50 premiers mètres de la galerie, réalisés à l'explosif, ne s'effectueront qu'en journée, entre 7h et 20h ;
- La charge d'explosif sera limitée par optimisation du plan d'amorçage ;

- Un dispositif de minimisation des nuisances sonores, de type rideau anti-bruit, sera installé à l'entrée de la galerie.

Quelques mesures concrètes de limitation du bruit en phase chantier peuvent être détaillées :

- Utilisation de matériel insonorisé, capoté ;
- Utilisations d'engins et matériels homologués et conformes CE ;
- Recours privilégié aux matériels électriques plutôt qu'aux matériels pneumatiques ou thermiques ;
- Entretien régulier des engins en atelier, hors zones de travaux ;
- Utilisation de banches équipées d'entretoises se serrant à la clé pour éviter les coups de marteaux ;
- Utilisation du lynx au lieu du bip de recul (engins de chantier) ;
- Consignes pour éviter l'usage de l'avertisseur (klaxon).

Pour l'incidence en phase exploitation, une étude de l'impact acoustique de la centrale sur le voisinage a été réalisée par ACOUPLUS. Elle a permis de préciser le traitement acoustique nécessaire pour le bâtiment de la centrale et le local des transformateurs. L'étude complète est jointe en annexe 1.

### c) Prévention des allergies – plantes invasives

La présence de l'ambroisie est signalée en Oisans et en altitude ; l'arrêté préfectoral du 7 mars 2009 (lutte contre l'ambroisie) prescrit de détruire les plants avant pollinisation ; le dossier ne prend pas en compte le risque de dissémination de cette plante invasive ; il est important d'apporter une attention aux transferts de déblais sur cet aspect et de végétaliser rapidement les espaces mis à nu par le chantier. Le dossier doit indiquer les mesures qui seront prises pour la surveillance, l'arrachage et la prévention de la dissémination.

La durée du suivi proposé pour les plantes invasives doit être portée à deux années et être assortie d'un objectif de résultats.

L'ambroisie n'a pas été contactée lors des inventaires floristiques réalisés en 2016 par MICA Environnement (emprise élargie des zones de travaux de la prise d'eau et du Pont de Sarenne). Un inventaire complémentaire est prévu sur l'emprise des travaux avant le démarrage des chantiers. Il permettra de s'assurer de l'absence de l'ambroisie.

La terre végétale en place sera décapée est conservée pour réemploi au niveau des terrains remaniés. Les déblais exportés seront essentiellement des déblais minéraux grossiers issus des travaux de terrassements rocheux, de creusement de la galerie intermédiaire et de terrassement du lit de la Sarenne au niveau de la prise d'eau. Ils ne sont pas susceptibles d'être contaminés par l'ambroisie (graines ou fragments végétaux).

En cours de chantier, les différents intervenants seront sensibilisés à la problématique Ambroisie (et plus largement au risque de propagation des espèces exotiques envahissantes) par l'intermédiaire du Coordinateur Environnement. Un dispositif de veille collective sera mis en place tout au long des travaux avec signalement systématique de plant « suspect », contrôle par un spécialiste et arrachage des plants d'ambroisie avérés.

L'ensemble des terrains fera l'objet d'une végétalisation à partir d'espèces locales, adaptées à la pente et aux conditions édaphiques et pédologiques (graines, boutures et plants labellisés « Végétal local »). Compte tenu des exigences écologiques de l'ambroisie (espèce pionnière, peu compétitive, à tendance nitrophile), les différentes mesures envisagées, bien que ne ciblant pas directement l'espèce, paraissent particulièrement adaptées pour éviter son développement et sa dissémination.

Par ailleurs, l'ambroisie fait partie des espèces cibles pour les suivis post-travaux visant à s'assurer de l'absence de développement de plantes exotiques envahissantes au niveau des terrains remaniés. Ces suivis auront lieu entre mi-mai et début juillet pour permettre une détermination certaine des plants d'ambroisie et leur destruction avant le démarrage de la floraison (mi-juillet). **L'extension de la durée de ce suivi à deux années** sera intégrée au dossier.

En cas de développement avéré de plants d'ambroisie, la méthode de destruction privilégiée sera l'arrachage manuel. Cependant, selon la taille de la surface infestée, la méthode par tontes ou fauchages répétés pourra être adoptée. **Les interventions auront lieu obligatoirement avant le démarrage de la floraison (mi-juillet).**

### d) Aménagements pour la continuité écologique sur la prise d'eau

Pour la montaison piscicole, le type de passe proposé n'est pas adapté : passe à ralentisseurs plans, déconseillée en torrents de montagne, inadaptée au contexte piscicole de la Sarenne, et susceptible d'occasionner des blessures pour les poissons et amphibiens qui emprunteraient le dispositif en dévalaison. Une passe à bassins à cloisons amovibles serait plus adaptée. Un débit d'alimentation minimum de 50-60 l/s doit être prévu pour garantir une lame d'eau sur échancrures de l'ordre de 0,25 m.
Pour la dévalaison, la grille doit comporter des espaces plus faibles que les 15 ou 20 mm proposés afin de protéger efficacement les poissons juvéniles dévalants et amphibiens. Avec une vitesse de 0,27 m/s dans le canal, une grille à trous de 10 ou 12 mm est envisageable, surtout pour un ouvrage nouveau où la configuration de la grille avec une pente maximale de 26° est possible, voire un angle qui serait encore plus favorable au dégrillage. Une inclinaison de 30° ne correspond pas à la recommandation du pôle éco-hydraulique de l'AFB. Le débit proposé pour la dévalaison est trop faible, il ne représente que 2,2 % du débit maximum turbiné, ce qui correspond aux recommandations actuelles pour les prises d'eau importantes (> 50 $m^3/s$). Pour les prises de moins de 10$m^3/s$, des débits de dévalaison de 5 à 10 % sont requis pour garantir une bonne attractivité, notamment pour les alevins qui peuvent passer à travers la grille (mortalité de 100 % constatée) si le courant d'attraction vers les exutoires de dévalaison est trop faible. Avec une grille à trous de 10-12 mm, une inclinaison de 26° maximum et une vitesse d'approche faible (0,27 m/s), un débit de dévalaison au minimum de la fourchette ci-dessus soit 5 % du débit turbiné (90 l/s) est suffisant.

La réalisation de la passe à poisson est une mesure correctrice d'impact et non une mesure compensatoire.

Une rencontre spécifique avec l'AFB, le maitre d'œuvre ARTELIA et CNR s'est tenue le 22 mai pour recueillir auprès de l'AFB les principes constructifs à retenir pour la passe de montaison et de dévalaison.

**Enjeux et débit réservé**

- Enjeux piscicoles : l'espèce cible est la Truite Fario ; l'enjeu principal est la dévalaison. La montaison peut ne pas être optimale (fonctionnement à débit réduit), cependant elle ne concerne qu'un linéaire court de quelques centaines de mètres entre le futur seuil et les premiers obstacles difficilement franchissables à l'aval.
- Débit réservé de 120 l/s : répartition 30 à 40 l/s pour montaison et 80 à 90 l/s pour dévalaison.

**Les principes généraux retenus pour la conception sont les suivants :**

Passe à bassins pour la montaison et goulotte pour la dévalaison. La passe à bassins se situera en rive gauche de la Sarenne, entre le dessableur et le canal de dégravement, afin de bénéficier d'une zone où l'alimentation en eau est garantie.

Afin d'augmenter le débit transitant dans la passe à bassins, il est proposé par l'AFB que la goulotte de dévalaison se déverse dans le quatrième bassin de la passe (numérotation des bassins depuis l'amont) de la passe, afin de disposer d'un débit de 120 l/s sur la quasi-totalité du linéaire de la passe.

**De manière plus détaillée, les ouvrages auront les caractéristiques suivantes :**

Dévalaison :

- En ce qui concerne le plan de grille, l'inclinaison prévue est de 26°, avec un espacement entre barreaux de 10 à 12 mm.
- Les dimensions des deux exutoires de dévalaison au niveau du plan de grille seront comprises entre 0,8 m largeur x 0,4 m hauteur lame d'eau et 0,6 m largeur x 0,25 m hauteur lame d'eau. Ce dimensionnement doit permettre de respecter les préconisations relatives aux vitesses en entrée d'exutoire (environ 1,1 fois la vitesse d'approche).
- Canal collecteur élargi au niveau de l'exutoire côté droit pour conserver une vitesse homogène dans le canal et des conditions d'entonnement du débit satisfaisantes.
- Le débit sortant de la dévalaison doit être régulé par un clapet mobile (position inclinée, pas de face amont verticale) asservi au niveau amont dans la goulotte.
- Possibilité d'évacuer les dégrillats par la goulotte de dévalaison (goulotte commune dégrillats/dévalaison) ; d'après l'AFB cela ne posera pas de problème (débit suffisant, forme triangulaire des échancrures de la passe de montaison limitant le risque de blocage des flottants).

Montaison :

- Les bassins de la passe de montaison seront au nombre de 19 et auront les dimensions suivantes : 1,3 m large x 1,3 m long x 1,1 m hauteur d'eau, ce qui donne une puissance volumique dissipée de 170 $W/m^3$ pour 120 l/s. La partie aval est « repliée» pour ne pas déboucher trop en aval (avant le pont).
- Chute inter-bassins de 27 cm ; possibilité de prévoir une légère chute (10 cm max) entre le bassin amont et le ruisseau.
- Les cloisons seront équipées d'une échancrure triangulaire, avec un angle de 90°. Cela permettra d'avoir une hauteur d'eau sur échancrure de 22 cm pour 30 l/s (4 cloisons amont) et 38 cm pour 120 l/s, et une largeur au miroir de 43 cm et 75 cm respectivement. L'écoulement sera à jet plongeant sur les 4 cloisons amont, et à jet de surface pour les autres cloisons.
- Les cloisons sont constituées d'une plaque métallique amovible pour faciliter le nettoyage de la passe.
- Le canal exutoire débouchera dans un bassin de tranquillisation (chute de 1.08 m environ, puissance volumique dissipée de 550 W/m3) connecté au 4eme bassin (ouverture de 1.3 m de large, sur toute la hauteur – c'est-à-dire pas de seuil entre la partie « tranquillisation » et le bassin 4). Ce point est soumis à la validation de l'AFB.

Points divers :

- Il est nécessaire de pouvoir accéder au-dessus de l'ouvrage de montaison. Cet accès sera réalisé avec des caillebotis pouvant supporter la charge d'un petit engin de manutention (pour la mise en place des batardeaux).
- Il n'est pas exclu que des individus dévalent par-dessus le seuil fixe latéral en rive droite du torrent. La connexion entre le seuil et le radier doit être profilée de manière à limiter les risques de blessures. La hauteur d'eau en pied de seuil doit également être suffisante.

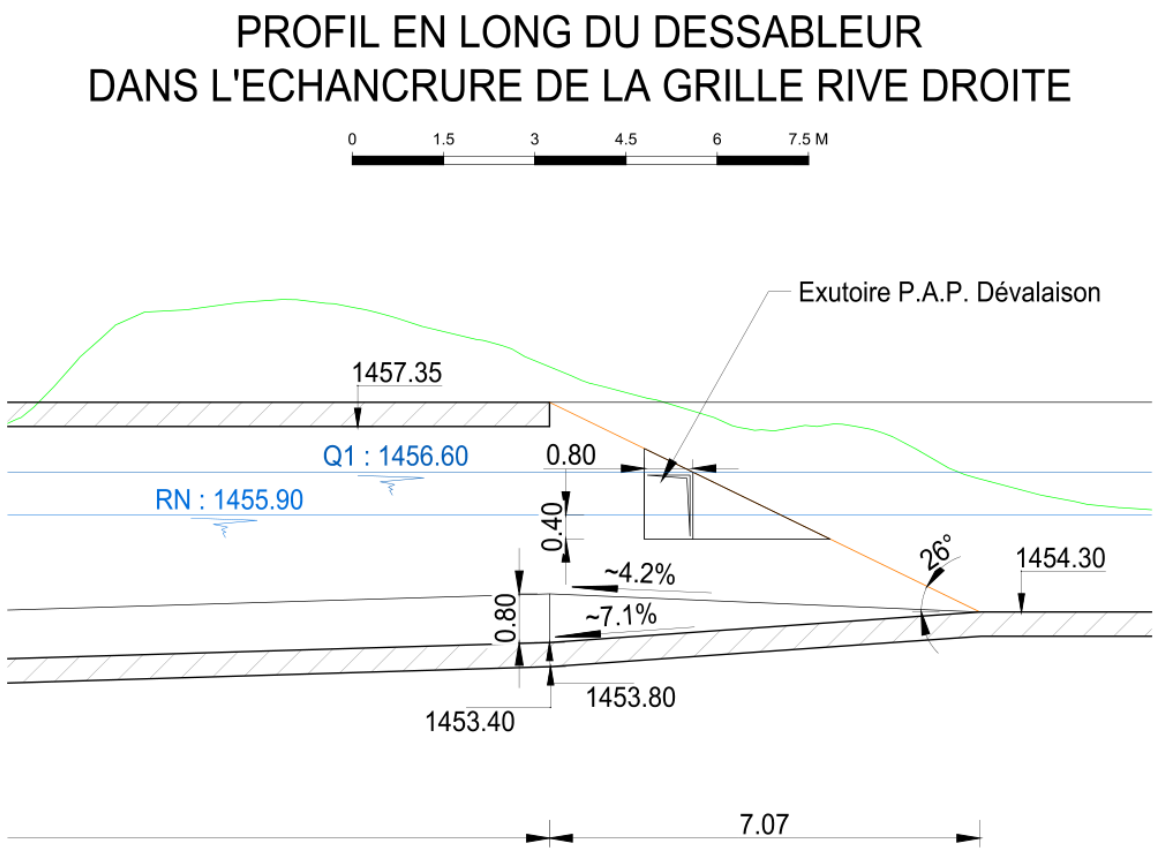



**Figure 3 : Profil en long du dessableur dans l'échancrure de la grille rive droite**

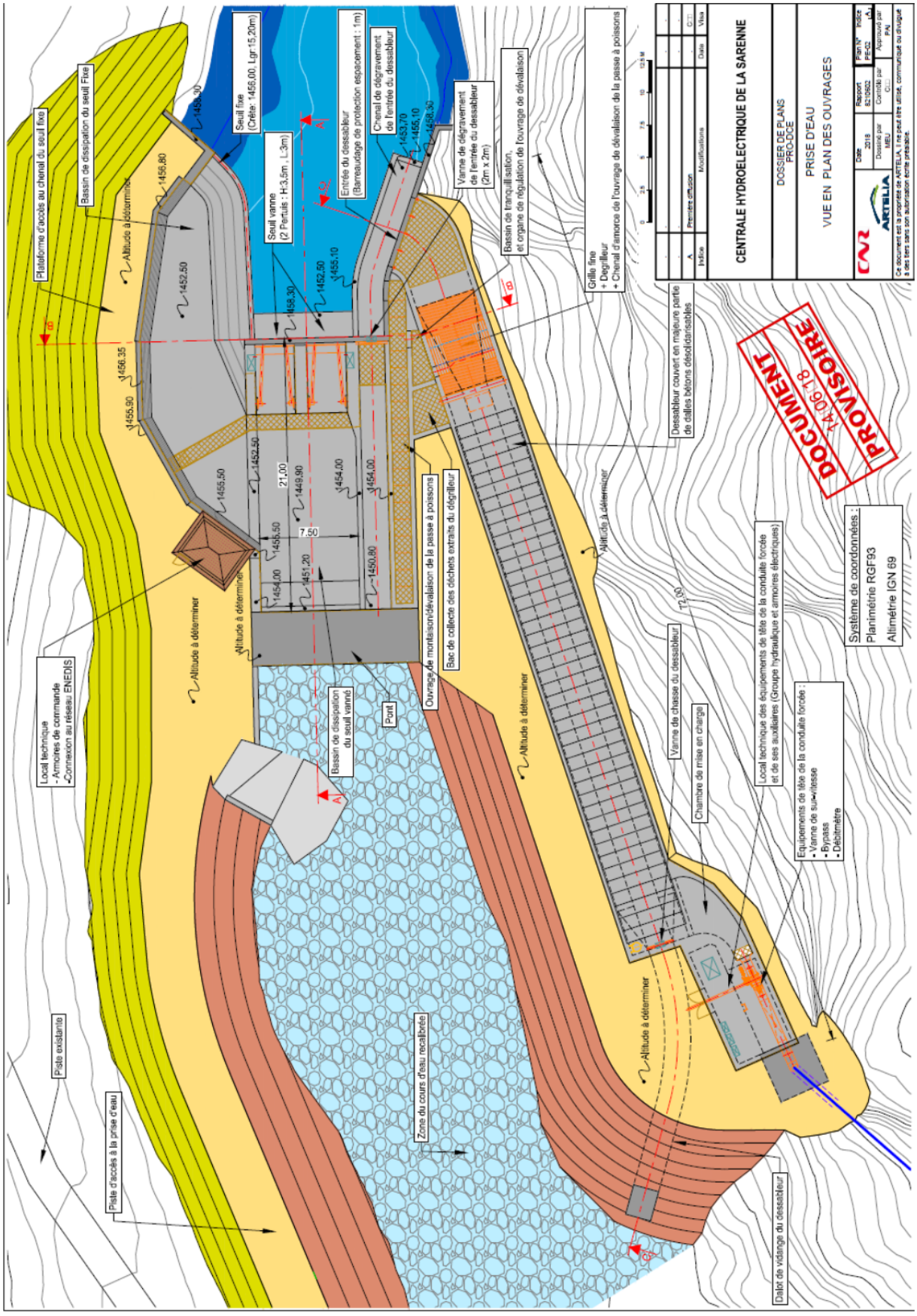



**Figure 4 : Plan de principe des ouvrages de montaison et de dévalaison de la prise d'eau**

### e) Prélèvements, rejets et interventions dans le cours d'eau en phase chantier

Les modalités de pompage et de retour d'eaux sales devront faire l'objet d'une visite avant chantier, un état contradictoire du fond du lit devra être établi, et l'autocontrôle des débits de pompage expliqué. Le dossier doit en faire mention. Il doit également être précisé qu'aucun rejet ne se fera en période de reproduction de la truite. Les valeurs seuils en MeS devront être revues, permettant de vérifier le respect en aval des rejets des classes SEQ'Eau constatées en amont.

L'éventualité de pollution par des laitances de béton pendant le chantier doit être envisagée et traitée. Des mesures de prévention et de traitement doivent être indiquées dans le dossier.

S'agissant du risque d'atteinte aux frayères situées en aval de la prise d'eau, le dossier doit afficher un positionnement par rapport aux dispositions de l'arrêté ministériel du 30 septembre 2014 fixant les prescriptions techniques générales applicables aux installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement et relevant de la rubrique 3.1.5.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement.

Entre l'amont de la prise d'eau et l'aval de la future centrale, la qualité des eaux de la Sarenne est bonne (vert) à très bonne (bleu) d'après les classes d'aptitudes à la biologie du SEQ'EAU.

Lors des opérations nécessitant des prélèvements et rejets d'eau dans la Sarenne, un traitement des eaux avant restitution à la Sarenne (bassins de décantation, stations-mobiles de traitement) sera réalisé. Un contrôle systématique de la qualité de l'eau sera mis en œuvre en sortie des dispositifs de traitement et dans la Sarenne, en amont et en aval des points de rejets, afin de s'assurer de la non-dégradation de la classe de qualité.

| | Fréquence | Points de contrôle | Type de mesure | Paramètres | Objectif |
|---|---|---|---|---|---|
| **Contrôle courant** | 1x par jour pendant toute la durée du chantier avec rejet d'eau | Sarenne amont<br>Sarenne aval<br>Sortie station de traitement | Instantanée, in situ | Température, pH, oxygène dissous (concentration + saturation), turbidité | Maintien de la classe de qualité entre Sarenne amont et Sarenne aval |
| **Contrôle complémentaire** | 2x par semaine les 6 premières semaines, puis 1x par mois jusqu'à la fin du chantier avec rejet d'eau | Sarenne amont<br>Sarenne aval<br>Sortie station de traitement | In situ + analyses en laboratoire | **In situ :** pH, température oxygène dissous (concentration + saturation), turbidité<br>**En laboratoire :** MES, HAP, DBO5, DCO, carbone organique, NH4+, azote Kjeldahl (NKJ) | Maintien de la classe de qualité entre Sarenne amont et Sarenne aval |

**Figure 5 : Méthodologie des contrôles de qualité d'eau en cas de rejets dans la Sarenne**

Les valeurs mesurées au point aval devront respecter les classes d'aptitudes à la biologie du SEQ'EAU observées au niveau du point de mesure amont.

Compte tenu des mesures mise en place pour maîtriser le pH et les teneurs en MES et hydrocarbures dans les eaux rejetées dans la Sarenne, l'interdiction de rejet en période de reproduction de la truite ne paraît pas justifiée et implique des contraintes incompatibles avec la réalisation des travaux.

| *Classe d 'aptitude* → | ***Bleu*** | ***Vert*** | ***Jaune*** | ***Orange*** | ***Rouge*** |
|---|---|---|---|---|---|
| *Indice d 'aptitude* → | *80* | *60* | *40* | *20* | |
| **MATIERES ORGANIQUES ET OXYDABLES** | | | | | |
| **Oxygène dissous** (mg/l $O_2$) | **8** | **6** | **4** | **3** | |
| **Taux de saturation en oxygène** (%) | **90** | **70** | **50** | **30** | |
| **DBO5** (mg/l $O_2$) | **3** | **6** | **10** | **25** | |
| **DCO** (mg/l $O_2$) | **20** | **30** | **40** | **80** | |
| **Carbone organique** (mg/l C) | **5** | **7** | **10** | **15** | |
| **$NH_4^+$** (mg/l $NH_4$) | **0,5** | **1,5** | **4** | **8** | |
| **NKJ** (mg/l N) | **1** | **2** | **6** | **12** | |
| **PARTICULES EN SUSPENSION** | | | | | |
| **MES** (mg/l) | **25** | **50** | **100** | **150** | |
| **Turbidité** (NTU) | **15** | **35** | **70** | **100** | |
| **TEMPERATURE** | | | | | |
| **Température** (°C)<br>1ère catégorie piscicole<br>2nde catégorie piscicole | <br>**20**<br>**24** | <br>**21,5**<br>**25,5** | <br>**25**<br>**27** | <br>**28**<br>**28** | |
| **ACIDIFICATION** | | | | | |
| **pH** **min**<br>**MAX** | **6,5**<br>**8,2** | **6,0**<br>**9** | **5,5**<br>**9,5** | **4,5**<br>**10** | |
| **HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES SUR EAU BRUTE** | | | | | |
| **Benzo(a)pyrène** (µg/l) | **0,00003** | **0,0003** | **0,08** | | |
| **Dibenzo(a,h)anthracène** (µg/l) | **0,000006** | **0,00006** | **0,014** | | |
| **Acénaphtène** (µg/l) | **0,07** | **0,7** | **160** | | |
| **Acénaphtylène** (µg/l) | **0,04** | **0,4** | **99** | | |
| **Anthracène** (µg/l) | **0,009** | **0,09** | **21** | | |
| **Benzo(a)anthracène** (µg/l) | **0,0005** | **0,005** | **1,2** | | |
| **Benzo(b)fluoranthène** (µg/l) | **0,0001** | **0,001** | **0,3** | | |
| **Benzo(ghi)pérylène** (µg/l) | **0,0003** | **0,003** | **0,6** | | |
| **Benzo(k)fluoranthène** (µg/l) | **0,0003** | **0,003** | **0,8** | | |
| **Chrysène** (µg/l) | **0,0006** | **0,006** | **1,5** | | |
| **Fluoranthène** (µg/l) | **0,0024** | **0,024** | **6** | | |
| **Fluorène** (µg/l) | **0,03** | **0,3** | **77** | | |
| **Indéno(1,2,3-cd)pyrène** (µg/l) | **0,00016** | **0,0016** | **0,4** | | |
| **Naphtalène** (µg/l) | **0,19** | **1,9** | **460** | | |
| **Phénanthrène** (µg/l) | **0,011** | **0,11** | **27** | | |
| **Pyrène** (µg/l) | **0,0024** | **0,024** | **6** | | |

*Ex : si le pH au point en amont est compris entre 6.5 et 8.2 ; le pH au point aval doit être compris entre 6,5 et 8,2 ; si la turbidité est comprise entre 15 et 35 NTU au point amont, elle devra être inférieure à 35 NTU au point aval.*

**Figure 6 : Classes d'aptitude à la biologie pour les paramètres de suivi (SEQ-Eau, version 2)**

Vis-à-vis des risques de pollution par les laitances de béton, les mesures suivantes seront mise en place dans le cadre des chantiers :

| Mesures d'évitement | Prévention des pollutions accidentelles |
|---|---|
| Confinement et mise à sec des zones de travaux à proximité de la Sarenne (prise d'eau et centrale)<br>Approvisionnement par camions-toupies (pas de centrale à béton sur site)<br>Rinçage des camions-toupies hors zone de travaux<br>Fosse étanche pour la récupération des eaux de rinçage des goulottes + autre matériel et traitement/recyclage des eaux<br>Régularisation du pH des eaux de rinçage par injection de $CO_2$ si nécessaire (retour à pH = 7 +/- 0,5) | Sensibilisation des intervenants (coordonnateur environnement)<br>Dispositifs d'injection de $CO_2$ + personnel formé à leur utilisation |

**Figure 7 : Mesures d'évitement et de réduction des incidences d'une pollution éventuelle par des laitances de béton**

*Positionnement par rapport à l'arrêté du 30 septembre 2014 fixant les prescriptions techniques générales applicables aux installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement et relevant de la rubrique 3.1.5.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement :*

La description du peuplement piscicole et des habitats dans le secteur d'étude, présentée dans la partie « analyse de l'état initial » de l'étude d'impact actualisée, fait ressortir trois caractéristiques principales :

- Une zone de frayère fonctionnelle avérée est identifiée en amont du secteur de la future prise d'eau (en amont du télésiège d'Alpauris) ; elle avait justifié le classement du tronçon en réservoir biologique dans le SDAGE 2009-2015 (mais non retenu dans le SDAGE 2016-2021 sauf sur l'affluent le Nou) ;
- Des substrats potentiellement favorables à la reproduction de la truite sur un linéaire d'environ 300 m en aval de la prise d'eau mais d'une fonctionnalité médiocre en raison de la morphologie du lit : secteur de transition d'un faciès de type step-pool à l'amont vers un faciès en cascades à l'aval (placettes peu étendues à substrat favorable dans les cuvettes, hauteur des marches en limite de franchissabilité) ;
- Au-delà de 300 m en aval de la future prise d'eau et jusqu'à la cascade de Sarenne, le faciès en cascades implique un entretien du peuplement piscicole exclusivement par dévalaison d'individus provenant de l'amont (zone de frayère fonctionnelle en amont du télésiège d'Alpauris) et très nettement influencé par la politique d'alevinage.

En conséquence, la superficie totale de frayères potentielles peu fonctionnelles susceptible d'être impactée par les travaux au niveau de la zone de la prise d'eau s'élève à quelques dizaines de mètres carrés.

En application de l'article 4 de l'arrêté du 30 septembre 2014, l'Étude d'impact actualisée précise la localisation des travaux et des installations de chantier, les points de traversée de la Sarenne, les moyens techniques mis en œuvre pour limiter les risques de pollution accidentelle et de destruction

des milieux aquatiques, les modalités d'enlèvement des matériaux, la destination des déblais-remblais et le calendrier de réalisation prévu.

Un plan de chantier prévisionnel des travaux plus détaillé pourra être fourni, au moins deux mois avant le début des travaux dans le lit mineur de la Sarenne au niveau de la prise d'eau.

Le phasage des interventions ponctuelles dans le lit mineur a été adapté afin de respecter la période de reproduction de la truite fario (novembre à avril), conformément à l'article 5 de l'arrêté du 30 septembre 2014. Pour les travaux de terrassement et de génie civil des ouvrages de la prise d'eau, l'évitement des périodes de reproduction nécessiterait des interruptions du chantier pendant plusieurs mois, induisant des contraintes techniques et financières incompatibles avec l'équilibre économique du projet. En conséquence, une mesure d'évitement alternative a été proposée, consistant à isoler physiquement la zone de travaux de la Sarenne (batardeau en graviers + busage temporaire).

Les conditions de circulation des véhicules et engins de chantier dans le lit mouillé de la Sarenne, détaillées dans l'Étude d'impact actualisée, répondent aux conditions de l'article 6.

### f) Compatibilité avec le SDAGE 2016-2021

L'examen de la compatibilité au SDAGE doit s'appuyer sur la version en cours du document, qui porte sur la période 2016-2021.

Pour l'orientation fondamentale n°6, l'exploitant ne peut prétendre améliorer le transit sédimentaire : il doit démontrer que la conception de la prise permettra le transit dans des conditions acceptables pour le milieu.

La Sarenne est intégralement en réservoir biologique dans le secteur concerné par le projet, le dossier doit être corrigé sur ce point.

Le SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée définit 8 orientations fondamentales sur la période 2016-2021 :

- OF0 : S'adapter aux effets du changement climatique ;
- OF1 : Privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité ;
- OF2 : Concrétiser la mise en œuvre du principe de non dégradation des milieux aquatiques ;
- OF3 : Prendre en considération les enjeux économiques et sociaux des politiques de l'eau et assurer une gestion durable des services publics d'eau et d'assainissement ;
- OF4 : Renforcer la gestion locale de l'eau par bassin versant et assurer la cohérence entre aménagement du territoire et gestion de l'eau ;
- OF5 : Lutter contre les pollutions, en mettant la priorité sur les pollutions par les substances dangereuses et la protection de la santé ;
    - OF5a : Poursuivre les efforts de lutte contre les pollutions d'origine domestiques et industrielles ;
    - OF5b : Lutter contre l'eutrophisation des milieux aquatiques ;
    - OF5c : Lutter contre les pollutions par les substances dangereuses ;
    - OF5d : Lutter contre les pollutions par les pesticides par des changements conséquents des pratiques actuelles ;
    - OF5e : Évaluer, prévenir et maitriser les risques pour la santé humaine ;

- OF6 : Préserver et restaurer le fonctionnement naturel des milieux aquatiques et des zones humides ;
    - OF6a : Agir sur la morphologie et le décloisement pour préserver et restaurer les milieux aquatiques ;
    - OF6b : Préserver, restaurer et gérer les zones humides ;
    - OF6c : Intégrer la gestion des espèces de la faune et de la flore dans les politiques de gestion de l'eau ;
- OF7 : Atteindre l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir ;
- OF8 : Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques.

Le projet d'aménagement hydroélectrique de la Sarenne est plus particulièrement concerné par les dispositions 2-01, 2-02, 6A-03, 6A-12, 6B-04, 6C-03, 6C-04.

***2-01 – Mettre en œuvre de manière exemplaire la séquence « éviter-réduire-compenser » & 2-02 – Évaluer et suivre les impacts des projets***

L'actualisation en 2018 de l'Étude d'impact du projet d'aménagement hydroélectrique de la Sarenne a permis d'intégrer de façon plus satisfaisante les évolutions de la réglementation vis-à-vis de la rédaction des études d'impact et de l'application de la séquence ERC par rapport à l'étude d'impact du projet initial, validé en juillet 2014.

Un suivi de l'évolution du peuplement et des habitats piscicole dans le tronçon court-circuité de la Sarenne et un suivi de la dissémination des plantes exotiques envahissantes sont proposés dans le cadre de l'Étude d'impact actualisée.

***6A-03 – Préserver les réservoirs biologiques et poursuivre leur caractérisation***

Le cours de la Sarenne en aval de la RD211 et deux de ses affluents (le Nou et le Fond Peyrolle) sont identifiés comme réservoir biologique dans le SDAGE 2016-2021 du bassin Rhône-Méditerranée. Des mesures ont été intégrées au projet afin d'assurer la circulation piscicole (ouvrages de montaison et de dévalaison au niveau de la prise d'eau) et de maintenir la capacité de transport sédimentaire (adaptation du seuil).

***6A-12 – Maîtriser les impacts des nouveaux ouvrages***

L'ouvrage de prise d'eau a été conçu et modifié de manière :

- à respecter les besoins d'accès de la faune aquatique aux zones de croissance, d'alimentation et de frai ;
- à préserver les réservoirs biologiques et leurs fonctions indispensables aux cycles de vie des espèces (essaimage, alimentation, refuge, …) ;
- à ne pas créer de déséquilibre du fonctionnement du transport sédimentaire ;
- à inclure des mesures de réduction d'impact.

Des ouvrages de montaison et de dévalaison ont été intégrés au projet dans cette optique. Des adaptations de ces ouvrages ont été discutées et validées auprès des services techniques de l'AFB. Par ailleurs, la conception du seuil de la prise d'eau a été revue afin d'assurer la transparence de l'ouvrage vis-à-vis du transport sédimentaire.

Pour les travaux réalisés directement dans lit mineur, deux mesures d'évitement ou de réduction des incidences ont été retenues :

- pour les interventions ponctuelles, le phasage a été adapté afin de respecter la période de reproduction de la truite fario (novembre à avril) ;
- pour les travaux de terrassement et de génie civil des ouvrages de la prise d'eau, la zone de travaux sera isolée physiquement de la Sarenne (batardeau en graviers + busage temporaire).

***6B-04 – Préserver les zones humides en les prenant en compte dans les projets***

Dans le cadre de l'Étude d'impact actualisée, le pétitionnaire s'est assuré de l'absence d'incidence du projet sur les zones humides identifiées dans la zone d'étude élargie.

***6C-03 – Favoriser les interventions préventives pour lutter contre les espèces exotiques envahissantes & 6C-04 – Mettre en œuvre des interventions curatives adaptées aux caractéristiques des différents milieux***

Plusieurs mesures ont été adoptées dans le projet pour éviter ou, à défaut, empêcher le développement d'espèces exotiques envahissantes. Un inventaire floristique sera réalisé avant le début des travaux de terrassement afin de s'assurer de l'absence de plants d'espèces invasives dans l'emprise des travaux. La terre végétale en place sera décapée au début des opérations de terrassement et réemployée à la fin des travaux. L'ensemble des terrains remaniés feront l'objet d'une végétalisation le plus tôt possible après la fin des travaux. Seules des espèces indigènes, d'origine locale, seront employées pour cette opération de manière à garantir une plus grande efficacité de la recolonisation.

Un suivi spécifique sera réalisé pendant les deux années suivant les travaux de végétalisation afin de s'assurer de l'absence de dissémination de plantes exotiques envahissantes, en particulier de l'ambroisie. En cas de développement avéré, les mesures de destruction et d'arrachage nécessaires seront validées en concertation avec les gestionnaires d'espaces naturels locaux, en particulier le CEN Isère – Avenir et le Parc National des Écrins.

### g) Actualisation de données et références climatiques et hydrologiques

Les données exploitées aux paragraphes 5.1.4 – 5.1.7 et 8.5.1 mériteraient dans la mesure du possible d'être actualisées, les chroniques s'arrêtant à 2002, 2007 au mieux.

Au moyen des observations de débits disponibles sur le bassin de Sarenne, complétées par des données pluviométriques (AURELHY, Météo-France) et les archives historiques longues (60 ans de données) de mesures de débit disponibles pour quelques bassins versants voisins (Romanche à Mizoën, Eau d'Olle à Allemond notamment), l'évolution passée et le régime hydrologique actuel du bassin de Sarenne ont pu être étudiés.

Les données disponibles en débits qui ont pu être utilisées sont résumées dans le tableau ci-après.

| Station | BV (km²) | Pas de temps | | | Période | Gestionnaire | Source |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | horaire | journalier | mensuel | | | |
| **Sarenne (Au droit de la prise d'eau)** | 28.2 | | | X | 1977 - 2002 | EDF-DTG | Débits extraits de l'étude d'impact de 2010 (1977-2002) et transmis par l'ancien propriétaire de l'usine de Sarenne ; |
| **Romanche (Mizoën)** | 220 | | X | X | 1948 - 2011 | EDT-DTG | Banque Hydro[1] |
| **Eau d'Olle (Allemond)** | 172 | | X | X | 1951 - 2011 | EDF-DTG | Banque Hydro[1] |
| **Guisane (Mônetier-les-Bains)** | 82 | | X | X | 1978 - 2011 | DREAL PACA | Banque Hydro[1] |

**Figure 8 : Sources des données hydrologiques sur la Sarenne et les bassins versants comparables**

Les données de débits disponibles sur le bassin versant de Sarenne se limitant à la période 1977-2002 (données mensuelles), nous nous sommes appuyés sur les données observées sur des bassins versants voisins jaugés, aussi similaires que possible à celui de Sarenne, et dont la profondeur d'archives était supérieure. C'est pourquoi les bassins versants de la Romanche à Mizoën, de l'Eau d'Olle à Allemond, et de la Guisane au Monêtier-les-bains ont été considérés. Ces trois bassins ont des superficies plus importantes que celui de Sarenne (cf. Tableau 1), mais les bassins instrumentés de la région et de taille plus réduite ne disposent pas d'archives de mesures aussi conséquentes.

Aucun des bassins versants ne présente une courbe hypsométrique proche de celle de Sarenne. Le bassin de Sarenne a un profil intermédiaire entre les bassins de la Romanche et de la Guisane d'une part, et de l'Eau d'Olle d'autre part.

Cette comparaison entre bassin de Sarenne et bassins voisins jaugés ne met pas en évidence une similarité plus évidente avec l'un des trois bassins considérés. Au vu de l'absence de supériorité d'un bassin en particulier, il a été décidé de se baser sur le bassin disposant de la plus longue archive de

[1] http://www.hydro.eaufrance.fr/indexd.php

débits mesurés, pour la reconstruction d'une chronique historique de débits sur le bassin de Sarenne. En conséquence, c'est le bassin de la Romanche à Mizoën (débits mesurés de 1948 à 2011) qui a été retenu.

La chronique des débits spécifiques moyens annuels a été reconstituée sur la période 1948-2011. Cette chronique est comparée aux débits mesurés sur le bassin de Sarenne entre 1977 et 2002. L'adéquation entre les deux séries n'est pas parfaite, mais traduit assez convenablement la dynamique observée des débits annuels.

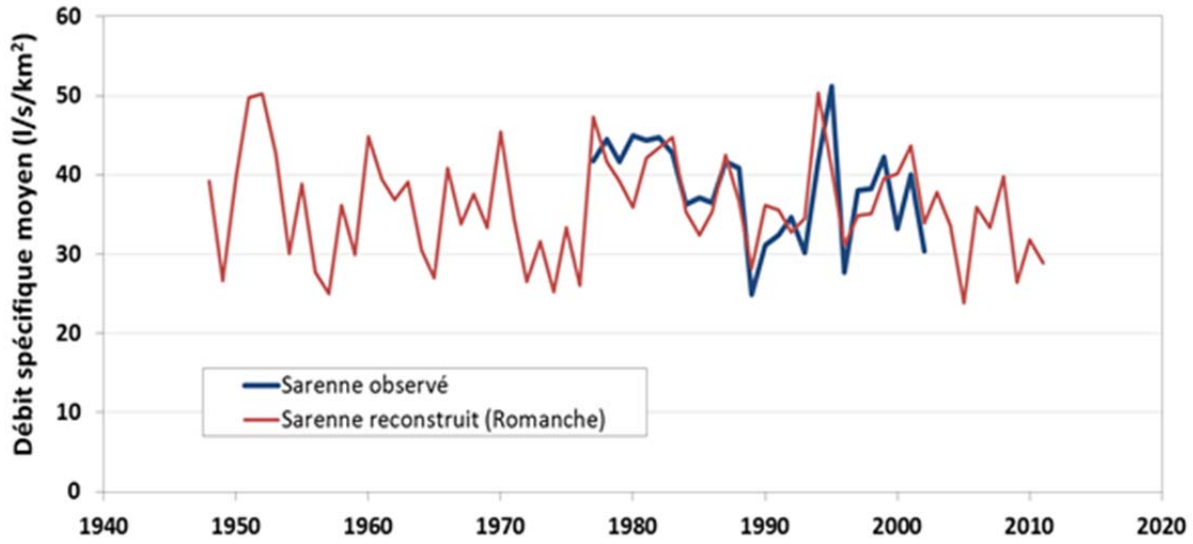



**Figure 9 : Reconstruction du débit (spécifique) moyen annuel du bassin versant de Sarenne à partir de celui de la Romanche à Mizoën, sur la période 1948-2011**

Un limnimètre a été installé par CNR sur le site de la prise d'eau. Ce dispositif de mesure est opérationnel depuis avril 2017. Les mesures de la station Sarenne aval ont été superposées aux courbes des quantiles de débit journalier qui figuraient dans le rapport. On obtient la figure suivante avec les mesures CNR en vert :

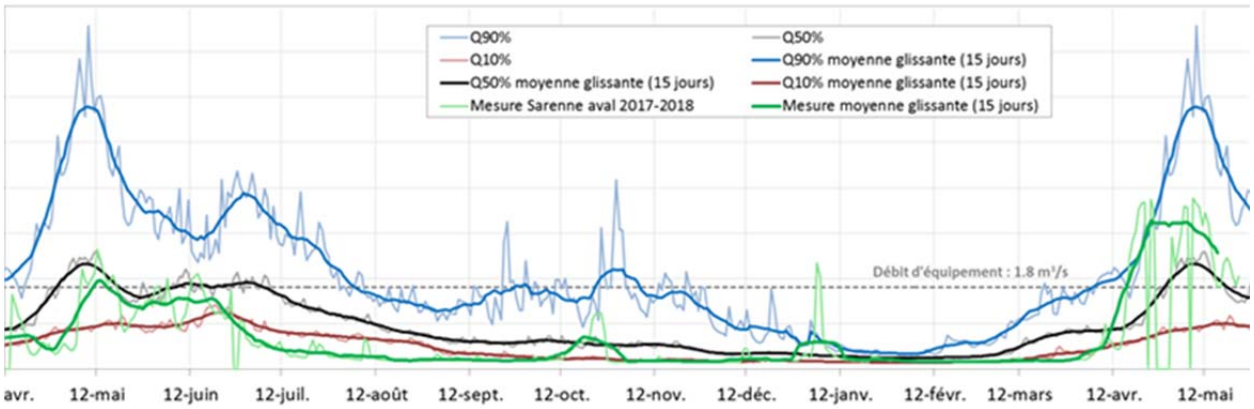



**Figure 10 : Comparaison des débits moyens journaliers de la Sarenne mesurés par le limnimètre CNR en 2017-2018 aux débits moyens journaliers de la période 1977-2002**

La longue période de sécheresse allant de la fin d'été au début du printemps de l'année 2017 n'a pas épargné le bassin versant de Sarenne. En revanche, la fonte des neiges au printemps 2018 fait

remonter les débits à des niveaux supérieurs au débit médian constaté dans le passé à cette période. Ce constat est lié au fort enneigement de l'hiver 2017-2018.

Le graphique ci-après compare les valeurs de débits mensuels sur la période 1977-2002 (rouge) et les valeurs mesurées en 2017-2018 (bleu) par le limnimètre CNR.

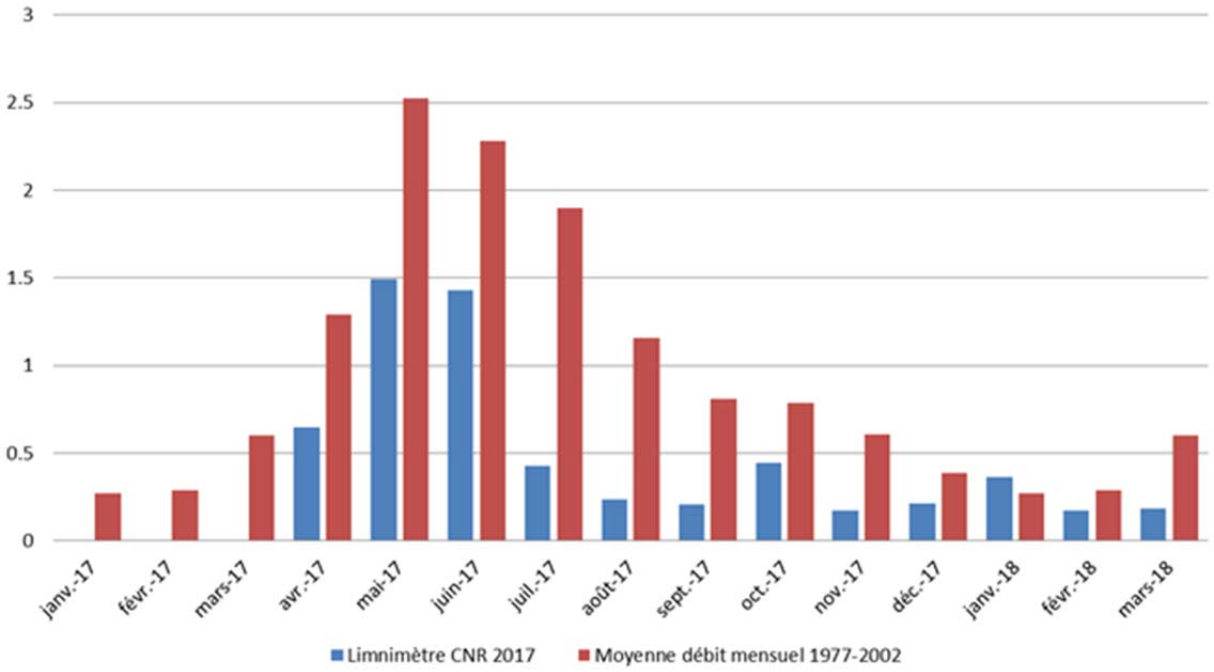



**Figure 11 : Comparaison des débits moyens mensuels de la Sarenne mesurés par le limnimètre CNR en 2017 aux débits moyens mensuels de la période 1977-2002**

### h) Prise en compte de la présence de la loutre

Une donnée récente (2017) du parc des Écrins met en évidence la présence avérée de la loutre dans la plaine de Bourg d'Oisans. La partie amont de la Sarenne n'a pu être prospectée mais l'habitat est aussi potentiellement favorable. L'étude d'impact ne traitant pas de cette espèce patrimoniale, des compléments sont attendus :

1) Des prospections selon le protocole adapté de la méthodologie UICN et élaboré par la LPO Auvergne Rhône-Alpes sont à mener.
Référence : https://auvergne-rhone-alpes.lpo.fr/IMG/pdf/protocole_loutre_prospection.pdf

Les prospections devront a minima être mises en œuvre sur la Romanche, par exemple 5 km en amont et 5 km en aval de la confluence avec la Sarenne, ainsi que sur l'intégralité de cette dernière.
Les prospections devront s'effectuer à partir d'un « point remarquable » (pont, confluence, enrochement…) ; ces points devront avoir fait préalablement l'objet d'un repérage cartographique systématique (les secteurs dangereux ou très difficilement accessibles étant écartés).
La prospection consistera à rechercher les indices de présence (épreintes, empreintes…) en parcourant 300 mètres de rive à l'amont et à l'aval, sur les deux rives lorsque cela est possible. Les affluents seront également prospectés sur trois cents mètres sur les deux rives à partir de la confluence. Les indices de présence seront photographiés.
Deux passages seront nécessaires. Les prospections seront réalisées d'octobre à mai, les loutres étant réputées moins « marquer » en dehors de cette période. Il conviendra d'éviter les prospections après des épisodes de fortes pluies (délai minimum d'une semaine après de fortes précipitations) ou de hautes-eaux comme lors de la fonte nivale.

2) Les impacts du projet sur l'espèce et ses habitats doivent être identifiés en phase travaux et d'exploitation en se concentrant particulièrement sur les habitats boisés rivulaires impactés, les niveaux d'eau et le maintien des continuités au niveau des berges.

3) Des mesures d'évitement et de réduction sont à proposer. Le déboisement et le retalutage des berges doivent être évités autant que possible afin d'éviter tout impact sur l'habitat de l'espèce et les ruptures de continuité.

4) Il est fortement conseillé de consolider la démarche par la proposition de mesures d'accompagnement supplémentaires : suivi de la loutre en phase d'exploitation permettant de suivre la recolonisation de l'espèce ; reconstitution et/ou gestion favorable de berges boisées ; proposition de mesures en faveur des continuités écologiques telles que la mise en place de banquettes sèches sous les ouvrages d'art ou dans des secteurs sans berges.

L'aire de répartition de la Loutre d'Europe en Rhône-Alpes est en très nette expansion depuis le début des années 1980, époque où l'espèce avait presque totalement disparu de la région, à l'exception de populations relictuelles à la confluence Ain/Rhône, sur les Usses (Haute-Savoie) et sur la rivière Drôme. La recolonisation des cours d'eau de la région a été initiée principalement à partir des populations du Massif Central. Ainsi, les départements de l'Ardèche, de la Loire et de la Drôme concentrent l'essentiel des observations de l'espèce sur la période 2005-2017.

La recolonisation naturelle de la Loutre s'est poursuivie vers l'Est par l'intermédiaire du Rhône et de ses affluents de rive gauche, d'abord dans les cours d'eau de la Drôme (Lez, Eygues, Jabron), puis en Isère (Varèze, Oron, Sanne).

Des observations récentes sur l'Isère, jusqu'aux environs de Grenoble (2015) permettaient d'envisager une recolonisation future de la partie amont du bassin versant.

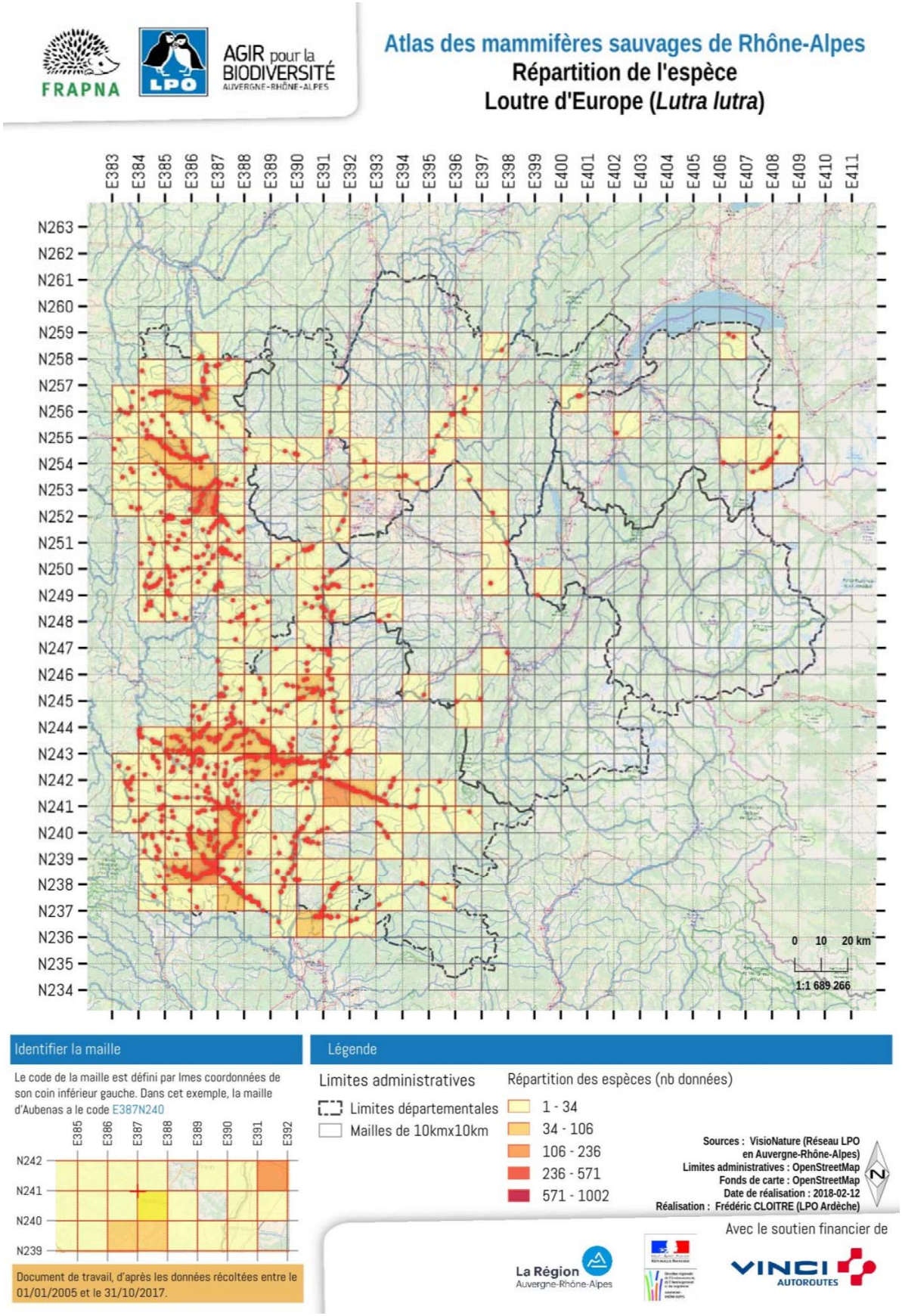



**Figure 12 : Répartition de la Loutre d'Europe en Rhône-Alpes (Source : FRAPNA Auvergne-Rhône-Alpes, observations de 2005 à 2017)**

La présence de la loutre dans la plaine de la Romanche et plus précisément dans le bassin du Bourg-d'Oisans a été confirmée à l'été 2017 par un garde-moniteur du Parc National des Écrins (Nicolas BERTRAND), avec l'observation d'empreintes et la découverte d'une dizaine d'épreintes. Aux 11 observations initiales d'août-septembre 2017 sont venues s'ajouter 20 nouvelles observations entre janvier et mai 2018, au cours de campagnes régulières de prospection dans le cadre de l'actualisation du DOCOB du site Natura 2000 FR8201738 « Plaine de Bourg d'Oisans et ses versants ».

Un historique de la situation de la loutre au niveau de la plaine du Bourg-d'Oisans et des prospections et analyses mises en œuvre par le Parc National des Écrins est joint en annexe 2.

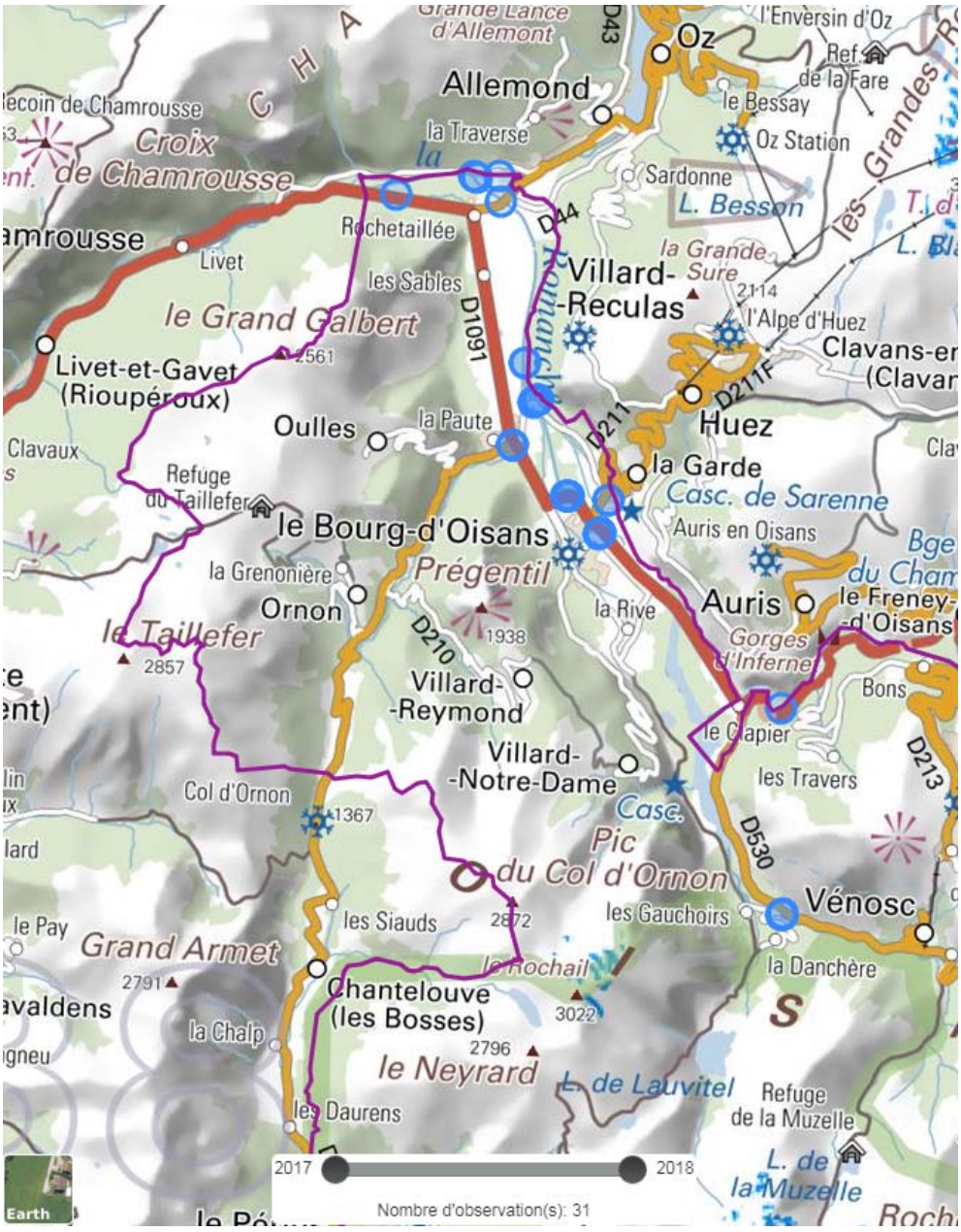



**Figure 13 : Indices de présence de la loutre dans le secteur du Bourg-d'Oisans (source : Biodiv'Écrins - Atlas de la faune et de la flore du Parc national des Écrins, 2016 – 2018)**

Les données recueillies permettent d'envisager la présence régulière depuis 2017 d'un ou plusieurs individus sur l'ensemble de la plaine alluviale de la Romanche, dans le bassin du Bourg-d'Oisans. Des analyses génétiques sont en cours pour tenter de distinguer les individus ayant déposé des épreintes.

Concernant la Sarenne, des indices de présence ont été relevés au niveau de trois postes de marquage favorables : à la confluence avec la Romanche (2 observations en août et septembre 2017), au niveau du pont aval (lieu-dit « Les Trois Ponts », 4 observations en août 2017 et février-mars 2018) et au niveau du pont de la RD 211 (2 observations en août et septembre 2017). Ces éléments témoignent de l'intérêt du tronçon aval de la Sarenne pour la loutre (nourriture abondante, peu de dérangement, possibilité de caches diurnes) et de la bonne connectivité avec le système alluvial de la Romanche.

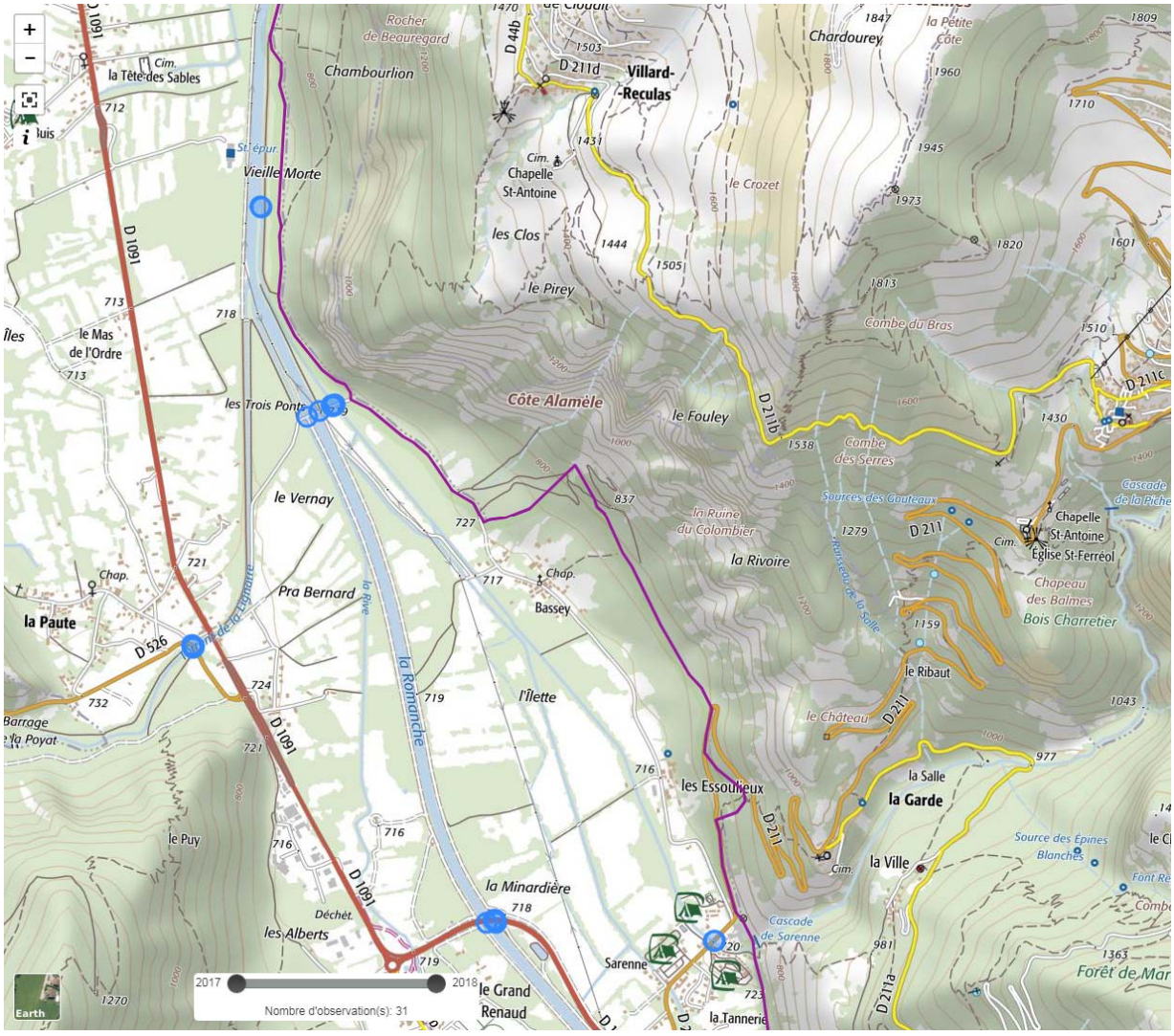



**Figure 14 : Indices de présence de la loutre sur la partie aval de la Sarenne (source : Biodiv'Écrins - Atlas de la faune et de la flore du Parc national des Écrins, 2016 – 2018)**

Le tronçon en amont de la cascade de Sarenne, en revanche, présente un très faible intérêt pour la loutre en raison des difficultés de franchissement (succession de cascades sur les premiers 300 m avec une pente moyenne de près de 50 %, cf. Figure 15), de la quantité réduite de ressources trophiques disponibles sur les quatre premiers kilomètres en amont de la cascade de Sarenne (succession de cascades puis secteur des gorges de la Sarenne) et des conditions climatiques défavorables, notamment en raison des périodes de gel limitant l'accès à la ressource alimentaire (vasques et mouilles prises par la glace une partie de l'hiver).

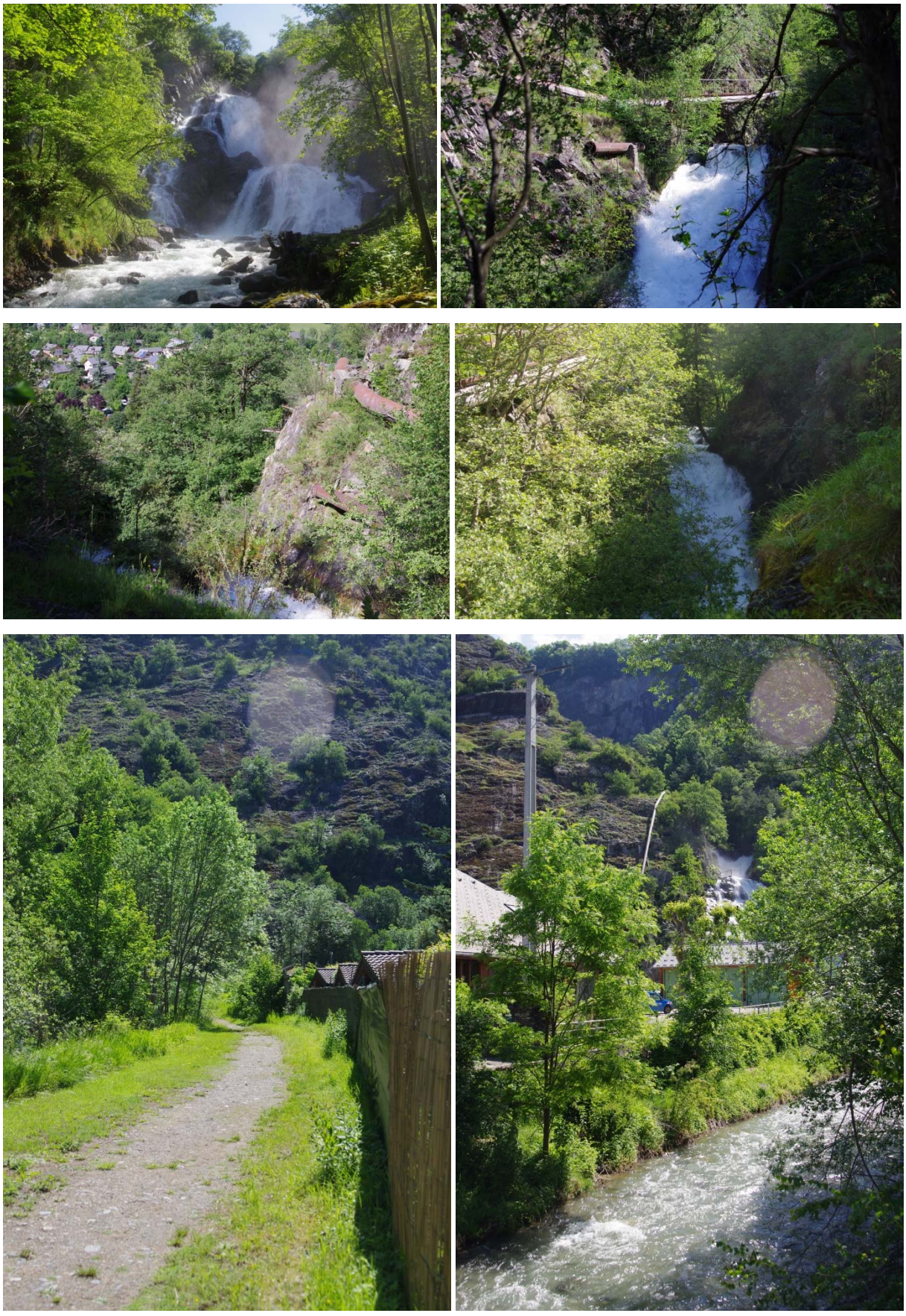


Figure 15 : Illustration des difficultés de franchissement de la cascade de Sarenne pour la Loutre

La fréquentation touristique importante en été et en hiver peut également représenter un frein supplémentaire à l'implantation durable de l'espèce sur le tronçon de la Sarenne (renforcement du caractère dissuasif de la cascade de Sarenne, très fréquentée).

Ainsi, la présence de la loutre sur le tronçon concerné par le projet d'aménagement hydroélectrique de la Sarenne est très peu probable et vraisemblablement limitée à des incursions ponctuelles d'individus erratiques.

Lors de la phase de travaux, les mesures d'évitement ou de réduction des incidences intégrées au projet sont également favorables à la loutre :

- Traitement préalable des rejets avant leur restitution à la Sarenne et contrôle de la qualité de l'eau (respect des classes de qualité SEQ'Eau mesurées en amont des rejets) ;
- Limitation des interventions dans le lit mineur ; sur la partie aval de la Sarenne, une seule opération nécessitera des travaux dans le lit mouillé, lors du raccordement du canal de fuite à la Sarenne ;
- Réalisation des travaux dans le lit mouillé en journée (repos diurne de la loutre) et hors période de reproduction de la truite fario (= préservation de la ressource trophique) ;
- Prévention du développement d'espèces exotiques envahissantes (réutilisation de la terre végétale en place, contrôle des plants et semences utilisés pour la végétalisation des terrains remaniés, suivi spécifique pendant deux ans à la fin des travaux).

Au niveau de la zone de travaux aval (emplacement de la future centrale hydroélectrique), les coupes d'arbres seront limitées au strict minimum pour permettre le raccordement du canal de fuite à la berge rive droite de la Sarenne.

Sur le secteur du Pont de Sarenne (plateforme d'attaque de la galerie amont), aucune atteinte à la végétation rivulaire n'est envisagée, hors accès ponctuel à la Sarenne pour implanter les dispositifs de pompage et de rejet d'eau.

Au niveau de la zone de travaux amont (seuil et prise d'eau), la végétation rivulaire sera supprimée sur un linéaire de quelques dizaines de mètres en rive droite et en rive gauche de la Sarenne dans l'emprise des travaux de terrassement et de génie civil pour les ouvrages de prise d'eau (seuil, prise d'eau, passe à poissons, pont). Ce secteur, situé à 1 450 m d'altitude est peu favorable à la loutre ; seuls des individus erratiques sont susceptibles d'être rencontrés. Le dérangement induit par les travaux sera de nature à effaroucher ces individus potentiels.

Compte tenu du positionnement prévu du point de restitution, environ 50 m en aval de la cascade de Sarenne, le projet d'aménagement hydroélectrique en phase d'exploitation n'aura pas d'incidence significative sur le tronçon le plus favorable à la loutre. Aucun ouvrage de l'aménagement n'entraînera de rupture de continuité longitudinale ou transversale vis-à-vis de l'espèce sur le tronçon aval de la Sarenne.
L'intégration de dispositifs de dévalaison et de montaison aux ouvrages de la prise d'eau permettra de maintenir la continuité piscicole et la dynamique actuelle de soutien du peuplement piscicole de la Sarenne depuis l'amont. Ces éléments sont potentiellement favorables à la loutre. Le franchissement du seuil de la prise d'eau par la loutre ne présentera pas de difficulté particulière pour des individus étant parvenus à franchir les obstacles naturels bien plus sélectifs à l'aval.

L'absence d'infrastructure routière en berge permet d'envisager un contournement sans risque de l'obstacle.
L'accès accidentel à la prise d'eau sera rendu impossible par l'implantation de grilles fines. Par ailleurs, les vitesses d'écoulement à l'entrée de la prise d'eau n'induiront pas de risque de noyade.

Des mesures d'accompagnement ciblant la faune aquatique étaient intégrées au projet :

- Un suivi piscicole en phase exploitation (campagne à l'étiage estival + campagne à l'étiage hivernal), 3 ans après la mise en service afin de caractériser l'incidence de l'aménagement. En fonction des résultats et en concertation avec l'AFB, ce suivi sera renouvelé ;
- Un suivi de la qualité de l'eau dans le tronçon court-circuité sera réalisé après la première année d'exploitation, conformément aux préconisations du SDAGE.

Les adaptations et les compléments suivants sont proposés :

- Une première campagne de suivi piscicole (+ faune aquatique) va être engagée rapidement (étiage hivernal 2018-2019 + étiage estival 2019) de manière à mieux caractériser le peuplement piscicole de la Sarenne à l'état initial, au niveau du futur tronçon court-circuité. Ce premier suivi sera également l'occasion d'expérimenter et d'adapter le protocole de suivi qui sera déployé après la mise en service. Il fera l'objet d'échanges avec l'AFB en vue de sa validation.
- En parallèle du suivi piscicole, un suivi loutre sera engagé avant le déclenchement des travaux. Afin de définir les modalités de ce suivi de la façon la plus pertinente possible, une expertise préalable sera confiée à un expert de la loutre de niveau national ou régional, en lien avec le coordinateur régional et départemental du Réseau loutre Rhône-Alpes et avec le Parc National des Écrins. Au moins deux sites sont envisagés pour la recherche d'épreintes : le pont de Sarenne (RD 211a) et le pont du GR 54 en amont des gorges (« Pont Romain »). La pose de pièges photo/vidéo et leur localisation seront à confirmer auprès de l'expert. La fréquence et la durée des suivis loutre seront également établies par l'expertise préalable et en fonction des retours des premières campagnes.

Dans ces conditions, en raison de la configuration des habitats (gorges, succession de cascades, …) de la faiblesse de la ressource piscicole dans ce type de tronçon, de la faible superficie directement impactée par l'aménagement, de la faible attractivité de ce territoire pour la loutre et de la faible densité d'individus potentielle, l'incidence estimée du projet d'aménagement hydroélectrique de la Sarenne vis-à-vis de la loutre apparaît très faible à nulle, tant en phase travaux qu'en phase d'exploitation.

Cependant, si les résultats des différents suivis montraient une incidence sensiblement différente à celle attendue en phase exploitation, des mesures spécifiques d'atténuation de l'impact de l'aménagement seront à mettre en œuvre, en concertation avec l'AFB et la DREAL :

- Recherche et localisation de points de blocage pour l'expansion de la loutre dans la plaine de Bourg-d'Oisans ;
- Réalisation ou soutien d'une ou plusieurs mesures de restauration de la continuité écologique favorables à la loutre de façon directe ou indirecte. L'importance de ces mesures devra être proportionnelle à l'incidence de l'aménagement identifiée à partir des suivis.

### i) Traitement paysager

L'accent mis sur l'aspect paysager de l'aménagement dans le dossier, avec la présence d'esquisses et l'intention de faire appel aux services d'un architecte pour travailler l'intégration des éléments bâtis est rassurant. Il est néanmoins nécessaire de prévoir une analyse par un paysagiste afin d'avoir un regard plus global sur l'aménagement. Ces éléments d'analyse sont dans la mesure du possible à intégrer au dossier complété sous 2 mois, et à défaut à communiquer par complément séparé d'ici au 31 août 2018.

Concernant la zone amont, l'esprit de l'esquisse présentée en figure 105 est préférable à celui rendu en figure 106, notamment par la végétalisation des abords de la prise d'eau et du dessableur et par le traitement du local technique par des matériaux appropriés (bois, corten…).

Le traitement paysager de la plateforme en remblai prévue à proximité du Pont de la Sarenne doit faire l'objet d'une attention particulière. La question du stationnement doit être posée étant donné la valorisation touristique prévue par l'ouverture sur le paysage et les aménagements listés. Sous réserve de faisabilité technique, on peut regretter l'absence totale d'arbres au niveau du remblai dans les ambiances proposées sur les figures 109 et 110.

Les esquisses intégrées à l'étude d'impact actualisée (sauf figure 106) ont été réalisées par Anne Josse, architecte paysagiste spécialisée en conception paysagère et études techniques (Bureau d'étude de paysage Esquisse, à Chambéry).

Une analyse paysagère complémentaire lui a été confiée pour répondre aux différentes remarques formulées dans le courrier de la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes du 18 avril 2018. Cette analyse est jointe en annexe 3. Elle sera complétée, avant le 31 août, par des esquisses plus détaillées du secteur de la prise d'eau, intégrant les dernières évolutions apportées au projet d'aménagement (conception du dessableur et du seuil révisée).

### j) Remise en état post-travaux

Le dossier doit faire apparaître une liste exhaustive et un repérage de l'ensemble des sites altérés dans le cadre du projet, incluant les prospections préalables à l'exécution des ouvrages, et préciser pour chacun la nature des traitements effectués ou prévus pour la remise en état. Ces précisions sont à ajouter à la partie *10.2.4 Mesures relatives aux habitats naturels et semi-naturels, à la flore et à la faune terrestres.*

Par ailleurs, la revégétalisation doit être effectuée avec des espèces locales dont l'origine est garantie (label végétal local, Sem' les Alpes ou démarche équivalente).

**Début 2016** Sondages de reconnaissance près du hameau du Rosay et sur le secteur de la prise d'eau → pas de demande d'autorisation nécessaire ; travaux de remise en état à réaliser sur le site du Rosay : remodelages et ensemencements (hydroseeder et géotextile si nécessaire).




Figure 16 : Accès au site de sondages géotechniques du Rosay

**07-03-2016** Arrêté préfectoral portant autorisation des travaux de démolition de l'usine hydroélectrique de la Sarenne, remise en état du site et démantèlement partiel de la conduite forcée

- Démolition de l'usine hydroélectrique existante (y compris les fondations), soit environ 400 m3 de béton armé, évacués conformément à la réglementation ;
- Travaux de terrassement permettant la réalisation d'une plateforme d'environ 1 200 m² à la cote 725 m NGF ;
- Démantèlement de la conduite forcée existante sur une longueur d'environ 60 m dont 50 m à l'extérieur de l'usine jusqu'à la pilette cotée à l'altitude 748 m ;
- Travaux de sécurisation afin d'assurer la sécurité du chantier de démolition : purges de sécurisation (y compris la démolition d'anciennes pilettes en maçonnerie), pose d'un filet sur un linéaire de 30 m, ancrages de confortement au droit des surplombs rocheux qui dominent le site de l'usine.

→ Aucune remise en état spécifique n'est prévue sur ce secteur : la plateforme accueillera la future centrale hydroélectrique, le local des transformateurs et les voies d'accès. La vocation industrielle du site est maintenue.

**14-03-2017** Arrêté préfectoral n° 38-2017-03-14-005 portant autorisation des travaux de reconnaissances géotechniques dans le secteur du pont de Sarenne

- Travaux de terrassement pour la constitution d'une plateforme d'environ 250 m² (8 m x 30 m) pour la machine de sondage, dans l'axe du tracé de la future conduite d'eau ;
- Création d'une piste d'accès à 3 sites de sondage, d'une longueur de 300 m (4 m de large), depuis la RD 211a ;
- Terrassement de trois plateformes de sondage d'environ 120 m² (6 m x 20 m) et d'une aire de retournement d'environ 100 m² ;
- Réalisation des sondages géotechniques.

→ Afin de permettre l'exécution de ces travaux, le défrichement d'une surface de 600 m² a été nécessaire. L'autorisation de défrichement a été accordée par l'arrêté préfectoral n° 38-2017-03-16-003 du 16 mars 2017.

→ La piste, les plateformes et l'aire de retournement ont été maintenue pour une utilisation ultérieure dans le cadre des travaux du secteur du pont de Sarenne (DEO global). La plateforme en bordure de la RD 211a sera agrandie pour réaliser la plateforme d'attaque de la galerie intermédiaire ; la piste d'accès servira à l'acheminement des déblais vers la plateforme de stockage.

→ Les opérations de remise en état seront réalisées à la fin des travaux du projet global. Des discussions sont en cours avec la mairie de La Garde à propos du maintien de la piste d'accès pour une utilisation ultérieure.

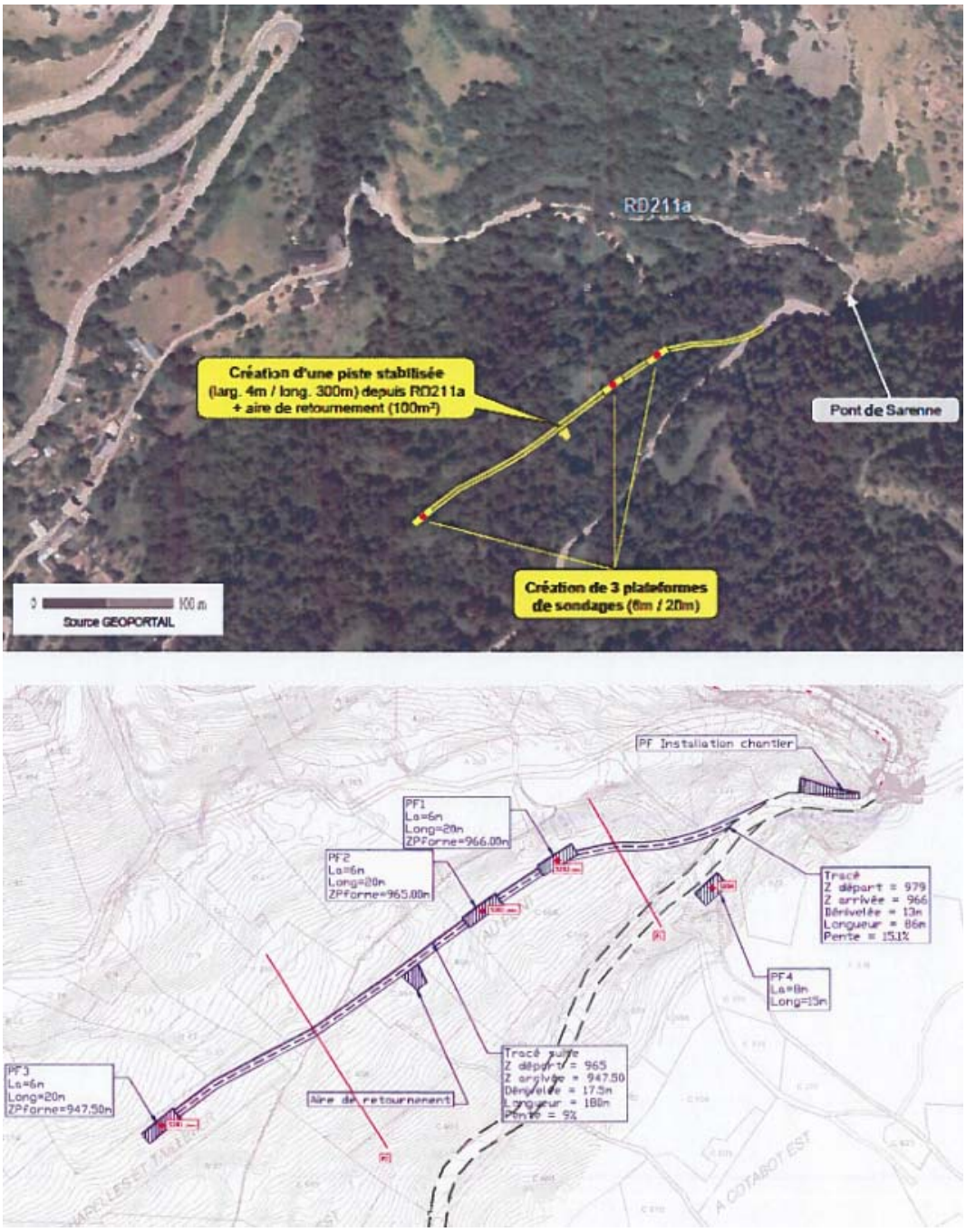



**Figure 17 : Localisation des plateformes de sondages géotechniques et de la piste d'accès (secteur du pont de Sarenne)**

**28-08-2017** Arrêté préfectoral n° 38-2017-08-28-001 portant autorisation des travaux de reconnaissances géotechniques amont sur la commune d'Huez

- Sécurisation de la zone de chantier par des purges manuelles en pied de versant, par la pose d'une dizaine d'ancrages de confortement et par la mise en place de 3 filets pare-blocs ETAG de classe 2 de dimensions 35 x 5 m, 17 x 3 m et 30 x 3,5 m ;
- Création d'une rampe d'accès amont à la Sarenne, d'une longueur de 100 m pour une pente de 20 %, par élargissement à 4 m et prolongement du GR 54, depuis la cote 1 471 m jusqu'à la cote 1 453,5 m NGF ;
- Création d'une niche pour le retournement des véhicules de chantier ;
- Constitution de 3 plateformes de travail : pour la base vie (240 m² en remblais dans le talus, au départ de la rampe d'accès amont), en rive droite de la Sarenne (90 m² en déblais à la cote 1 453 m NGF) et en rive gauche (replat existant à la cote 1 453 m NGF) ;
- Confortement des talus de plateformes par des enrochements sur les berges rive droite et rive gauche de la Sarenne ;
- Réalisation d'un passage à gué busé de 4 m de large dans le lit de la Sarenne à la cote 1 453 m NGF pour relier les deux plateformes (6 buses de diamètre 1 200 mm surmontées de matériaux graveleux et enrochements) ;
- Réalisation des sondages géotechniques.

→ La rampe d'accès aval, prévue dans l'arrêté préfectoral n'a pas été nécessaire pour les travaux de sondages. Elle est cependant prévue dans le cadre des travaux du projet global.

→ Afin de permettre l'exécution de ces travaux, le défrichement d'une surface de 1 400 m² a été nécessaire. L'autorisation de défrichement a été accordée par l'arrêté préfectoral n° 38-2017-03-16-003 du 16 mars 2017.

→ La rampe d'accès, les plateformes, la niche de retournement et le passage à gué busé seront maintenus pour la réalisation des travaux du projet global (secteur de la prise d'eau).

→ Les opérations de remise en état seront réalisées à la fin des travaux du projet global. La rampe d'accès amont, la plateforme de la base vie et la niche de retournement seront effacées (remodelage du talus et végétalisation) ; Les plateformes rive droite et rive gauche accueilleront une partie des ouvrages de la prise d'eau ; la rampe d'accès aval sera créée et conservée après travaux pour la maintenance des ouvrages.

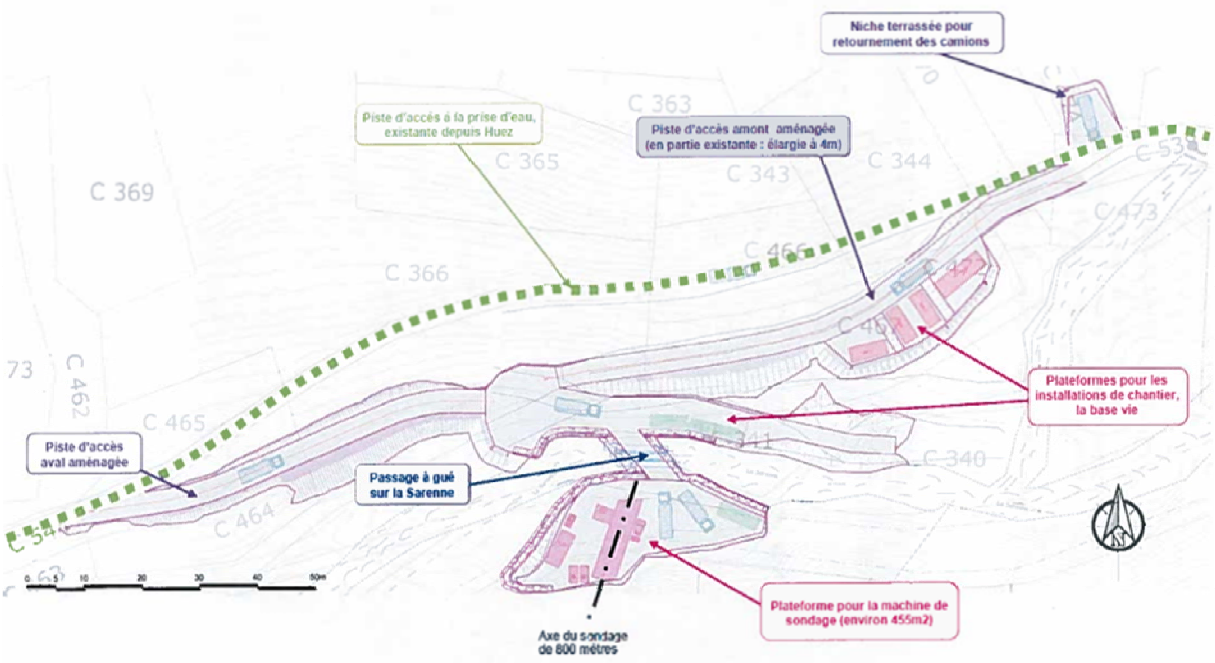



**Figure 18 : Localisation des travaux pour les reconnaissances géotechniques amont (prise d'eau)**

L'ensemble des terrains remaniés lors des travaux préalables et lors des travaux prévus au DEO global feront l'objet d'un remodelage (si nécessaire) et d'une revégétalisation à partir d'espèces locales, adaptées à la pente et aux conditions édaphiques et pédologiques. Les graines, boutures et plants utilisés pour ces opérations seront labellisés « Végétal local », avec pour région d'origine les Alpes. La démarche « Végétal local », développée par la Fédération des Conservatoires botaniques nationaux-FCBN, est soutenue par CNR qui en est un des partenaires financiers.

### k) Mesures compensatoires

La partie 10.4 *Coût des mesures compensatoires* mériterait d'être renommée, ne faisant pas réellement état du coût des mesures en question.

La partie *10.4 Coût des mesures compensatoires* est effectivement mal nommée, elle sera renommée *10.4 Coût des mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement*.

Le chiffrage du coût réel des différentes mesures est délicat dans la mesure où elles ont été en grande partie intégrées à la conception du projet (et de ces différentes évolutions).

Ainsi, le surcoût lié à la prise en compte du risque amiante est estimé à 30 à 40 % du coût total des travaux de creusement de la voie d'eau souterraine, soit entre 4,5 et 6,5 millions d'euros, ce qui représente 13 à 18 % du coût total du projet.

À un autre niveau, l'évaluation du coût spécifique des ouvrages de montaison et de dévalaison, entièrement intégrés aux autres ouvrages de la prise d'eau, n'est pas pertinente.

Les mesures dont le coût a pu être estimé correspondent principalement à des mesures ponctuelles, individualisées, dont la prestation n'est pas liée à d'autres opérations. Au total, cela représente un coût cumulé d'environ 160 000 €.

Le tableau joint en annexe 4 synthétise l'ensemble des mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement intégrées au projet et l'estimation de leur coût lorsqu'elle a été possible.

### l) Mesures d'accompagnement concernant les habitats et espèces

*Amphibiens :*
La Grenouille rousse a été contactée au niveau de la future prise d'eau. Cette espèce est protégée par l'article 3 de l'arrêté du 19 novembre 2007 fixant la liste des Amphibiens protégés, ce qui signifie que les individus sont protégés (destruction et perturbation intentionnelle interdites) mais pas les habitats (aire de repos et de reproduction). Il conviendra de prévoir le passage d'un écologue pour déplacer le cas échéant les individus vers un secteur favorable situé à proximité. Cette opération nécessite une autorisation qui peut être obtenue auprès de la DREAL à l'issue d'instruction rapide (2 à 3 semaines). Le dossier porte alors sur le protocole de déplacement et implique le remplissage d'un formulaire Cerfa de capture avec relâcher immédiat.

*Chiroptères :*
À l'issue des travaux, il y aura deux galeries a priori propices aux chiroptères. Ce potentiel pourrait être valorisé dans l'étude d'impact au titre de mesures d'accompagnement, en exposant les dispositions de nature à assurer la perméabilité des entrées des galeries permettant une éventuelle colonisation.

Sauf erreur, la **Grenouille rousse** (*Rana temporaria*, Linné 1758) n'est citée qu'aux articles 5 et 6 de l'arrêté du 19 novembre 2007 fixant les listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

D'après cet arrêté, pour les espèces d'amphibiens citées dans l'article 5 :

*« I. - Est interdite, sur tout le territoire métropolitain et en tout temps, la mutilation des animaux.*

*II. - Sont interdits, sur tout le territoire national et en tout temps, la naturalisation, le colportage, la mise en vente, la vente ou l'achat, l'utilisation, commerciale ou non, des spécimens prélevés :*

*— dans le milieu naturel du territoire métropolitain de la France, après le 12 mai 1979 ;*

*— dans le milieu naturel du territoire européen des autres Etats membres de l'Union européenne, après la date d'entrée en vigueur de la directive du 21 mai 1992 susvisée. »*

L'article 6 définit les modalités de dérogation aux articles 2, 3, 4 et 5 pouvant *« être accordées dans les conditions prévues aux articles L. 411-2 (4°), R. 411-6 à R. 411-14 du code de l'environnement, selon la procédure définie par arrêté du ministre chargé de la protection de la nature »*.

Toutefois, afin de prendre en compte la sensibilité de l'espèce dans ces conditions stationnelles et d'éviter au maximum la destruction d'individus, un écologue interviendra avant le déclenchement des travaux pour rechercher et capturer les spécimens de Grenouille rousse présents dans l'emprise des travaux. Les spécimens capturés seront relâchés au niveau des secteurs favorables les plus proches (habitats favorables à proximité des ruines de moulins en bordure du GR 54, 200 m en aval de la zone de travaux).

L'écologue formulera également des préconisations visant à éviter le risque de mortalité d'individus de Grenouille rousse pendant le chantier. Ces mesures seront communiquées à la DREAL et à l'AFB.

La dernière évolution du projet permet d'éviter les interventions au niveau de la galerie existante. Les conditions d'habitat et d'accès pour les chiroptères seront donc maintenues dans des conditions identiques à l'état actuel.

Dans le cas de la galerie intermédiaire, créée dans le cadre des travaux, la nécessité de sécurisation vis-à-vis du risque de chute de blocs (parois clouées, béton projeté, …) limitera fortement l'intérêt de la galerie pour les chiroptères. Par ailleurs, l'installation de portes étanches à l'entrée de la galerie intermédiaire est un élément de protection indispensable par rapport au risque de rupture de la conduite forcée dans la galerie.

Les possibilités d'adaptation des portes étanches et des orifices d'évacuation pour permettre le passage de chiroptères seront étudiées. Toutefois dans l'attente du retour de ces études, aucun engagement précis ne peut être pris dans le cadre du dossier de demande d'autorisation. Dans ces conditions, la mesure n'est pas intégrée aux mesures d'accompagnement du projet mais sera discutée ultérieurement.

# Annexes

Annexe 1 : ACOUPLUS/VENATHEC, juillet 2018 - Centrale de Sarenne (38) – Étude acoustique d'insonorisation

Annexe 2 : Parc National des Écrins, juillet 2018 - Compte-rendu des prospections relatives à la Loutre d'Europe en Oisans au 10/07/2018

Annexe 3 : Anne Josse, ESQUISSE, juillet 2018 – Projet hydroélectrique de la Sarenne – Intégration paysagère du projet

Annexe 4 : Estimation du coût des mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement des incidences du projet

# ANNEXE 1 :

# ACOUPLUS/VENATHEC, JUILLET 2018 - CENTRALE DE SARENNE (38) – ÉTUDE ACOUSTIQUE D'INSONORISATION

VENATHEC
Ingénierie acoustique

INDUSTRIE PARCS ÉOLIENS ENVIRONNEMENT ARCHITECTURE AEROPORT



# Rapport d'étude acoustique n° 18-18-60-1066-1-B-MRO

# Centrale de Sarenne (38)

# Etude acoustique d'insonorisation


INTERVENANT :

M. Michel ROSEN
Yann TISCHMACHER





Agence ACOUPLUS
Immeuble Le Pulsar
4, av. du Doyen Louis Weil
38000 GRENOBLE

Tél. : + 33 4 76 14 08 73
Fax. : + 33 3 83 56 04 08
Mail : info@acouplus.com



VENATHEC SAS au capital de 750 000€
23 Boulevard de l'Europe
BP 10101
54503 VANDŒUVRE-LÈS-NANCY Cedex
Société enregistrée au RCS Nancy B sous le numéro 423 893 296 – APE 7112 B – N° TVA intracommunautaire : FR 06 423 893 296

VENATHEC
Ingénierie acoustique

INDUSTRIE PARCS ÉOLIENS ENVIRONNEMENT ARCHITECTURE AEROPORT



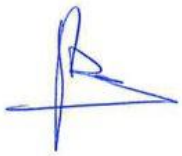
# Référence du document : 18-18-60-1066-1-B-MRO

| Client | |
|---|---|
| Société | CNR |
| Adresse | |
| Tél. | 07.84.07.65.94 |

| Interlocuteur | |
|---|---|
| Nom | M. Didier GRATALOUP |
| Fonction | Responsable Projet |
| Courriel | d.grataloup@cnr.tm.fr |

| Diffusion | |
|---|---|
| Copie | |
| Papier | |
| Informatique | X |

| Révision | |
|---|---|
| Date | 1<br>06/01/2018 |

| Rédaction<br>ROSEN Michel | Vérification<br>Françoise BAUD-LAVIGNE |
|---|---|
|  |  |

La diffusion ou reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme d'un fac-similé comprenant 23 pages

# SOMMAIRE

1 OBJET 4

2 GLOSSAIRE 5

3 CONTEXTE REGLEMENTAIRE 10
3.1 Réglementation sur le bruit de voisinage 10
3.2 Critères d'émergence en niveau global 10
3.3 Niveaux sonores à ne pas dépasser par bandes d'octave 11
3.4 Bruit au travail 11

4 PRESENTATION DU SITE 12
4.1 Localisation 12
4.2 Horaires de fonctionnement 12
4.3 Disposition future des locaux 13

5 CARACTERISATION DES SOURCES DE BRUIT 14

6 NIVEAUX DE BRUIT RESIDUEL 15

7 NIVEAUX DE BRUIT DANS LE FUTUR LOCAL 16

8 DIMENSIONNEMENT DES SILENCIEUX 17

9 METHODOLOGIE 18

10 RESULTATS DES CALCULS 20
10.1 Situation projetée 20
10.2 Préconisations complémentaires 22

11 CONCLUSION 23

# 1 OBJET

ACOUPLUS Groupe VENATHEC a été mandatée par la société CNR pour la réalisation d'une étude acoustique d'insonorisation dans le cadre d'un projet de reconstruction de la Centrale hydro-électrique de Sarenne qui est localisé à Bourg-d'Oisans (38).

Le site se trouve à environ 50m de la limite de propriété du riverain le plus proche qui correspond à un camping. Il s'agit de dimensionner les parois des futurs locaux et les équipements associés de manière à ce que les niveaux de bruit émis par la centrale soient conformes avec la réglementation en vigueur.

Cette prestation sera réalisée en 2 phases d'intervention détaillées ci-après :

- phase 1 : Détermination du niveau de bruit résiduel du futur site d'implantation
- phase 2 : Impact acoustique de la centrale et aide à la conception des futurs équipements

Ce rapport présente les résultats des phases 1 à 2.



VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B

# 2 GLOSSAIRE

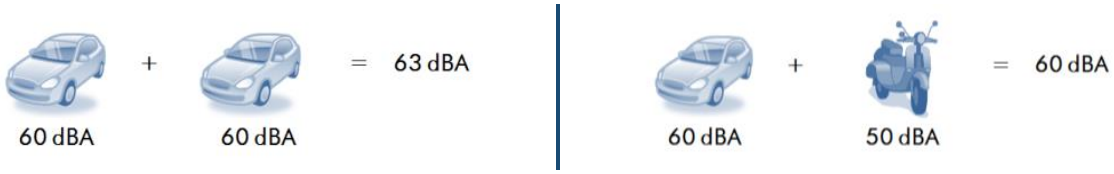
## Généralités acoustiques

### Le décibel (dB)

Le son est une sensation auditive produite par une variation rapide de la pression de l'air. Dans la pratique, l'échelle de perception de l'oreille humaine étant très vaste, on utilise une échelle logarithmique, plus adaptée pour caractériser le niveau sonore. Cette échelle réduite s'exprime en décibel (dB).

On ne peut donc pas ajouter arithmétiquement les décibels de deux bruits pour arriver au niveau sonore global. À noter 2 règles simples :

- 60 dB + 60 dB = 63 dB ;
- 60 dB + 50 dB ≈ 60 dB.



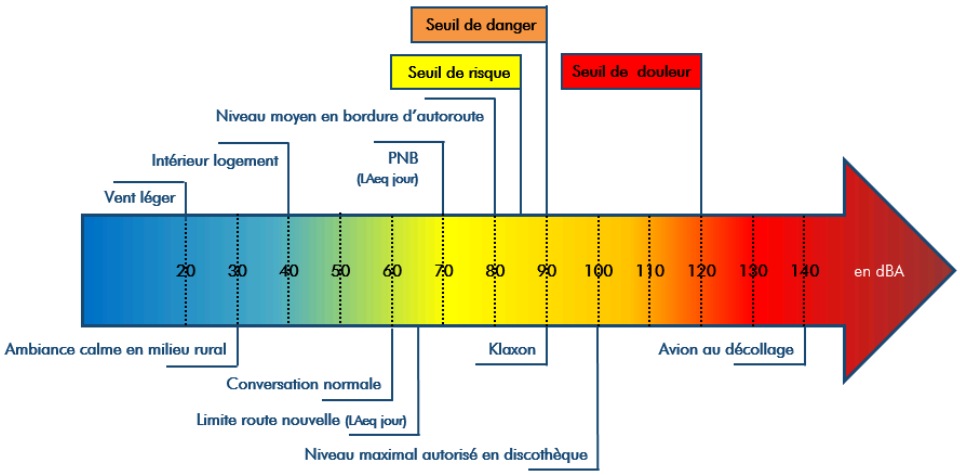

### Le décibel pondéré A (dB(A))

La forme de l'oreille humaine influençant directement le niveau sonore perçu par l'être humain, on applique généralement au niveau sonore mesuré, une pondération dite de type A pour prendre en compte cette influence. On parle alors de niveau sonore pondéré A, exprimé en dB(A).

A noter 2 règles simples :

- L'oreille fait une distinction entre deux niveaux sonores à partir d'un écart de 3 dB(A) ;
- Une augmentation du niveau sonore de 10 dB(A) est perçue par l'oreille comme un doublement de la puissance sonore.

### Echelle sonore



### Fréquence / Octave / Tiers d'octave

La fréquence d'un son correspond au nombre de variations d'oscillations identiques que réalise chaque molécule d'air par seconde. Elle s'exprime en Hertz (Hz).
Pour l'être humain, plus la fréquence d'un son sera haute, plus le son sera perçu comme aigu. A l'inverse, plus la fréquence d'un son sera basse, plus le son sera perçu comme grave.
En pratique, pour caractériser un son, on utilise des intervalles de fréquence.
Chaque intervalle de fréquence est caractérisé par ses 2 bornes dont la plus haute fréquence ($f2$) est le double de la plus basse ($f1$) pour une octave, et la racine cubique de 2 pour le tiers d'octave.
L'analyse en fréquence par tiers d'octave correspond à la résolution fréquentielle de l'oreille humaine.

| *1/1 octave* | *1/3 octave* |
|---|---|
| $f2 = 2 * f1$<br>$fc = \sqrt{2} * f1$<br>$\Delta f / fc = 71\%$ | $f2 = \sqrt[3]{2} * f1$<br>$\Delta f / fc = 23\%$ |

*fc : fréquence centrale*
$\Delta f = f2 - f1$

### Niveau sonore équivalent Leq

Niveau sonore en dB intégré sur une période de mesure. L'intégration est définie par une succession de niveaux sonores intermédiaires mesurés selon un intervalle d'intégration. Généralement dans l'environnement, l'intervalle d'intégration est fixé à 1 seconde (appelé $L_{eq}$ court). Le niveau global équivalent se note $L_{eq}$, il s'exprime en dB.
Lorsque les niveaux sont pondérés selon la pondération A, on obtient un indicateur noté $L_{Aeq.}$

### Niveau résiduel ($L_{res}$)

Le niveau résiduel caractérise le niveau de bruit obtenu dans les conditions environnementales initiales du site, c'est-à-dire en l'absence du bruit généré par l'établissement.

### Niveau particulier ($L_{part}$)

Le niveau particulier caractérise le niveau de bruit généré par l'activité de l'établissement.

### Niveau ambiant ($L_{amb}$)

Le niveau ambiant caractérise le niveau de bruit obtenu en considérant l'ensemble des sources présentes dans l'environnement du site. En l'occurrence, ce niveau sera la somme logarithmique du bruit résiduel et du bruit particulier de l'établissement.

### Emergence acoustique (E)

L'émergence acoustique est fondée sur la différence entre le niveau de bruit équivalent pondéré A du bruit ambiant (comportant le bruit particulier de l'établissement en fonctionnement) et celui du résiduel.

| $E = L_{eq}$ ambiant – $L_{eq}$ résiduel |
|---|
| $E = L_{eq}$ établissement en fonctionnement – $L_{eq}$ établissement à l'arrêt |

### Niveau fractile ($L_n$)

Le niveau fractile $L_n$ représente le niveau sonore qui a été dépassé pendant n% du temps du mesurage. L'utilisation des niveaux fractiles permet dans certains cas de s'affranchir du bruit provenant d'évènements perturbateurs et non représentatifs.

## Exposition au bruit

### Groupe d'Exposition Homogène (GEH)

Groupe de travailleurs effectuant le même travail et exposés au bruit dans des circonstances similaires, durant la journée de travail.

### Protection Individuel Contre le Bruit (PICB)

Equipement de Protection Individuel (EPI) permettant de protéger le salarié vis-à-vis du bruit. On distingue plusieurs types de PICB :

- Les coquilles, montées sur casque, serre-tête ou serre-nuque ;
- Les bouchons d'oreilles : façonnés par l'utilisateur, pré-moulés ou moulés.



*Coquilles*



*Bouchons façonnés*



*Bouchons pré-moulés*



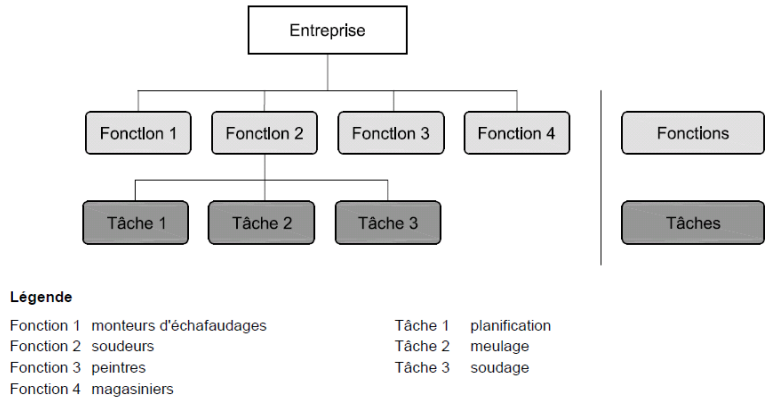
*Bouchons moulés*

### Tâche

Partie distincte de l'activité professionnelle d'un travailleur.

### Fonction

Activité professionnelle globale effectuée par un travailleur, comprenant toutes les tâches effectuées par ce travailleur au cours d'une journée entière de travail ou d'un poste entier.




*Exemple illustrant la hiérarchie des fonctions et des tâches (Source : Norme ISO 9612)*

### Période caractéristiques

$T_0$ : Durée de référence, de valeur fixe égale à 8 h.

$T_m$ : Durée totale quotidienne d'une tâche m, en h.

$Te$ : Durée effective de la journée de travail, en h.

### Niveaux caractéristiques

$L_{p,A,eqT}$ : Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré *A*, pour un intervalle de temps donné de durée *T*, en dBA.

$L_{EX,8h}$ : Niveau d'exposition au bruit d'un travailleur, rapportée à une journée de travail nominal de 8h, en

dBA.

$L'_{EX,8h}$ : Niveau d'exposition au bruit d'un travailleur effective, rapportée à une journée de travail nominal de 8h, en dBA. Ce niveau tient compte de la protection auditive apportée par les PICB utilisés

$L_{p,Cpeak}$ : Niveau de pression acoustique de crête pondéré $C$, en dBC.

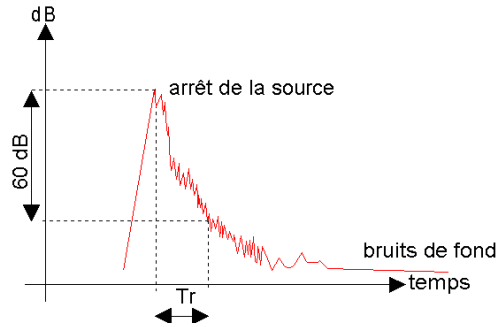
## Acoustique du Bâtiment

**Bruit rose**
Bruit normalisé qui possède la même énergie dans les bandes d'octave de 125 à 4000 Hz. Bruit de référence pour réaliser des mesures en acoustique dans un bâtiment.

**Bruit route**
Bruit normalisé qui présente plus d'énergie en basses fréquences, et moins d'énergie en hautes fréquences, que le bruit rose, afin de simuler l'impact sur une construction du trafic routier et ferroviaire. Il est utilisé pour quantifier les isolements au bruit aérien vis-à-vis de l'espace extérieur.

**Réverbération**
Persistance d'un son dans un espace clos ou semi clos après interruption de la source sonore.

**Durée de réverbération Tr**
Durée nécessaire au niveau sonore pour décroître de 60 dB après arrêt instantané d'une source de bruit rose ou d'une source de bruit impulsionnelle.




La durée de réverbération dans un local est fonction de la géométrie du local, des matériaux mis en œuvre sur ces parois, et de son encombrement.

**Coefficient d'absorption acoustique « α »**
Pour un matériau : rapport entre la quantité d'énergie acoustique absorbée et la quantité d'énergie acoustique incidente. Ce coefficient permet de quantifier par bande d'octave (ou tiers d'octave) la capacité d'un matériau à absorber l'énergie acoustique incidente. Il est mesuré en laboratoire acoustique.

**Indice d'absorption acoustique pondéré « $\alpha_w$ »**
Indice unique d'absorption acoustique du matériau, indépendante de la fréquence, égale à la valeur à 500Hz d'une courbe de référence définie dans la norme NF EN ISO 11654.

**Indice d'affaiblissement acoustique R**
Indice unique tel que défini dans la norme EN ISO 717-1, relatif à une paroi ou un système mesuré en laboratoire acoustique. A considérer avec prudence, car on y trouve en réalité trois valeurs.
Ainsi, on a par exemple : $R_w(C;C_{tr})$ = 41 (0;-5) dB.

- $R_W$ : niveau global mesuré, en dB et recalé par rapport au spectre w de référence, complété par des termes d'adaptation :
- $R_A = R_w + C$ qui caractérise l'indice d'affaiblissement de la paroi par rapport à un bruit rose
- $R_{A,tr} = R_w + C_{tr}$ qui caractérise l'indice d'affaiblissement de la paroi par rapport à un bruit route

### Isolement brut D
On définit l'isolement brut par la définition suivante : $D = L_1 - L_2$
avec $L_1$ : niveau sonore à l'émission
$L_2$ : niveau sonore à la réception

### Isolement acoustique normalisé $D_{nT,A}$
Valeur caractérisant l'isolement acoustique entre deux locaux, par rapport à une émission de bruit rose.
Il dépend de plusieurs paramètres :

- l'indice d'affaiblissement acoustique R de la paroi séparative
- les transmissions latérales
- le volume du local de réception
- la durée de réverbération du local de réception

### Isolement acoustique normalisé $D_{nT,A,Tr}$
Valeur caractérisant l'isolement acoustique entre un local et l'extérieur, par rapport à une émission de bruit route.

### Indice d'amélioration de l'isolation au bruit de chocs $\Delta L_w$
Valeur caractérisant l'atténuation du bruit de choc sur un plancher apportée par un revêtement de sol, mesurée en laboratoire.

### Niveau de bruit de choc $L'_{nT,w}$
Valeur caractérisant le niveau de bruit reçu à l'intérieur d'un local lors du fonctionnement d'une machine à chocs dans un local superposé ou adjacent.

### Niveau de bruit d'équipement $L_{nAT}$
Niveau de pression acoustique mesuré lorsqu'un équipement est en fonctionnement, pondéré A et standardisé par rapport à une durée de réverbération de référence.

### Courbes NR (*Noise Rating curves*)
Courbes empiriques d'évaluation du bruit, définies dans la norme NF S 30.010, spécifiant une valeur seuil unique pour un niveau sonore exprimé en dB par bandes d'octaves de 63 Hz et 8 kHz.

### Aire d'absorption équivalente AAE
Exprimée en $m^2$, valeur qui caractérise l'absorption acoustique d'un matériau, d'une paroi ou d'un local, à partir de son coefficient d'absorption acoustique normalisé $\alpha_w$ et de sa surface S, selon la formule : $AAE = \alpha_w \times S$.

### Niveau d'intelligibilité de la parole STI
La méthode du *Speech Transmission Index* (STI) permet des mesures objectives de l'intelligibilité de la parole.
Recommandations vis-à-vis du STI (critère d'intelligibilité) :
Le niveau d'intelligibilité de la parole dépend directement du niveau du bruit de fond, de la durée de réverbération et de la géométrie de la pièce. Différentes méthodes sont appliquées pour évaluer le niveau d'intelligibilité de la parole.
Le calcul du STI est basé sur l'étude des taux de modulation d'un signal émis et reçu dans une salle.
A savoir que l'intelligibilité au sein d'un local est classifiée selon les valeurs suivantes :

| STI | Intelligibilité de la parole |
|---|---|
| 0,00 à 0,30 | Mauvaise |
| 0,30 à 0,45 | Pauvre |
| 0,45 à 0,60 | Moyenne |
| 0,60 à 0,75 | Bonne |
| > 0,75 | Excellente |

### Décroissance spatiale, Δ1
La décroissance spatiale correspond à la diminution du niveau par doublement de la distance. Celle-ci est fonction du volume du local et dépend des traitements acoustiques apportés aux parois. Cet indicateur s'exprime en dB(A).

# 3 CONTEXTE REGLEMENTAIRE

## 3.1 Réglementation sur le bruit de voisinage

L'installation doit satisfaire à la Réglementation sur le Bruit de Voisinage.

Les exigences réglementaires applicables sont définies dans le **décret n°2006-1099 du 31 août 2006** *relatif à la lutte contre les bruits de voisinage* et modifiant le Code de la Santé Publique.
Les articles 1336-6 à 10, concernent le volet bruit du Code de la Santé Publique et ont été appliqués après parution d'un **arrêté le 5 décembre 2006**.
Ce décret impose des valeurs limites d'émergence en valeur globale (en dB(A)) à respecter chez les tiers.
Des termes correctifs s'appliquent à ces valeurs limites en fonction de la durée d'apparition du bruit particulier (cf. Tableau 1).
Il définit également des valeurs limites d'émergence (en dB) sur les bandes d'octaves centrées sur 125Hz à 4kHz à l'intérieur des habitations fenêtres ouvertes ou fermées (cf. Tableau 2).
Ces valeurs limites d'émergences s'appliquent pour un niveau de bruit ambiant mesuré supérieur à :

- **25 dB(A)** si la mesure est effectuée à l'intérieur des habitations fenêtres ouvertes ou fermées;
- **30 dB(A)** dans les autres cas.

## 3.2 Critères d'émergence en niveau global

Le tableau ci-dessous précise les exigences réglementaires en termes d'émergence maximale en valeur globale.

| | Émergence maximale | | Durée d'apparition du bruit particulier |
|---|---|---|---|
| | Jour (7h / 22 h) | Nuit (22h / 7h) | |
| réf. : Code de la Santé Publique Art. R.1334-33 | 5 dB(A) | 3 dB(A) | > 8 h |
| | 6 dB(A) | 4 dB(A) | Comprise entre 4 et 8 h |
| | 7 dB(A) | 5 dB(A) | Comprise entre 2 et 4 h |
| | 8 dB(A) | 6 dB(A) | Comprise entre 20 mn et 2 h |
| | 9 dB(A) | 7 dB(A) | Comprise entre 5 mn et 20 mn |
| | 10 dB(A) | 8 dB(A) | Comprise entre 1 mn et 5 mn |
| | 11 dB(A) | 9 dB(A) | Inférieure à 1 mn (1) |

*(1) la durée de mesure du niveau de bruit ambiant étant étendue à 10 secondes lorsque la durée cumulée d'apparition du bruit particulier est inférieure à 10 secondes*

*Tableau 1 - Valeurs limites d'émergence en valeurs globales*

## 3.3 Niveaux sonores à ne pas dépasser par bandes d'octave

Le tableau ci-dessous précise les exigences réglementaires d'émergence maximale dans les bandes d'octave de 125 Hz à 4kHz, à l'intérieur des habitations.

| Émergence maximale | |
|---|---|
| Sur les octaves centrées sur 125 et 250 Hz | 7 dB |
| Sur les octaves centrées sur 500, 1000, 2000 et 4000 Hz | 5 dB |

*Tableau 2 – Valeurs limites d'émergence par bandes d'octave*

Aucun terme correctif fonction de la durée cumulée du bruit particulier, ne s'applique aux valeurs limites d'émergence spectrales.

## 3.4 Bruit au travail

### 3.4.1 Textes réglementaires

- Articles R 4431-1 à R 4437-4 du Code du Travail relatifs à la prévention des risques d'exposition au bruit.
- Arrêté du 19 juillet 2006 pris pour l'application des articles R. 231-126, R. 231-128 et R. 231-129 du Code du Travail (ancien) devenus articles R 4431-1 ; R 4433-1 à R 4433-7 et R 4722-17 ; R 4722-18 ; R 4722-27 ; R 4724-1 et R 4724-18 du Code du Travail (nouveau).
- Arrêté du 11 décembre 2015 relatif au mode de calcul des paramètres physiques indicateurs du risque d'exposition au bruit et aux conditions de mesurage des niveaux de bruit en milieu de travail.
- Norme NF EN ISO 9612 de mai 2009 « Détermination de l'exposition au bruit en milieu de travail ».

### 3.4.2 Obligations de l'employeur

Il existe trois seuils de niveau d'exposition sonore pour lequel l'employeur doit répondre à des obligations spécifiques :

- Valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action de prévention (VEI): niveau d'exposition quotidienne de 80 dBA ou niveau de crête à 135 dBC (art R 4431-2)
  - Mise à disposition d'Equipement de Protection Individuel (EPI) ;
  - Information et formation des travailleurs sur les risques et communication sur l'évaluation des risques (dont formation à l'utilisation d'EPI) ;
  - Suivi médical proposé (examen audiométrique) (art R 4435-2).
- Valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action de prévention (VES) : niveau d'exposition quotidienne de 85 dBA ou niveau de crête à 137 dBC (art R 4431-2)
  - Mise en place d'un programme de réduction du bruit (mesures techniques et d'organisation) ;
  - Signalisation et si possible limitation d'accès des zones critiques ;
  - Utilisation des EPI obligatoire ;
  - Surveillance médicale renforcée (examen audiométrique) (art R 4435-1).
- Valeur limite d'exposition (VLE) : niveau d'exposition quotidienne de 87dBA ou niveau de crête à 140 dBC

  Cette valeur limite est la valeur maximale à laquelle le travailleur peut être exposé (art R 4432-3). **Cette valeur limite est calculée avec le port d'EPI** (art R 4431-3). En cas de dépassement de cette valeur (87 dBA), l'employeur doit immédiatement prendre des mesures pour réduire l'exposition à des valeurs inférieures et adapter, après étude des causes, les mesures de protection déjà prises (art R 4434-6).
  Après cette surveillance et s'il y a trouble d'audition d'un salarié, l'employeur peut revoir l'évaluation des risques initiale, compléter les mesures de réduction du bruit qu'il avait prises et au besoin affecter le salarié à un autre poste avec l'accord du médecin du travail.

# 4 PRESENTATION DU SITE

## 4.1 Localisation

La nouvelle centrale est localisée près de l'ancienne centrale qui a été démolie et se situe route de l'Alpe d'Huez à proximité immédiate du site EDF et du Camping La Cascade (38).

La limite de propriété du camping se situe à environ 50m de la future centrale.



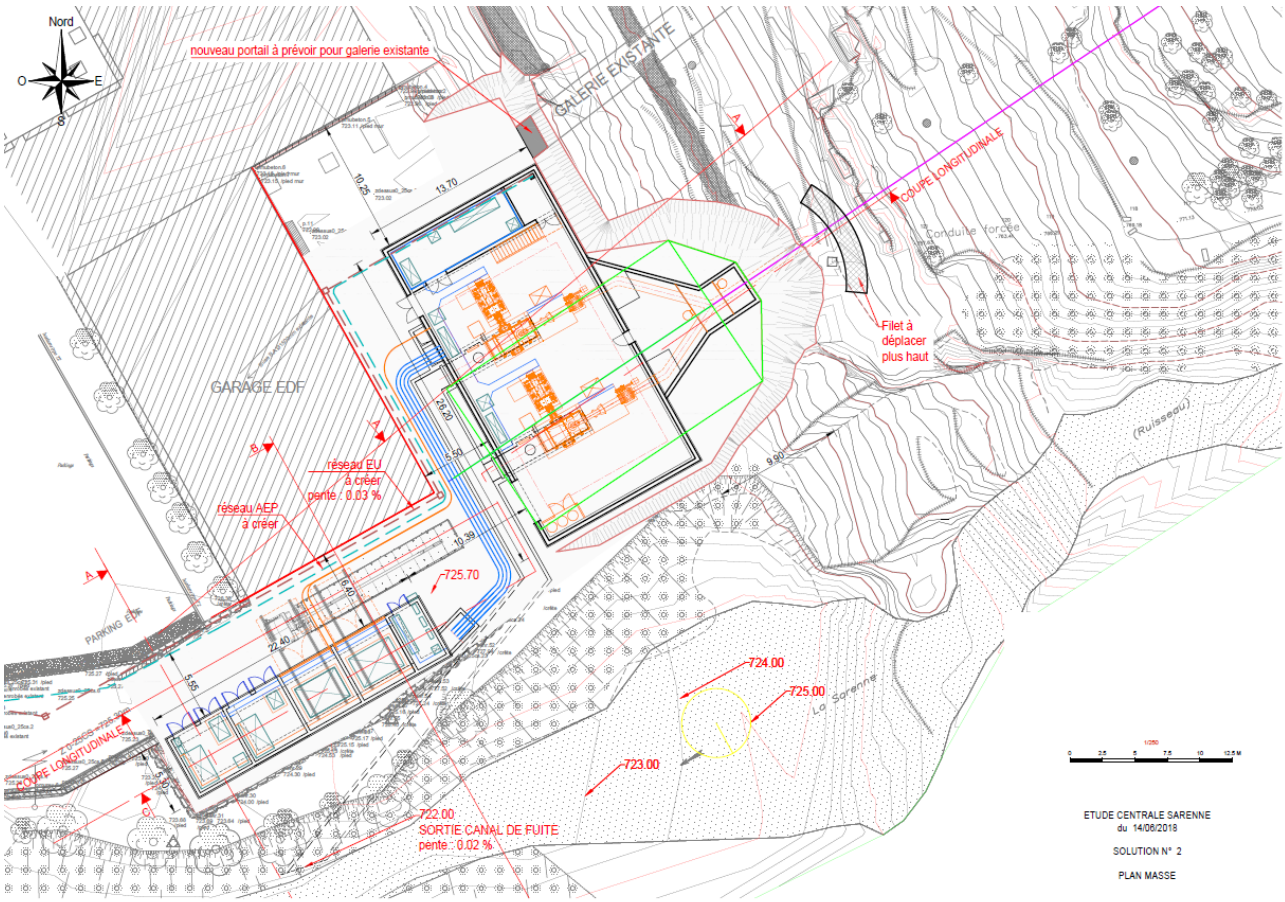

*Localisation de l'établissement dans son environnement.*
*Le camping est environ à 50m de la future centrale.*

## 4.2 Horaires de fonctionnement

Le site fonctionne en en permanence 24h/24h.

## 4.3 Disposition future des locaux

Le plan suivant donne la répartition des locaux sur le site.




*Localisation et plan des futurs locaux*

Le bâtiment sera en béton. Les points faibles au niveau acoustique de ce bâtiment sont constitués des portes d'accès et des entrées-sorties d'air qui seront équipées de silencieux à baffles.
Un local transformateur situé perpendiculairement au bâtiment de la centrale abrite 2 transformateurs de puissance.

# 5 CARACTERISATION DES SOURCES DE BRUIT

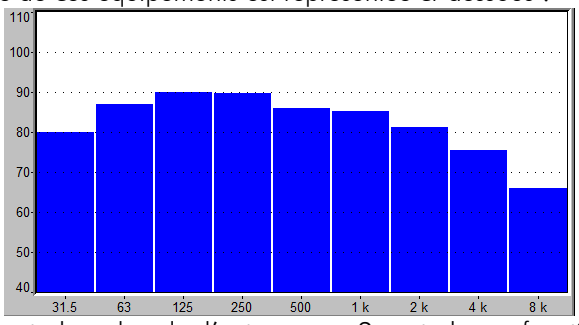
Les sources de bruit n'étant pas existantes, les niveaux sonores émis par les équipements en place seront estimés d'après des mesures réalisées sur une installation équivalente en Isère.

Les sources de bruit en présence sont les suivantes :

- 2 groupes turbines alternateurs de type Pelton de 5.5MW unitaires.
- 2 transformateurs de puissance à l'extérieur des locaux
- 1 ou 2 ventilateurs d'extraction dans le local principal pour aider à l'évacuation de l'air chaud

Les niveaux sonores en fonctionnement des 2 groupes sont au maximum de 97dB à 2m dans un local non traité acoustiquement (parois réfléchissantes).
C'est sur cette base que nous déterminerons les puissances acoustiques de ces équipements.

La composition fréquentielle type de ces équipements est représentée ci-dessous :




Gabarit spectral par bande d'octave pour 2 centrales en fonctionnement équivalentes à celles pressenties sur le site.

Les transformateurs à l'extérieur ont une puissance acoustique LwA de 80dB selon une donnée fournisseur. Le spectre de ce type d'équipement est généralement plat de 31.5Hz à 500Hz et décroît rapidement dans les bandes d'octaves supérieures.

Pour un équipement équivalent, les ventilateurs d'extraction mis en place avaient une puissance acoustique LwA de 92dBA. Cette hypothèse sera prise en compte dans la modélisation.

# 6 NIVEAUX DE BRUIT RESIDUEL

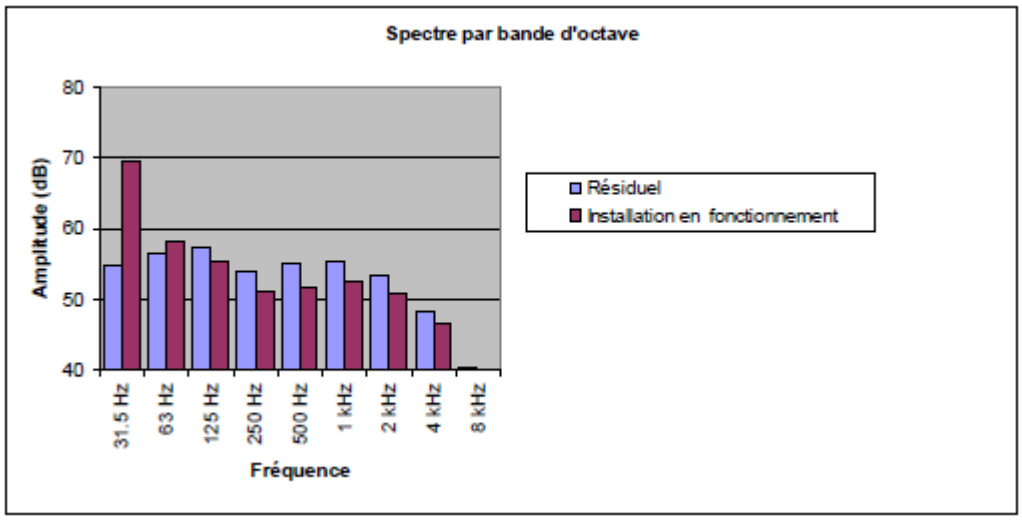
Des mesures de bruit ont été réalisées sur une durée de 24h en limite de propriété du site en Août 2015 au moment de l'arrêt de l'ancienne centrale.

Ces mesures ont fait l'objet d'un rapport Acouplus référencé 150805 et intitulé « Aménagement Hydro-électrique des Salvages à Bourg-d'Oisans : Mesures de bruit ambiant avant travaux »

Ces mesures avaient la particularité d'avoir été réalisées avec l'ancienne centrale en fonctionnement et ensuite à l'arrêt.

Les niveaux sonores globaux en dBA constatés à l'arrêt étaient plus élevés que ceux en fonctionnement du fait que la centrale n'étant plus en fonctionnement, la conduite forcée était fermée et l'eau rejetée au niveau de la cascade et donc alimentant la Sarenne.

La comparaison entre ces 2 situations est donnée pour mémoire ci-dessous :




| | A l'arrêt | En fonctionnement | Emergences mesurées | Emergences autorisées |
|---|---|---|---|---|
| 31.5 Hz | 54.9 | 69.4 | 14.5 | ___ |
| 63 Hz | 56.4 | 58.3 | 1.9 | ___ |
| 125 Hz | 57.4 | 55.4 | ___ | 7 |
| 250 Hz | 54 | 51 | ___ | 7 |
| 500 Hz | 55.2 | 51.8 | ___ | 5 |
| 1 kHz | 55.3 | 52.4 | ___ | 5 |
| 2 kHz | 53.4 | 50.9 | ___ | 5 |
| 4 kHz | 48.1 | 46.5 | ___ | 5 |
| 8 kHz | 40.3 | 39.3 | ___ | ___ |
| dB(A) | 59.7 | 57.0 | ___ | ___ |

Comparaison entre niveaux de bruit avec et sans fonctionnement de l'ancienne centrale.

L'ancienne centrale générait des basses fréquences importantes non filtrées par le local qui était mal isolé, ces basses fréquences étant perceptibles en limite de propriété du camping.
Néanmoins en niveau global en dBA, les niveaux sonores étaient moins élevés en fonctionnement qu'à l'arrêt du fait du dévoiement de l'écoulement de l'eau en phase d'arrêt de la centrale.

Le niveau de bruit résiduel mesuré de 59,7dBA correspondait à un niveau de bruit résiduel maximum car toute l'eau desservant la centrale était renvoyée sur la cascade.
De notre expérience en acoustique de l'environnement et ayant réalisé des mesures près de cours d'eau de montagnes (Le Vénéon près de Bourg d'Oisans, Ruisseau de Laval en Isère), le niveau de bruit résiduel à proximité d'un cours d'eau et notamment proche d'une cascade n'est jamais inférieur à 50dBA.

C'est ce niveau sonore de 50dBA que nous proposons de retenir pour déterminer les émergences de la future centrale et le dimensionnement des parois et des équipements de la centrale sera réalisé en prenant cette valeur

comme cadre de référence. Le spectre gabarit utilisé pour ce bruit résiduel correspond au spectre mesuré hors fonctionnement de la centrale.

La composition spectrale de ce bruit résiduel est donnée ci-dessous :

| Niveaux par bande d'octave en dB | 63 Hz | 125Hz | 250Hz | 500Hz | 1kHz | 2kHz | 4kHz | 8kHz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bruit résiduel retenu de 50dB(A) | 46.7 | 47.7 | 44.3 | 45.5 | 45.6 | 43.7 | 38.4 | 30.6 |

# 7 NIVEAUX DE BRUIT DANS LE FUTUR LOCAL

Une simulation est réalisée en considérant la puissance acoustique maximale des 2 centrales en fonctionnement.

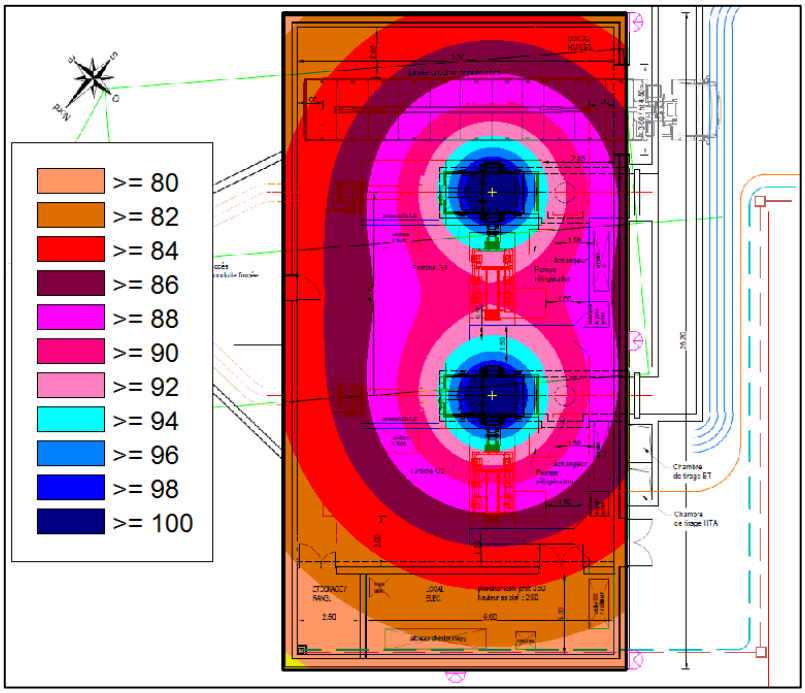
Cette simulation permet de connaître les niveaux sonores à l'intérieur du futur local. Compte-tenu des niveaux très importants générés par les centrales, il est assumé par hypothèse un **traitement acoustique absorbant sur le plafond et toutes les surfaces latérales disponibles**.

Note : il n'est pas nécessaire de couvrir totalement l'intégralité des surfaces. Il s'agit d'un traitement acoustique et non thermique. Des trouées dans ce revêtement pour laisser passer des éléments de structure de pont roulant ou autres n'affectent pas les performances d'absorption du matériau.

Ce traitement acoustique peut être réalisé avec les matériaux suivants :

- Plaques de fibres de bois aggloméré caractérisé par un coefficient d'absorption acoustique $\alpha w \geq 0.9$, type Knauf Organic Minéral épaisseur 75 mm (25+50).
- Panneaux de laine de roche avec voile de verre type Protisol (Eurocoustic) ou Acoustished caractérisé par un coefficient d'absorption acoustique $\alpha w \geq 1$

Le résultat de ces calculs est donné ci-dessous :




*Niveaux de bruit en dB(A) générés dans les locaux à puissance maximale des centrales.*

Les niveaux de bruit maxima dans les locaux sont de 90dB(A) au niveau des parois.

.

# 8 DIMENSIONNEMENT DES SILENCIEUX

Les silencieux sont dimensionnés en fonction des critères suivants :

- Débit d'air nécessaire à la ventilation des locaux
- Recherche d'une atténuation maximale
- Prise en compte pour l'extraction de l'air de la puissance acoustique des ventilateurs d'extraction
- Vitesse d'air en sortie des silencieux et optimisation des pertes de charges.

## 8.1.1 Débit d'air nécessaire

La température maximale visée dans la centrale est de 28° et le delta de température entre l'intérieur et l'extérieur est de 5° La puissance calorifique à évacuer est d'après la Maîtrise d'œuvre de 23kW de chaleur à évacuer.
Ces données permettent de calculer le débit d'air nécessaire par la formule suivante :

$$Q = \frac{860 P_{disp}}{0.28 \Delta T}$$

Ou Q est le débit en $m^3/h$
Pdisp : puissance dissipée en kW.

Soit environ 15000 $m^3/h$.

## 8.1.2 Dimensionnement des silencieux

Un silencieux (ou piège à son) est un tronçon de gaine rectangulaire dans lequel est implanté un ensemble de baffles acoustiques (élément absorbant rectangulaire constitué de laine minérale). Son efficacité dépend des voies d'air (écartement entre deux baffles parallèles), de sa longueur et de sa constitution (surface de laine minérale qui le compose).

Les silencieux (1 pour l'air extrait, 1 pour l'air neuf) auront les caractéristiques suivantes :

| Silencieux Air Neuf | Caractéristiques |
|---|---|
| Largeur | 2m |
| Longueur | 2,70m |
| Hauteur | 2,50m |
| Largeur Voies d'air | 100mm |
| Largeur Baffles | 200mm |
| Nombre de baffles | 7 |
| Perte de charge | <60Pa |
| Vitesse frontale | <3m/s |

| Silencieux Air Extrait | Caractéristiques |
|---|---|
| Largeur | 1,50m |
| Longueur | 2,50m |
| Hauteur | 1,50m |
| Largeur Voies d'air | 100mm |
| Largeur Baffles | 200mm |
| Nombre de baffles | 5 |
| Perte de charge | <60Pa |
| Vitesse frontale | <3m/s |

Les atténuations minimales de ces silencieux sont données ci-dessous :

| Atténuation par insertion De,okt (dB) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elément | 63 Hz | 125Hz | 250Hz | 500Hz | 1kHz | 2kHz | 4kHz | 8kHz |
| Type TROX ou équivalent | 5 | 15 | 33 | 50 | 50 | 50 | 38 | 25 |

Ces silencieux seront entièrement capotés double peau pour éviter l'interphonie directe entre le bruit dans le local et la peau du silencieux. Ce doublage est composé d'une laine de roche de 5cm d'épaisseur posé sur l'enveloppe du silencieux et d'une tôle de 75/100ème.

# 9 METHODOLOGIE

### 9.1.1 Bruit résiduel et émergences

Le bruit résiduel retenu est donnée ci-dessous :

| Niveaux par bande d'octave en dB | 63 Hz | 125Hz | 250Hz | 500Hz | 1kHz | 2kHz | 4kHz | 8kHz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bruit résiduel retenu de 50dB(A) | 46.7 | 47.7 | 44.3 | 45.5 | 45.6 | 43.7 | 38.4 | 30.6 |

Les émergences admissibles par bande d'octave sont de 7dB sur les octaves 125Hz et 250Hz et 5dB pour les octaves 250Hz à 4kHz. L'émergence en niveau global est de 3dB(A) pour la période nocturne la plus défavorable.

A partir de ces éléments, la contribution maximale de la centrale seule (en arrondissant au ½ dB le plus proche) est au niveau des logements les plus proches de :

| Niveaux par bande d'octave en dB | 125Hz | 250Hz | 500Hz | 1kHz | 2kHz | 4kHz | dBA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Contribution maximale de la centrale | 53,5 | 50,5 | 49,0 | 49,0 | 47,0 | 41,5 | 50 |

Note 1: les bandes d'octaves 63Hz et 8000Hz ne sont pas réglementées.

Note 2 : La somme en dBA d'un niveau de bruit résiduel de 50dBA et d'une contribution de l'équipement de 50dBA donne un niveau global de 53dBA. L'émergence est égale à la différence entre le niveau global et le niveau de bruit résiduel soit 53dBA-50dBA, équivalent à 3dBA.

### 9.1.2 Calcul des niveaux sonores à l'extérieur

Les niveaux sonores générés à l'extérieur sont calculés à partir des niveaux de bruit maxima à l'intérieur avec la prise en compte des ventilateurs d'extraction à la base des silencieux d'extraction.

La puissance acoustique de ces ventilateurs d'extraction est de :

| Niveaux par bande d'octave en dB | 63 Hz | 125Hz | 250Hz | 500Hz | 1kHz | 2kHz | 4kHz | 8kHz | dBA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Puissance acoustique Lw des ventilateurs d'extraction | 87 | 88 | 99 | 89 | 87 | 84 | 81 | 78 | 92 |

Les atténuations des silencieux sont ensuite déduites de ces niveaux sonores et le niveau sonore déterminé à l'extérieur.

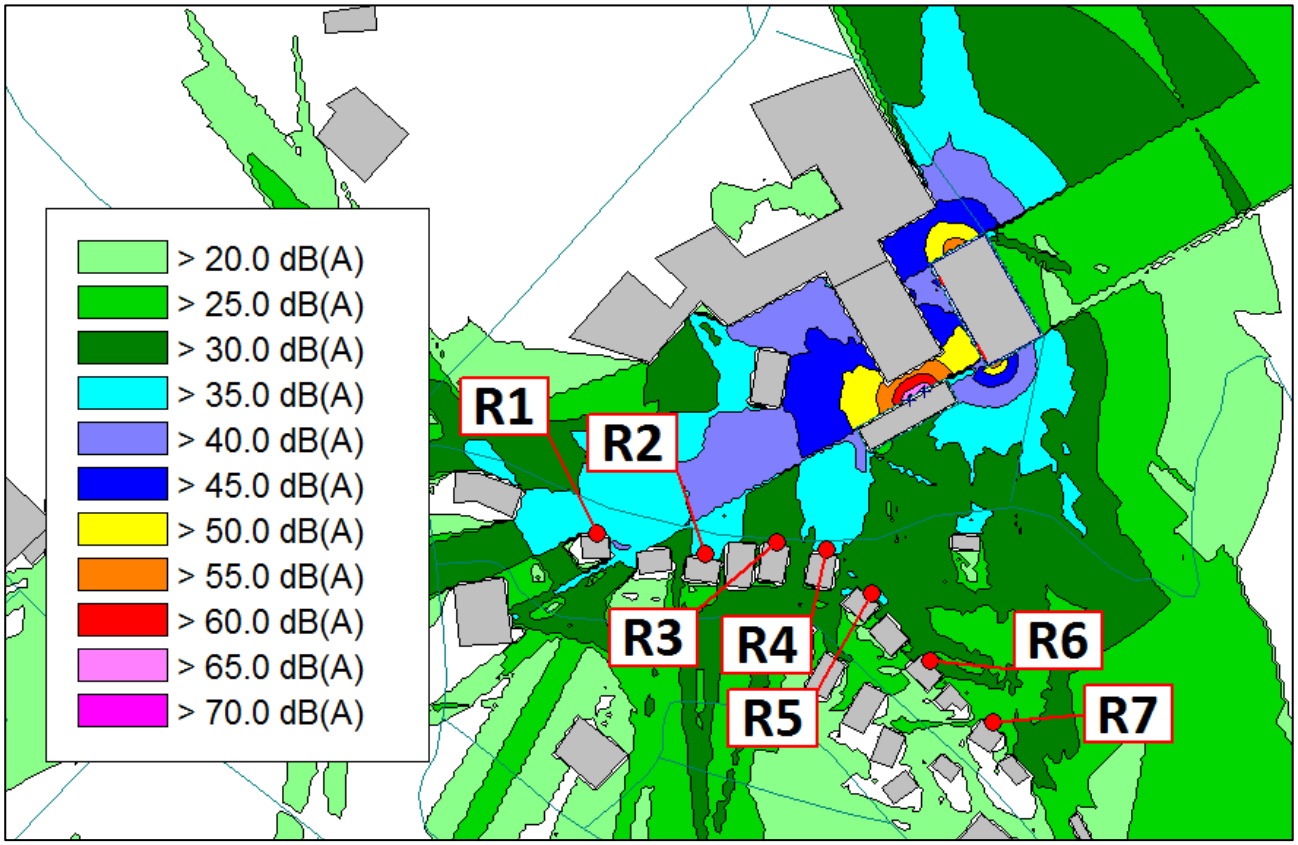
La porte d'entrée a été simulée sur la base d'une porte de type Dortaal Phoniplus 55 dont la performance acoustique est de Rw+C ≥55dB.

Les murs de façade du local sont des murs de 25cm d'épaisseur en béton minimum.

# 10 RESULTATS DES CALCULS

## 10.1 Situation projetée

Les résultats des calculs sont donnés ci-dessous :




| | Lp particulier calculé | Objectif maximal | Dépassement | Conformité |
|---|---|---|---|---|
| R1 | 38,8 | 50,0 | 0,0 | OUI |
| R2 | 37,7 | 50,0 | 0,0 | OUI |
| R3 | 34,8 | 50,0 | 0,0 | OUI |
| R4 | 36,8 | 50,0 | 0,0 | OUI |
| R5 | 36,2 | 50,0 | 0,0 | OUI |
| R6 | 33,3 | 50,0 | 0,0 | OUI |
| R7 | 30,0 | 50,0 | 0,0 | OUI |

*Détermination de la conformité par rapport aux valeurs globales en dBA*

Les contributions de la centrale dans cette configuration sont conformes à la fois en émergence globale et en émergence par bande d'octaves.

| | Fréquence [Hz] | Lp particulier calculé | Objectif | Dépassement | Conformité |
|---|---|---|---|---|---|
| R1 | 125 | 34,7 | 53,5 | 0,0 | OUI |
| | 250 | 32,6 | 50,5 | 0,0 | OUI |
| | 500 | 35,9 | 49,0 | 0,0 | OUI |
| | 1000 | 34,7 | 49,0 | 0,0 | OUI |
| | 2000 | 31,2 | 47,0 | 0,0 | OUI |
| | 4000 | 26,3 | 41,5 | 0,0 | OUI |
| R2 | 125 | 25,6 | 53,5 | 0,0 | OUI |
| | 250 | 31,4 | 50,5 | 0,0 | OUI |
| | 500 | 34,8 | 49,0 | 0,0 | OUI |
| | 1000 | 33,5 | 49,0 | 0,0 | OUI |
| | 2000 | 30,6 | 47,0 | 0,0 | OUI |
| | 4000 | 25,3 | 41,5 | 0,0 | OUI |
| R3 | 125 | 33,6 | 53,5 | 0,0 | OUI |
| | 250 | 30,7 | 50,5 | 0,0 | OUI |
| | 500 | 31,8 | 49,0 | 0,0 | OUI |
| | 1000 | 30,1 | 49,0 | 0,0 | OUI |
| | 2000 | 27,6 | 47,0 | 0,0 | OUI |
| | 4000 | 22,6 | 41,5 | 0,0 | OUI |
| R4 | 125 | 42,7 | 53,5 | 0,0 | OUI |
| | 250 | 32,0 | 50,5 | 0,0 | OUI |
| | 500 | 33,4 | 49,0 | 0,0 | OUI |
| | 1000 | 32,1 | 49,0 | 0,0 | OUI |
| | 2000 | 28,7 | 47,0 | 0,0 | OUI |
| | 4000 | 24,0 | 41,5 | 0,0 | OUI |
| R5 | 125 | 41,0 | 53,5 | 0,0 | OUI |
| | 250 | 30,7 | 50,5 | 0,0 | OUI |
| | 500 | 32,5 | 49,0 | 0,0 | OUI |
| | 1000 | 31,4 | 49,0 | 0,0 | OUI |
| | 2000 | 28,6 | 47,0 | 0,0 | OUI |
| | 4000 | 24,2 | 41,5 | 0,0 | OUI |
| R6 | 125 | 40,1 | 53,5 | 0,0 | OUI |
| | 250 | 29,0 | 50,5 | 0,0 | OUI |
| | 500 | 29,1 | 49,0 | 0,0 | OUI |
| | 1000 | 27,6 | 49,0 | 0,0 | OUI |
| | 2000 | 26,4 | 47,0 | 0,0 | OUI |
| | 4000 | 20,6 | 41,5 | 0,0 | OUI |
| R7 | 125 | 35,6 | 53,5 | 0,0 | OUI |
| | 250 | 27,4 | 50,5 | 0,0 | OUI |
| | 500 | 26,2 | 49,0 | 0,0 | OUI |
| | 1000 | 24,4 | 49,0 | 0,0 | OUI |
| | 2000 | 22,4 | 47,0 | 0,0 | OUI |
| | 4000 | 17,2 | 41,5 | 0,0 | OUI |

*Détermination de la conformité par rapport aux valeurs spectrales en dB*

## 10.2 Préconisations complémentaires

### 10.2.1 Accès extérieur principal

La porte d'entrée proposée a des performances acoustiques importantes (Rw+C>55dB) et l'étanchéité de ce type de porte est performante.
Compte-tenu des dimensions importantes de cette porte, les joints peuvent être amenés à travailler dans le temps et réduire durablement l'efficacité de cette porte.

Pour pallier cet inconvénient, nous proposons la mise en place d'une porte complémentaire au niveau de l'entrée du bâtiment.

L'intérêt de cette configuration est d'assurer une isolation acoustique pérenne, tout en renforçant l'atténuation aux basses fréquences liée à la présence du sas créé entre les 2 portes (distance minimale entre les 2 portes de 50cm).

Cette porte additionnelle pourra être de performance acoustique moindre avec des performances acoustiques Rw+C>30dB

### 10.2.2 Accès extérieur piéton

La porte d'entrée proposée a des performances acoustiques importantes (Rw+C>55dB) type Phoniplus55 de Doortal ou équivalent.

Nous proposons la réalisation d'un sas d'entrée de manière à éviter les fuites acoustiques par cet accès piéton. La deuxième porte du sas aura des performances acoustiques Rw+C>30dB.

### 10.2.3 Performances des menuiseries de la salle de contrôle

**Fenêtre de la salle de commande surélevée et donnant sur l'extérieur (en façade) :**

- Cas d'un châssis fixe : Vitrage feuilleté haute performance de type 44.2 (16)66.2 et avec Rw+Ctr ≥ 41dB
- Cas d'une fenêtre (ouverture à la française) : Performance d'ensemble de la menuiserie Rw+Ctr ≥ 41dB avec vitrage feuilleté haute performance de type 44.2 (16)66.2

**Fenêtre en bandeau de la salle de commande surélevée et donnant sur la salle des machines (intérieur) :**

- Performance d'ensemble de la menuiserie si ouvrante : Rw+C ≥ 44dB avec vitrage feuilleté haute performance de type 44.2 (16)66.2
- Fenêtre fixe : Vitrage feuilleté haute performance de type 44.2 (16)66.2 et avec Rw+C ≥ 44dB

**Porte entrée salle de commande surélevée :**
Performance de la menuiserie Rw+C ≥ 50dB

# 11 CONCLUSION

L'étude acoustique liée à la reconstruction de la Centrale de Sarenne a été réalisée via des mesures de caractérisation du site actuel en date d'Août 2015 et une modélisation de l'impact des équipements sur le site futur.

Un bruit résiduel de 50dBA a été retenu sur le futur site, ce niveau correspondant au niveau sonore minima observé in situ dans ce type d'environnement proche d'un ruisseau.

La modélisation du futur bâtiment, des sources de bruit associées avec dimensionnement des silencieux a permis de montrer que dans la situation projetée, les niveaux sonores sont conformes à la réglementation sur le bruit de voisinage.

# ANNEXE 2 :

# PARC NATIONAL DES ÉCRINS, JUILLET 2018 - COMPTE-RENDU DES PROSPECTIONS RELATIVES À LA LOUTRE D'EUROPE EN OISANS AU 10/07/2018

**Site Natura 2000 FR8201738**

**« Plaine de Bourg d'Oisans et ses versants »**

# Compte-rendu des prospections relatives à la Loutre d'Europe en Oisans au 10/07/2018

10 juillet 2018

## Introduction

Le 7 août 2017, une épreinte et des empreintes de Loutre d'Europe étaient découvertes par Nicolas Bertrand, garde-moniteur au Parc National des Écrins, sur la plaine de Bourg d'Oisans au niveau de deux ponts sur la Romanche (au niveau de la Minardière et au niveau du rond point vers l'Alpe d'Huez).

Dans les Écrins, peu d'informations ont été récoltés sur le passé de la Loutre d'Europe dans le Massif. C'est ce qu'indique l'atlas du Haut-Dauphiné édité en 1995 par le PNE et le CRAVE (Centre de Recherche Alpin sur les Vertébrés). « Signalée ça et là avant l'édification du barrage de Serre-Ponçon, elle paraît avoir totalement disparu de la vallée de la Durance » concluaient les auteurs de l'ouvrage, estimant néanmoins que « sur la seule retenue de Serre-Ponçon, le potentiel de nourriture pourrait permettre la présence de huit à dix couples ». D'ailleurs, en octobre 2017, « des prospections le long de la Durance ont permis de détecter des indices de présence de la Loutre d'Europe bien en amont des secteurs connus. Des épreintes ont ainsi pu être observées au niveau du barrage de la Saulce, sur la commune de Curbans (04) et au niveau du barrage d'Espinasses (05) tout proche de Serre-Ponçon » peut-on lire sur le site de la LPO PACA.
Les alpages du Brouffier et du Taillefer ne sont plus pâturés depuis les années 90 (il y avait principalement des bovins dans les dernières années). Le pâturage avait été stoppé en raison de la pollution des eaux du captage d'eau potable. Il est expliqué que cette pollution des eaux n'était pas uniquement due au pâturage des bovins mais aussi au sur-dimensionnement des réseaux d'eau en lien avec la station de ski et par conséquent à la stagnation des eaux induite. Des filtres UV ont depuis lors étaient mis en place pour assurer une filtration de l'eau.

Après s'être très fortement raréfiée partout en France au XXème siècle, la Loutre d'Europe recolonise aujourd'hui petit à petit le réseau hydrographique français. Les derniers bastions ayant permis à l'espèce de ne pas disparaître jouent aujourd'hui le rôle de sources pour la recolonisation.
Ainsi, depuis 2011 une évolution positive se confirme en Ouest Isère avec une détection régulière d'indices sur la Varèze ou l'Oron traduisant peut-être localement de petites populations permanentes qui seraient probablement remontées par le Rhône. Les autres indices occasionnellement trouvés sur d'autres cours d'eau sont à priori le fruit d'individus isolés ou erratiques.

Les données récoltées sur la plaine de bourg d'Oisans constituent une belle remontée de l'espèce puisque les deux données connues les plus proches avaient été enregistrées jusqu'alors sur le bassin grenoblois en août 2001 et en février 2015 (*source LPO Isère*).

Il est cependant intéressant de noter que d'après le DOCOB Natura 2000 de la plaine de Bourg d'Oisans, qui date de 2007, « la Loutre d'Europe était présente autrefois sur la plaine, la dernière observation a été faite en 1978 au niveau de la source des Effonds. »

La Loutre d'Europe est un animal territorial, elle le délimite en déposant ses crottes appelées épreintes sur des lieux stratégiques, ponts, rochers. Pour les mâles, le territoire s'étend de 20 à 40 km de linéaire de rivière. Le territoire d'un mâle peut recouper celui de plusieurs femelles qui possèdent une surface plus restreinte. Ce mode de vie territorial explique que la densité des individus ne peut pas atteindre des valeurs élevées.

Afin d'améliorer les connaissances sur ce taxon et en raison de son inscription à l'annexe II de la Directive Habitats-Faune-Flore, il a été proposé d'estimer la taille de la population des Loutres d'Europe en Oisans (par l'intermédiaire d'analyses génétiques).

## Caractéristiques des analyses génétiques

Les études génétiques vont permettre d'étudier la dynamique de l'espèce en phase d'expansion géographique et en particulier :

- identifier les individus présents sur un secteur donné ;
- déterminer si ces individus sont sédentaires ou erratiques ;
- estimer les liens de parenté entre individus sur le secteur.

Les prospections sont réalisées sous la plupart des ponts présents sur le site Natura 2000 de la plaine de Bourg d'Oisans. Les points apparaissant sur la carte sont les ponts où des épreintes et empreintes ont été recensées du 7 août 2017 au 10 juillet 2018. Lorsqu'une épreinte est découverte, elle est d'abord badigeonnée avec un coton tige (afin de récupérer du mucus), ce coton tige est conservé dans un tube de tampon de lyse. L'épreinte en elle-même est également prélevée et conservée dans un tube d'alcool à 96°.

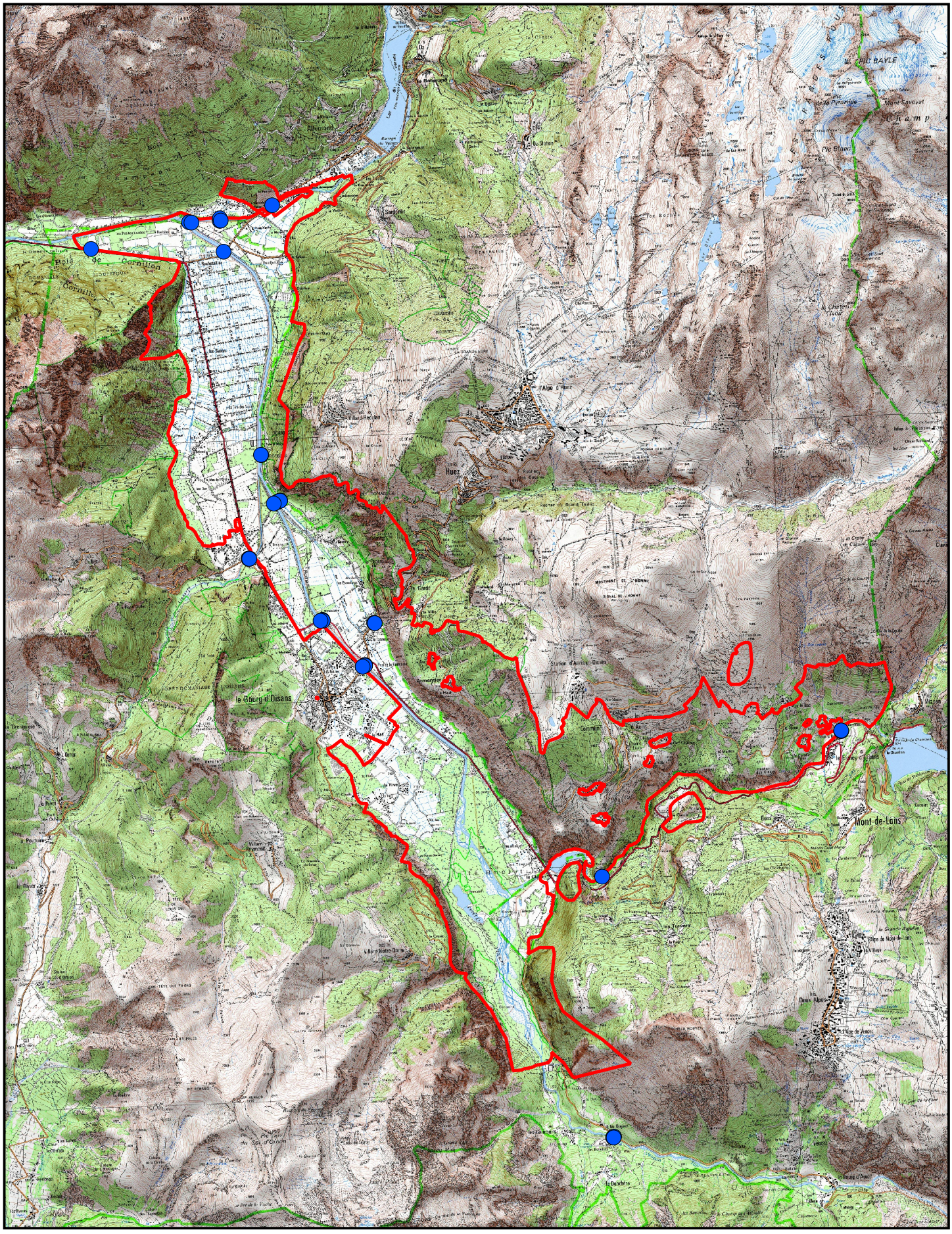
Pour le moment, 14 épreintes ont été prélevées en vue d'être analysées par le CIRAD de Montpellier (6 prospections de 3-4 heures réalisées à ce jour). La première collecte a eu lieu le 09 avril 2018.

15 épreintes seront prélevées au total d'ici la fin du mois de juillet 2018 (il manque donc 1 épreinte à prélever avant un envoi global au CIRAD). En attendant, les épreintes sont conservées au congélateur.

Il est important de noter que l'étude est réalisée à l'échelle du site Natura 2000 : tous les ponts en dehors n'ont pas nécessairement été prospectés. Par ailleurs certains ponts présents dans le site Natura 2000 n'ont pas été prospectés en raison de difficultés relatives d'accès.

*Rédaction : Fanny Giraud*

# Traces et indices de présence de la loutre d'Europe en Oisans




FG, PNE, 10/07/2018

Copyright IGN

# ANNEXE 3 :

# ANNE JOSSE, ESQUISSE, JUILLET 2018 – PROJET HYDROÉLECTRIQUE DE LA SARENNE – INTÉGRATION PAYSAGÈRE DU PROJET

# PROJET HYDROÉLECTRIQUE DE LA SARENNE



## INTEGRATION PAYSAGERE DU PROJET

*COMPLÉMENTS DREAL JUILLET 18*

Anne Josse
ingénieur paysagiste

REPONSES DREAL

## 1 – Demandes de la DREAL sur le traitement paysager ( extrait du courrier)

**i) Traitement paysager**

L'accent mis sur l'aspect paysager de l'aménagement dans le dossier, avec la présence d'esquisses et l'intention de faire appel aux services d'un architecte pour travailler l'intégration des éléments bâtis est rassurant. Il est néanmoins nécessaire de prévoir une analyse par un paysagiste afin d'avoir un regard plus global sur l'aménagement. Ces éléments d'analyse sont dans la mesure du possible à intégrer au dossier complété sous 2 mois, et à défaut à communiquer par complément séparé d'ici au 31 août 2018.

Concernant la zone amont, l'esprit de l'esquisse présentée en figure 105 est préférable à celui rendu en figure 106, notamment par la végétalisation des abords de la prise d'eau et du dessableur et par le traitement du local technique par des matériaux appropriés (bois, corten…).

Le traitement paysager de la plateforme en remblai prévue à proximité du Pont de la Sarenne doit faire l'objet d'une attention particulière. La question du stationnement doit être posée étant donné la valorisation touristique prévue par l'ouverture sur le paysage et les aménagements listés. Sous réserve de faisabilité technique, on peut regretter l'absence totale d'arbres au niveau du remblai dans les ambiances proposées sur les figures 109 et 110.

« **Paysage :** en cas de désaccord avec nos suggestions de reboisement, il convient d'étoffer votre argumentaire sur le parti pris de créer des milieux ouverts. Les impacts d'usages annexes que vous prévoyez d'autoriser (ex parking sur plate-forme qui devra alors faire l'objet d'une COT, doivent être développés »

Point 1

Point 2

Point 3

Point 4

Point 5

## 2 – Réponse CNR (extrait)

Les esquisses intégrées à l'étude d'impact actualisée (sauf figure 106) ont été réalisées par Anne Josse, architecte paysagiste spécialisée en conception paysagère et études techniques (agence Esquisse) et enseignante au CFPPA Reinach Savoie-Bugey.

REPONSES DREAL



## Point 1 Présentation (extrait du CV)

Anne JOSSE
Ingénieur paysagiste (Hes)
Adhérente à la Fédération Française du Paysage (FFP)

### FORMATION ET DIPLÔMES

**1987 :** **D.E.U.S.T.** Habitat et cadre de vie – Diplôme d'Etudes Universitaires Scientifiques et Techniques Cadre Technique de Collectivité B

**1991 :** Diplôme **d'Ingénieur paysagiste HTS**
Technicum Horticole de Lullier ( HEPIA) à GENÈVE

### BUREAU D'ETUDES

**Depuis juillet 2015 :** Bureau d'étude de paysage ESQUISSE basé à Chambéry
**De 1991 à 2015 :** Maître d'œuvre pour les marchés publics et chargée de projets en bureau d'étude

### ENSEIGNEMENT

**Depuis 2013 :** Enseigne en **B.T.S Aménagement paysager** – cours de conception paysagère, à la Motte Servolex (73) . **Formations pour adultes** : Méthode et outils de la conception paysagère. Les marchés publics. Accompagnement sur des projets pour les collectivités locales.

Vacataire à **Agrocampus** Angers : Ecole d'ingénieur du paysage . **Formation pour l'ONF** nov 2016

### FORMATION

**Octobre 2014 :** Formation continue sur le thème : « **Restauration morpho-écologique des cours d'eau et milieux humides au moyen de techniques végétales et combinées »** BIOTEC

### PAYSAGISTE CONSEIL

**Depuis décembre 2016 :** Membre de la commission départementale de la nature, des paysages et des sites. Département de la Savoie

**Depuis 2007** : Paysagiste conseil et maître d'œuvre pour la Compagnie Nationale du Rhône

REPONSES DREAL

## Point 2

*« Analyse paysagère afin d'avoir un regard plus global sur l'aménagement »*

La démarche globale d'intégration paysagère du projet est faite en plusieurs étapes :

- Localisation des secteurs constituant le projet global
- Définition du contexte dans lequel se situe le projet
- Identification des lieux depuis lesquels le projet est perceptible
- Définition des impacts
- Proposition d'aménagements paysagers afin de limiter les impacts et de permettre une intégration dans le site

Cette démarche a été développée lors de l'étude proposée.

Il ressort qu'il y a très peu d'endroits d'où le projet est perceptible. Aux abords de l'usine, les vues depuis les campings sont grandement filtrées par la ripisylve de la Sarenne .

La mise en place des déblais d'extraction, qui constitueront la plateforme, aura un impact lors des travaux, créant une ouverture dans l'espace boisé. Cette perception est ponctuelle depuis la rue d'en bas ( RD 211A) sur le versant opposé. Les abords de voie étant bordés de lisières boisées, il y a peu de visibilité.

Une attention particulière est portée sur le traitement paysager de cette plateforme (explications en points 4 et 5).

Concernant la prise d'eau qui se trouve en fond de vallée. Il n'y a aucune perception depuis la route d'Huez. Par contre, elle est visible pour les randonneurs qui emprunteront le chemin qui rejoint ponctuellement la Sarenne. Dans ce secteur, le projet CNR évolue de façon à intégrer la prise d'eau au contexte paysager du site. L'étude porte sur les matériaux, les couleurs, le traitement des berges, les talus de raccordement, afin qu'ils puissent être végétalisés. Le projet est fait en fonction des perceptions qu'auront les randonneurs afin que les vues soient filtrées par la végétation. (explications en point 3)

**L'objectif de l'étude paysagère**, et des préconisations qui sont faites, est d'intégrer le projet dans le paysage de montagne et qu'il ne soit pas perceptible et sans impact dans un avenir proche. Les propositions paysagères se veulent le plus 'naturelles' possibles . Il s'agit d'adapter les pentes à ce qui existe autour, de se raccorder au terrain naturel, d'aider la nature à s'installer et de lui permettre de coloniser et d'évoluer spontanément.

R E P O N S E S D R E A L

## **Point 3** (en cours de finalisation)

*«Aménagement paysager des abords de la prise d'eau et du dessableur. Traitement du local technique »*

L'objectif de l'aménagement paysager est de permettre l'intégration des ouvrages dans la site . Filtrer les perceptions

### Les principes d'aménagements paysagers :

- Définir les secteurs de visibilité depuis le chemin de randonnée.

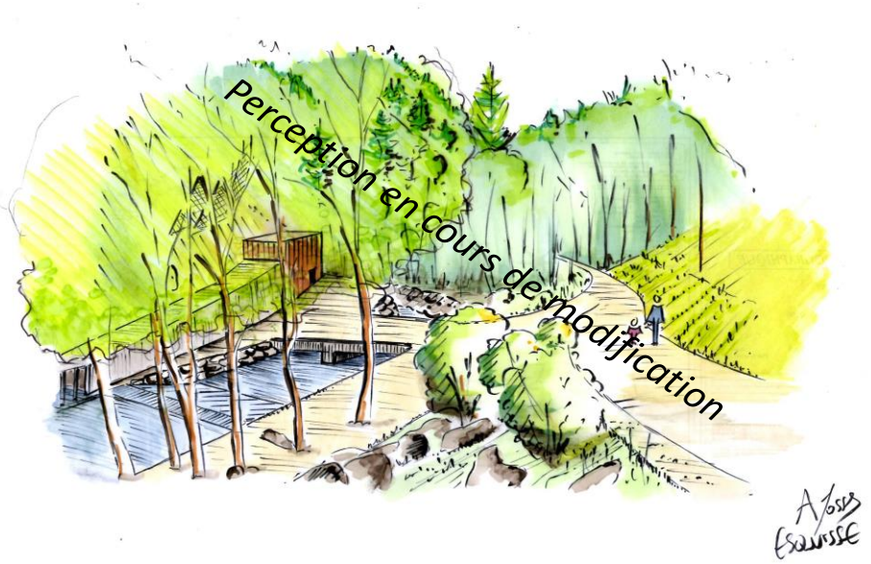


- Réduire les impacts visuels des ouvrages par des traitements adaptés de matériaux, de couleurs, de pentes et de plantations . Pour ce faire, les bâtiments suivront les préconisations définies au PLU. Il est souhaitable que les constructions soient en béton ou en pierre de façon à s'intégrer dans le paysage minéral des abords de la Sarenne. De plus, leurs perceptions sont en projection sur la falaise . La couleur grise reste la plus appropriée. Les murs de soutènements seront traités principalement en enrochements, scellés ou non, avec la pierre locale. Lorsque cela est possible, un fruit est appliqué.



La bonne intégration dans le site passe principalement par le traitement des connexions au terrain naturel. L'objectif est de laisser la possibilité de raccordement avec des talus proches de l'existant. Ils seront végétalisés par hydroseeder (mélange adapté au site) et seront colonisés naturellement, dans le temps. Cependant, si cela est nécessaire ponctuellement, des plantations de ligneux indigènes ( arbustes , arbres tiges et cépées) seront réalisées.

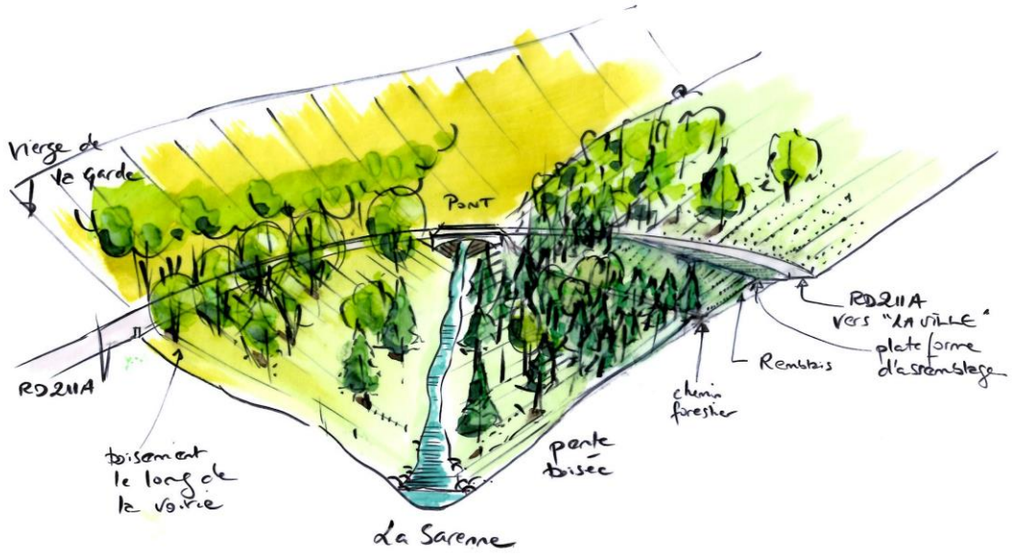




REPONSES DREAL

## Point 4

*«Traitements paysagers de la plateforme aux abords du pont de la Sarenne »*




**Perception lointaine et intégration topographique:**

- Les remblais qui constituent la plateforme se situent en bord de voirie, sur un espace actuellement boisé

Son principal impact sera depuis le versant opposé et de façon ponctuelle, au niveau de la rue du bas ( RD 221A). Une réflexion a été menée sur le traitement du talus. Diminuer le nombre de paliers pour éviter l'aspect artificiel . Réaliser une pente proche de l'existant. Un soin particulier sur les raccordements au TN . Pente progressive

Des plantations en pied de talus permettront de masquer pour partie le talus et de permettre une meilleure connexion au boisement existant. Le talus sera végétalisé au moyen d'hydroseeder et de mélanges de graines adaptées . L'aspect lointain sera similaire aux champs situés aux abords.

L'ouverture du milieu permettra , durant un certain temps, le développement et l'installation de nouvelles faunes et flores. A long terme, si il n'y a pas d'entretien particulier, le milieu se refermera par l'évolution de la forêt .

La 'cicatrisation' opérera . CNR met en œuvre techniquement les moyens qui permettront à la nature de reconquérir cet espace.

Le remblais finira par ne plus être perceptible.

Cependant, il le restera depuis la route, puisque la plateforme ainsi crée fait une surlargeur importante le long de la route ( RD 211 A) .

Depuis celle-ci , la pente des remblais n'est pas du tout perceptible.

REPONSES DREAL

## Point 5

*«Ouverture des espaces»*

**Perception proche depuis la RD** :

Le paysage qui est perçu depuis le route est majoritairement fermé par les boisements qui se trouvent sur les versants de par et d'autre de la voie. Il y a de rares perceptions lointaines sur les massifs quand elle longe un champs exploité , qui ouvre l'espace ( photo depuis la route allant à La ville)

La création de cette plateforme permet cette ouverture. Cependant, il a été précisé que si le talus n'est pas entretenu, à long terme, il sera recolonisé par la forêt. Si la plateforme est fauchée, elle permettra de maintenir quelques perceptions lointaines car elle éloigne les arbres qui apparaitront en tête de de talus.

Notons que cet espace qui sera enherbé, sera dans la continuité du champs qui se trouve de l'autre coté de la route .

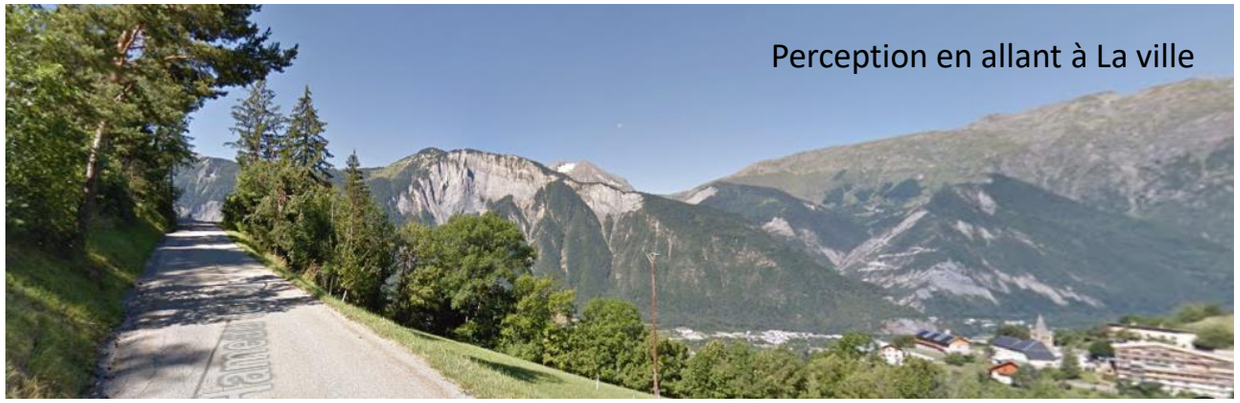
Il offrira un espace ouvert qui pourra accueillir du public . Un point de vue pourra être aménagé . Pour ce faire, il faudra s'assurer que la vue ne se ferme pas et un entretien ponctuel sera nécessaire.

Quelques arbres d'ombrages pourront être plantés à condition d'être éloignés de la route pour éviter l'obstruction visuelle.







Perception en allant à La ville

REPONSES DREAL

## Point 4

*«Traitements paysagers de la plateforme aux abords du pont de la Sarenne »*





**Les aménagements de la plateforme** :

Sa fonction première est d'être une zone de  stockage .

Quand cette fonction sera remplie, elle pourra être valorisée par des aménagements qui permettront l'accueil du public. Ce sera une halte possible qui offrira un panorama remarquable.

Il est proposé la création d'un belvédère . De la signalétique sur les massifs peut être proposée. Celui-ci sera accessible à tous .

Quelques places de stationnement pourraient être aménagées par un engazonnement sur concassé et délimitation par poutres bois.

Des tables de pique-nique et des bancs seront installés près du belvédère. Quelques arbres d'ombrage pourront être plantés.

Un merlon végétalisé en tête de talus assurera la sécurité ainsi que l'installation des gabions le long de la voie et de l'accotement, afin d'empêcher les intrusions de véhicules.

Cet espace devra être fauché (1 à 2 x/an)afin d'assurer sa pérennité.



Exemple



Informations ludiques et pédagogiques



Silhouette contrastée  du paysage
Écriture en braille.

# ANNEXE 4 :

# ESTIMATION DU COÛT DES MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET D'ACCOMPAGNEMENT DES INCIDENCES DU PROJET

| Enjeux | Mesures d'évitement | | | | Mesures de réduction | | | | Mesures d'accompagnement | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Phase travaux | Coût | Phase exploitation | Coût | Phase travaux | Coût | Phase exploitation | Coût | Phase travaux | Coût | Phase exploitation | Coût |
| Géologie, hydrogéologie, stabilité des terrains, risques sismiques | Contournement des principaux accidents tectoniques (rive droite de la Sarenne) | Intégré au coût global du projet | Confortement des parois et du plafond de la galerie intermédiaire | Intégré au coût global du projet | Purges et ancrages de protection des blocs instables | Intégré au coût global du projet | | | | | Inspection de contrôle de la galerie intermédiaire suite à une secousse sismique + constatation par un géologue et définition des mesures nécessaires | 1 500 € / visite |
| | Évitement des zones d'instabilités (Rosay, rive droite du Pont de Sarenne) | | Purge ou fixation des blocs instables et mise en place d'écrans ou de filets de protections pour éviter le risque de chute de pierres ou de blocs | | Installation de barrières et d'écrans de protection contre la chute de pierres et de blocs | | | | | | | |
| | Réduction du risque de venues d'eau (forte couverture rocheuse pour le passage sous la Sarenne, recoupement perpendiculaire des accidents géologiques) | | Protection végétale (hydroseeding) ou mécanique (gabions, grillages, géotextile) des talus et remblais à forte pente | | Calculs de stabilité pour les ouvrages à fortes pentes (remblais et talus), traités dans les règles de l'art | | | | | | | |
| | Réduction du linéaire de galerie percée à l'explosif | | | | | | | | | | | |
| | Stabilisation des massifs de sortie des sondages dirigés (terrassements rocheux) | | | | | | | | | | | |
| Hydrologie, régime des écoulements, transit sédimentaire | Suivi des débits + prévisions météorologiques pour anticiper la survenue des crues | Intégré au coût global du projet | Adaptation de la conception des ouvrages de la prise d'eau afin d'assurer leur transparence vis-à-vis du transit sédimentaire de la Sarenne | Intégré au coût global du projet | Dimensionnement adapté du batardeau (secteur prise d'eau) et des tuyaux pour la dérivation de la Sarenne intégrant le risque de crue | Intégré au coût global du projet | | | | | | |
| | Maintien de la capacité d'écoulement des talwegs interceptés par les chantiers (busage de diamètre adapté) | | Consigne d'exploitation en fonction du débit de la Sarenne | | Fossés de drainage des plateformes de chantier (eaux de ruissellement) | | | | | | | |
| | Évacuation des engins et matériels du lit mineur à l'arrêt du chantier (soirs et jours chômés) | | Restitution à la Sarenne des eaux de drainage de la galerie intermédiaire | | | | | | | | | |
| | | | Évacuation des eaux de drainage du forage dirigé aval vers le système de drainage existant | | | | | | | | | |
| Climat, changement climatique | | | | | Contrôle de la conformité des véhicules et engins | Intégré au coût global du projet | | | | | | |
| | | | | | Respect des normes d'émissions de GES | | | | | | | |
| Qualité des eaux | Ravitaillement en carburant à distance de la Sarenne | Intégré au coût global du projet | | | Décantation des eaux de ruissellement et des eaux de drainage (galerie intermédiaire et forages dirigés) | Intégré au coût global du projet | | | Suivi physico-chimique de la qualité des eaux restituées à la Sarenne | Intégré au coût global du projet | Mesure complète de la qualité de l'eau en aval de la prise d'eau (2 campagnes de terrain et analyses-rapports) | 2 500 € |
| | Stockage des huiles et craburants sur bacs de rétention, à distance de la Sarenne | | | | Traitement des eaux avant restitution à la Sarenne dans des stations mobiles si nécessaire | | | | Désignation d'un coordonnateur environnement pour le suivi des travaux | 70 000 € | | |
| | Stockage et ravitaillement des matériels susceptibles de contenir des lubrifiants ou hydrocarbues au-dessus de rétentions | | | | Mise à disposition de kits de dépollution sur les zones de chantier | | | | | | | |
| | Entretien des engins et matériels fait préventivement en atelier, hors zone de chantier | | | | Utilisation d'huilles et de lubrifiants d'origine végétale et biodégradables dans la mesure du possible | | | | | | | |
| | | | | | Véhicules et engins de chantier justifiant d'un contrôle technique récent | | | | | | | |
| Milieux et faune aquatiques | Travaux de terrassement dans le lit mineur hors période de reproduction de la Truite et du Chabot (secteur de la centrale) | Intégré au coût global du projet | | | Effarouchement et pêches électriques de sauvegarde avant intervention dans le lit en eau (en concertation avec l'AFB et la fédération de pêche de l'Isère) | 5 000 € | Ouvrages de montaison et de dévalaison au niveau de la prise d'eau | Intégré au coût global du projet | | | Suivi de l'efficacité des ouvrages de montaison et de dévalaison (un an après la mise en service) | 3 000 € |
| | Travaux de terrassement dans le lit mineur hors période de reproduction de la Truite (secteur de la prise d'eau) | | | | Pêches électriques de sauvegarde en cas de submersion des zones de chantier | 5 000 € | | | | | Suivi hydrobiologique un an après la mise en service puis tous les 3 ans après avis de l'AFB | 15 000 € / an |
| | Mise hors d'eau du chantier de la prise d'eau lors des phases 2 et 3 (terrassement et génie civil) | | | | | | | | Suivi loutre avant travaux sur 2 points de prospection sur le tronçon amont (2 passages de l'expert + passages BE) | 3 000 - 5 000 € | Suivi loutre en fonction des préconisations de l'expert départemental ou national | 4 000 € / an |
| Habitats, flore et faune terrestres | Travaux de déboisement hors périodes de reproduction et de nidification des oiseaux et d'activité des chiroptères | 30 000 € | | | Repérage des arbres à cavités favorables aux chiroptères par un écologue | 2 500 € | Végétalisation des terrains remaniés | Intégré au coût global du projet | | | Suivi de la végétation pendant 2 ans / contrôle de l'absence de développement d'espèces exotiques envahissante | 4 000 € / an |
| | Balisage des emprises des travaux | Intégré au coût global du projet | | | Adaptation des modalités d'abattage des arbres à cavités | Intégré au coût global du projet | Réemploi de la terre végétale | | | | Traitement des espèces exotiques envahissantes si observées | |
| | | | | | Limitation de la circulation des véhicules et engins de chantier | | Contrôle de l'origine de la terre végétale si apport extérieur (absence de graines ou de rhizomes d'espèces exotiques envahissante) | | | | | |
| | | | | | | | Certification d'origine des semis (Végétal local) | | | | | |
| Paysage | | | | | | | Traitement architectural des bâtiments de la prise d'eau et de la centrale | Intégré au coût global du projet | | | | |
| | | | Chemin d'eau entièrement souterrain | Intégré au coût global du projet | | | Traitement paysager de la plateforme en bordure de la RD 211a + valorisation ultérieure | | | | | |
| Activités touristiques et voisinage | Abandon du site du Rosay | Intégré au coût global du projet | Positionnement de la centrale en retrait de la Sarenne, partiellement encastré dans la paroi rocheuse pour éviter les nuisances sonores | Intégré au coût global du projet | Respect de la réglementation pour les travaux nécessitant l'emploi d'explosifs | Intégré au coût global du projet | Dévoiement et adaptation du tracé du GR 54 au niveau de la prise d'eau | Intégré au coût global du projet | Constation par huissier des bâtiments à proximité des zones de travaux avant travaux de terrassement à l'explosif | 3 000 € | Contrôle des émergences sonores après la mise en service de l'aménagement | 10 000 € |
| | Gestion sur place des déblais issus des travaux d'excavation de la galerie intermédiaire et du creusement du forage dirigé amont | | Traitement acoustique du bâtiment de la centrale, du canal de fuite et du bâtiment des transformateurs | | Protection de la RD 211a contre le risque de chute de pierres et de blocs | | Panneaux d'information | 8 000 € | Contrôle des vibrations en phase test et au cours des travaux | Intégré au coût global du projet | | |
| | Positionnement de la centrale en retrait de la berge rive droite de la Sarenne | | Implantation de panneaux d'information sur le risque de montée soudaine des eaux + consignes d'évacuation (cascade de Sarenne, aval du canal de fuite, points d'accès aux abords de la Sarenne) | 2 000 € | Dispositifs de sécurisation, de signalisation et de circulation alternée au niveau de la RD 211a entre les hameaux de La Salle et de La Ville et au niveau de la RD 211 à Huez | | | | Échanges réguliers organisés avec les différents acteurs pour les tenir informés des contraintes et de l'avancement des travaux | | | |
| | Plateformes de chantier fermées et interdites au public | | Accès réglementé à la zone de la prise d'eau et à la centrale (barrière, clôture) | Intégré au coût global du projet | Entretien régulier des véhicules et engins en atelier, hors des zones de travaux | | | | | | | |
| | Tracé du GR 54 adapté, délimité et clairement identifié | | Garde-corps en bordure des ouvrages de la prise d'eau | | Respect des normes d'émissions de GES et de limitation des émissions sonores | | | | | | | |
| | | | Dispositif anti-intrusion au niveau de la galerie intermédiaire | | Arrosage des pistes et plateformes de chantier en cas de conditions climatiques favorables à l'émission de poussières | | | | | | | |
| | | | | | Signalétique et dispositifs d'information du public positionnés aux abords des zones de chantier | 1 000 € | | | | | | |
| Santé humaine | Confinement du chantier d'excavation de roches amiantifères | Intégré au coût global du projet | | | Procédure spécifique pour la gestion du risque amiante lors des travaux de creusement de la voie d'eau | Intégré au coût global du projet | | | | | | |
| | | | | | Arrosage des pistes et plateformes de chantier en cas de conditions climatiques favorables à l'émission de poussières | | | | | | | |
| | | | | | Gestion adaptée des déblais susceptibles de contenir des matériaux amiantifères | | | | | | | |

# ANNEXE D2 :

# *ÉTUDE D'IMPACT ACTUALISEE – INDICE 2 – JUIN 2018 – PIECE B6 DU DOSSIER DE DEMANDE DE MODIFICATION DU CONTRAT DE CONCESSION*

SAS LA SARENNE



# Centrale hydroélectrique de la Sarenne

## DOSSIER DE DEMANDE DE MODIFICATION DU CONTRAT DE CONCESSION

**PIECE B6 : ÉTUDE D'IMPACT ACTUALISEE**

JUIN 2018

| | |
|---|---|
| **Projet :** | CONCESSION HYDROELECTRIQUE DE LA SARENNE |
| **Titre :** | SOMMAIRE DU DOSSIER D'EXECUTION DES OUVRAGES |
| **Affaire :** | C. 01523.001 |



| | | | |
|---|---|---|---|
| **Écrit par** | ARTELIA & CNR | **Date :** | JANVIER 2018 |
| **Contact :** | NICOLAS GAY – CNR | **Email :** | N.GAY@CNR.TM.FR |



| | |
|---|---|
| **Commentaires :** | |

| INDEX | MODIFICATION | DATE | REDACTION | VERIFICATION | APPROBATION |
|---|---|---|---|---|---|
| **3** | | | | | |
| **2** | Mise à jour des chapitres 2, 3, 4 et 6 à 10 | Juin 2018 | CNR & Dynamique Hydro | CNR | CNR |
| **1** | Changement d'intitulé du document | Février 2018 | CNR | CNR | CNR |
| **0** | Version mise à jour suite aux évolutions de conception | Janvier 2018 | ARTELIA & CNR | CNR | CNR |

# SOMMAIRE

1. PREAMBULE 14
1.1. HISTORIQUE DETAILLE DU PROJET 14
1.2. OBJET DE LA CONCESSION 15
2. PRESENTATION DU PROJET 16
2.1. RAISONS DE L'EVOLUTIONS DU PROJET RETENU VIS-A-VIS DU PROJET INITIAL 16
2.2. EMPRISE ET ETENDUE DU PROJET 17
2.3. DESCRIPTION GENERALE DU PROJET 19
2.4. SYNTHESE DES TRAVAUX 20
2.4.1. Ouvrages de la zone amont 20
2.4.2. Chemin d'eau souterrain 23
2.4.3. Ouvrages de la zone aval 29
2.4.4. Accès et voirie 30
2.4.5. Gestion des déblais / devenir des matériaux excavés 31
2.4.6. Prélèvements d'eau et rejets en phase chantier 32
2.5. AUTRES DOSSIERS D'EXECUTION SUR LE PROJET 33
2.6. PLANNING DES TRAVAUX 33
2.7. COTES, DEBITS ET PUISSANCES CARACTERISTIQUES 35
2.7.1. Débits 35
2.7.2. Hauteur de chute 35
2.7.3. Volume stockable 36
2.7.4. Puissances caractéristiques et énergie 36
3. JUSTIFICATION DU PROJET 37
3.1. CONDITIONS D'ATTRIBUTION DE LA CONCESSION 37
3.2. COMPATIBILITE AVEC LES OBJECTIFS DE DEVELOPPEMENT DE LA RESSOURCE HYDROELECTRIQUE 37
3.3. OPTIMISATION DU PROJET 39
3.4. JUSTIFICATION TECHNIQUE DU PROJET RETENU 43
4. COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES PLANS ET SCHEMAS DIRECTEURS 45
4.1. COMPATIBILITE AVEC LE SDAGE RHONE-MEDITERRANEE 45
4.2. COMPATIBILITE AVEC LE SAGE DRAC-ROMANCHE 47
5. ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DE LA ZONE D'IMPLANTATION DU PROJET 50
5.1. FACTEURS PHYSIQUES 50
5.1.1. Caractéristiques du bassin versant 50
5.1.2. Hydromorphologie et profils en long 51
5.1.3. Géologie 59

5.1.4. Conditions hydrogéologiques 66
5.1.5. Climatologie 66
5.1.6. Hydrologie 68
5.1.7. Tendance climatique 79
5.1.8. Physico-chimie de l'eau et qualité de l'eau 79
5.1.9. Aspect thermique et enjeu écologique 82
5.2. FACTEURS HUMAINS 85
5.2.1. Situation administrative du site 85
5.2.2. Usages de l'eau 86
5.2.3. Agriculture 91
5.2.4. Tourisme 91
5.2.5. Pêche 94
5.2.6. Niveaux sonores de référence 95
5.2.7. Trafic routier 97
5.3. CONTEXTE ECOLOGIQUE 99
5.3.1. Délimitation de la zone d'étude 99
5.3.2. Espaces naturels patrimoniaux 101
5.3.3. Équilibres biologiques, continuités et fonctionnement écologiques 106
5.3.4. Réseau Natura 2000 111
5.4. DIAGNOSTIC DES MILIEUX, DE LA FLORE ET DE LA FAUNE 113
5.4.1. Zone amont 113
5.4.2. Secteur du Pont de Sarenne 127
5.4.3. Zone aval 140
5.4.4. Espèces invasives 140
5.4.5. Milieux aquatiques et associés 143
5.4.6. Synthèse des principaux enjeux écologiques 153
6. ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT – PREAMBULE 157
6.1. PRINCIPES D'ANALYSE DES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT 157
6.2. RAPPEL DES PRINCIPALES MODALITES DU CHANTIER 158
6.2.1. Phasage des travaux 158
6.2.2. Accès provisoires et plateformes de chantiers 161
6.2.3. Trafic routier induit par les travaux 163
6.2.4. Gestion des matériaux 164
6.2.5. Prélèvements et rejets d'eau 164
6.2.6. Risques pendant la phase travaux 165
6.3. RAPPEL SUR L'EXPLOITATION DE L'AMENAGEMENT 166
6.3.1. Fonctionnement courant 166
6.3.2. Surveillance en exploitation 167
6.3.3. Entretien courant de l'aménagement 167

6.3.4. Interventions d'urgence et entretien exceptionnel 167

7. ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT – PHASE TRAVAUX 168

7.1. EFFETS SUR LA GEOLOGIE, L'HYDROGEOLOGIE, LA STABILITE DES TERRAINS ET LES RISQUES SISMIQUES 168
7.1.1. Zone amont 169
7.1.2. Chemin d'eau souterrain 170
7.1.3. Secteur du Pont de Sarenne 171
7.1.4. Zone aval 171

7.2. EFFETS SUR L'HYDROLOGIE, LE REGIME DES ECOULEMENTS ET LE TRANSIT SEDIMENTAIRE 172
7.2.1. Zone amont 172
7.2.2. Secteur du Pont de Sarenne 173
7.2.3. Zone aval 174

7.3. EFFETS SUR LE CLIMAT ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE 175
7.4. EFFETS SUR LA QUALITE DE L'EAU 175
7.4.1. Zone amont 175
7.4.2. Secteur du Pont de Sarenne 175
7.4.3. Zone aval 176

7.5. EFFETS SUR LES MILIEUX ET LA FAUNE AQUATIQUES 177
7.5.1. Zone amont 177
7.5.2. Secteur du Pont de Sarenne 178
7.5.3. Zone aval 178

7.6. EFFETS SUR LES HABITATS NATURELS ET SEMI-NATURELS, LA FLORE ET LA FAUNE TERRESTRES 179
7.6.1. Zone amont 179
7.6.2. Secteur du Pont de Sarenne 182
7.6.3. Zone aval 184

7.7. EFFETS SUR LE PAYSAGE 185
7.7.1. Zone amont 185
7.7.2. Secteur du Pont de Sarenne 186
7.7.3. Zone aval 187

7.8. EFFETS SUR LES ACTIVITES HUMAINES ET LE VOISINAGE 188
7.8.1. Zone amont 188
7.8.2. Secteur du Pont de Sarenne 189
7.8.3. Zone aval 190

7.9. EFFETS DES TRAVAUX SUR LA SANTE HUMAINE 191
7.9.1. Effet de la pollution atmosphérique sur la santé 191
7.9.2. Effets des émissions de poussières sur la santé 192
7.9.3. Effets de l'émission de poussières d'amiante sur la santé 193
7.9.4. Effet du bruit sur la santé 194

7.9.5. Effets de la pollution de l'eau sur la santé 195
7.10. SYNTHESE DES EFFETS DU PROJET EN PHASE CHANTIER 196
8. ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT – PHASE EXPLOITATION 197
8.1. EFFETS SUR LA GEOLOGIE, L'HYDROGEOLOGIE, LA STABILITE DES TERRAINS ET LES RISQUES SISMIQUES 197
8.2. EFFETS SUR L'HYDROLOGIE, LE REGIME DES ECOULEMENTS ET LE TRANSIT SEDIMENTAIRE 197
8.2.1. Débit réservé et régime hydrologique induit dans le tronçon court-circuité de la Sarenne 197
8.2.2. Continuité sédimentaire 199
8.3. EFFETS SUR LE CLIMAT ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE 200
8.4. EFFETS SUR LA QUALITE DE L'EAU 200
8.5. EFFETS SUR LES MILIEUX ET LA FAUNE AQUATIQUES 201
8.5.1. Contraintes physiques 201
8.5.2. Effets sur les habitats aquatiques 202
8.5.3. Continuité écologique 205
8.5.4. Synthèse des effets sur les habitats et la faune aquatiques 206
8.6. EFFETS SUR LES HABITATS NATURELS ET SEMI-NATURELS, LA FLORE ET LA FAUNE TERRESTRES 206
8.6.1. Zone amont 206
8.6.2. Secteur du Pont de Sarenne 207
8.6.3. Zone aval 208
8.6.4. Ancien aménagement de 1975 208
8.7. EFFETS SUR LE PAYSAGE 209
8.7.1. Zone amont 209
8.7.2. Secteur du Pont de Sarenne 210
8.7.3. Zone aval 213
8.7.4. Cascade de Sarenne 214
8.7.5. Ancien aménagement 215
8.8. EFFETS SUR LES ACTIVITES HUMAINES ET LE VOISINAGE 216
8.8.1. Fréquentation touristique 216
8.8.2. Retombées économiques locales 217
8.8.3. Nuisances sonores 217
8.8.4. Nuisances induites par les champs électriques et électromagnétiques 218

8.9. EFFETS SUR LA SANTE HUMAINE 219
8.10. SYNTHESE DES EFFETS DU PROJET EN CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT NORMAL 220
9. ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET – CONDITIONS EXCEPTIONNELLES 221
9.1. EFFETS DU PROJET SUITE A UN ALEA NATUREL EXCEPTIONNEL 221
9.2. EFFETS DU PROJET SUITE A UN DYSFONCTIONNEMENT 222
10. MESURES VISANT A EVITER, REDUIRE OU COMPENSER LES INCIDENCES POTENTIELLES DU PROJET 224
10.1. MESURES D'EVITEMENT OU DE REDUCTION DES INCIDENCES POTENTIELLES DES TRAVAUX 224
10.1.1. Mesures relatives à la géologie, à l'hydrogéologie, à la stabilité des terrains et aux risques sismiques 224
10.1.2. Mesures relatives à l'hydrologie, au régime des écoulements et au transit sédimentaire 225
10.1.3. Mesures relatives au climat et au changement climatique 225
10.1.4. Mesures relatives à la qualité de l'eau 225
10.1.5. Mesures relatives aux milieux et à la faune aquatiques 226
10.1.6. Mesures relatives aux habitats naturels et semi-naturels, à la flore et à la faune terrestres 226
10.1.7. Mesures relatives aux activités humaines et aux nuisances pour le voisinage 227
10.1.8. Mesures relatives à la santé humaine 228
10.2. MESURES DE SUPPRESSION OU DE REDUCTION DES INCIDENCES POTENTIELLES DE L'EXPLOITATION 229
10.2.1. Mesures relatives à la géologie, à l'hydrogéologie, à la stabilité des terrains et aux risques sismiques 230
10.2.2. Mesures relatives à l'hydrologie, au régime des écoulements et au transit sédimentaire 230
10.2.3. Mesures relatives aux milieux et à la faune aquatiques 230
10.2.4. Mesures relatives aux habitats naturels et semi-naturels, à la flore et à la faune terrestres 231
10.2.5. Mesures relatives au paysage 232
10.2.6. Mesures relatives aux activités humaines et aux nuisances pour le voisinage 232
10.3. MESURES DE SUPPRESSION OU DE REDUCTION DES INCIDENCES POTENTIELLES INDUITES EN CONDITIONS EXCEPTIONNELLES 233
10.3.1. Mesures de prévention des effets des crues de la Sarenne 233
10.3.2. Mesures de prévention des effets des chutes de pierres et de blocs 233
10.3.3. Mesures de prévention des effets d'un séisme 233
10.3.4. Mesures de prévention des effets d'une brusque montée des eaux dans le tronçon court-circuité 233
10.4. ESTIMATION DU COUT DES MESURES 233
11. ÉVALUATION DES INCIDENCES NATURA 2000 DU PROJET 235
11.1. DEFINITION ET CARTOGRAPHIE DE LA ZONE D'INFLUENCE DU PROJET 235
11.1.1. Localisation du projet par rapport aux sites Natura 2000 235

11.1.2. Définition de la zone d'influence 237
11.2. PRESENTATION DES SITES NATURA 2000 SUSCEPTIBLES D'ETRE AFFECTES 240
11.2.1. Site Natura 2000 FR8201738 « Plaine de Bourg d'Oisans et ses versants » 240
11.2.2. Description des habitats et espèces Natura 2000 présents ou potentiels dans la zone d'influence du projet 241
11.3. ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET VIS-A-VIS DES HABITATS ET ESPECES NATURA 2000 245
11.3.1. Incidences sur l'habitat d'intérêt communautaire 8220-1 « Falaises siliceuses montagnardes à nivales des Alpes » 245
11.3.2. Incidences sur le Chabot 245
11.3.3. Incidences sur le Petit murin et le Grand murin 246
11.4. MESURES DE SUPPRESSION OU DE REDUCTION DES INCIDENCES POTENTIELLES DU PROJET 248
11.4.1. Habitat d'intérêt communautaire 8220-1 « Falaises siliceuses montagnardes à nivales des Alpes » 248
11.4.2. Chabot 248
11.4.3. Petit murin et le Grand murin 248
11.5. CONCLUSION 249
12. METHODOLOGIE UTILISEE POUR L'ELABORATION DE L'ETUDE D'IMPACT 250
12.1. DIFFICULTES RENCONTREES 250
12.2. COLLECTE DES DONNEES 251
12.3. EVALUATION DES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE HUMAINE 252
12.4. FORMULATION DES MESURES REDUCTRICES OU COMPENSATOIRES 252
13. CONCLUSION 253

# TABLES DES ILLUSTRATIONS

## FIGURES

*Figure 1 : Localisation de l'installation* ..... 17
*Figure 2 : Vue générale des ouvrages (IGN, BDORTHO)* ..... 18
*Figure 3 : Schéma de principe du projet (profil en long)* ..... 19
*Figure 4 : Comparaison des schémas de principe du projet initial et du projet retenu* ..... 20
*Figure 5 : Vue en plan des ouvrages prévus au niveau de la prise d'eau sur la Sarenne* ..... 22
*Figure 6 : Profil en long du chemin d'eau souterrain* ..... 23
*Figure 7 : Principe de sécurisation du talus de la plateforme d'attaque* ..... 24
*Figure 8 : Profil type de la plateforme de stockage des viroles le long de la RD 211a* ..... 24
*Figure 9 : Vue de la plateforme d'attaque et de la plateforme de stockage des viroles* ..... 25
*Figure 10 : Profil en long et vue en plan de la galerie intermédiaire* ..... 26
*Figure 11 : Profil fonctionnel de la galerie intermédiaire* ..... 27
*Figure 12 : Profil fonctionnel de la caverne amont* ..... 27
*Figure 13 : Profil en long et vue en plan de la caverne en fond de galerie* ..... 28
*Figure 14 : Implantation générale des ouvrages de la zone aval* ..... 30
*Figure 15 : Planning prévisionnel des travaux* ..... 34
*Figure 16 : Visualisation des différents débits caractérisant le projet* ..... 35
*Figure 17 : Zones identifiées à potentiel pour l'hydroélectricité – SRCAE Rhône-Alpes, 2014* ..... 39
*Figure 18 : Schémas de principe des quatre projets étudiés* ..... 40
*Figure 19 : Vue en plan des projets étudiés* ..... 41
*Figure 20 : Carte d'occupation du sol dans le bassin versant de la Sarenne (données Corine Land Cover, 2006)* 51
*Figure 21 : Profil en long de la Sarenne entre la prise d'eau et l'usine projetées* ..... 52
*Figure 22 : Tronçon 1* ..... 53
*Figure 23 : Tronçon 2* ..... 53
*Figure 24 : Tronçon 3* ..... 54
*Figure 25 : Tronçon 4* ..... 55
*Figure 26 : Secteur aval Tronçon 4* ..... 55
*Figure 27 : Schéma de la distribution des faciès de la Sarenne - tronçon aval T4* ..... 56
*Figure 28 : La Sarenne à l'amont de la prise d'eau (au pied du Col de Cluy) vue vers l'amont* ..... 56
*Figure 29 : La Sarenne en aval du Pont des Moulins* ..... 57
*Figure 30 : La Sarenne à l'amont de la prise d'eau de la centrale existante, vue vers l'amont* ..... 57
*Figure 31 : La Sarenne dans le tronçon T4 aval, vue aérienne vers l'amont* ..... 58
*Figure 32 : La Sarenne à l'ancienne prise d'eau (772 m NGF), vue vers l'amont* ..... 58
*Figure 33 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000 (Feuille n°797 – Vizille, BRGM)* ..... 61
*Figure 34 : Caractérisation du zonage sismique de la zone d'étude (source : Géoportail)* ..... 63
*Figure 35 : Coupe géologique interprétative sur le profil en long du projet* ..... 65
*Figure 36 : Graphique ombrothermique de l'Alpe d'Huez* ..... 66
*Figure 37 : Cumuls moyens mensuels de neige fraîche* ..... 67
*Figure 38 : Évolution du cumul de précipitations et de la température moyenne annuelle entre 1989 et 2007* .. 67
*Figure 39 : Courbes des températures moyennes mensuelles* ..... 68
*Figure 40 : Répartition de la surface du bassin versant de la Sarenne par classes d'altitude* ..... 68
*Figure 41 : Carte au 1/100 000° (IGN) du bassin versant au droit de la future prise d'eau* ..... 69
*Figure 42 : Histogramme des débits moyens mensuels de la Sarenne* ..... 70
*Figure 43 : Courbe des débits moyens journaliers de la Sarenne en 2001* ..... 70

*Figure 44 : Quantile des débits journaliers 1977/2002* ..... *71*
*Figure 45 : Glacier de Sarenne – Photo Eaucéa, Septembre 2009* ..... *71*
*Figure 46 : Bilan des masses d'eau en différents points de suivi du glacier (1 à 5) – Source Base de données Glacioclim* ..... *73*
*Figure 47 : Hydrogramme quasi-instantané (résolution horaire fine) de la Sarenne amont (source : Cemagref Grenoble ENGR)* ..... *74*
*Figure 48 : Évolution des débits spécifiques de la Romanche et de la Sarenne* ..... *79*
*Figure 49 : Température moyenne journalière de l'eau – Station aval prise d'eau* ..... *83*
*Figure 50 : Température moyenne journalière de l'eau – Station aval cascade* ..... *84*
*Figure 51 : Température moyenne journalière de l'eau – Station aval centrale* ..... *84*
*Figure 52 : Vues du canal des Sarrazins* ..... *87*
*Figure 53 : Le lac Blanc (sources : SAS La Sarenne, 2003 et IGN, 2015)* ..... *90*
*Figure 54 : Les retenues de Marmotte 1 et 2 (sources : SAS La Sarenne, 2003 et IGN, 2015)* ..... *91*
*Figure 55 : Vue aérienne de la retenue de l'Herpie (orthophoto IGN, 2015)* ..... *91*
*Figure 56 : Localisation des sites classés à proximité du projet* ..... *92*
*Figure 57 : Vue d'ensemble sur la zone d'implantation de l'usine hydroélectrique* ..... *94*
*Figure 58 : Localisation des points de mesures de bruit à l'extérieur de l'usine* ..... *96*
*Figure 59 : Résultat des mesures de bruit au point 1 (extérieur usine)* ..... *97*
*Figure 60 : Résultat des mesures de bruit au point 2 (bordure camping)* ..... *97*
*Figure 61 : Localisation de la zone d'étude et des emprises de travaux* ..... *100*
*Figure 62 : Zonages de protection à proximité de la zone d'étude élargie* ..... *102*
*Figure 63 : Carte des ZNIEFF à proximité de la zone d'étude élargie* ..... *105*
*Figure 64 : Inventaire des zones humides de l'Isère (source : CEN Isère – Avenir, 2014)* ..... *106*
*Figure 65 : Cartographie des composantes de la Trame verte et bleue – SRCE* ..... *108*
*Figure 66 : Cartographie des fonctionnalités écologiques à l'échelle locale* ..... *110*
*Figure 67 : Sites Natura 2000 à proximité de la zone d'étude* ..... *112*
*Figure 68 : Carte des habitats naturels et semi-naturels – Zone amont* ..... *115*
*Figure 69 : Cartographie de l'enjeu « Flore » – Zone amont* ..... *117*
*Figure 70 : Extrait de l'atlas Faune-Isère 2007-2016 – Semi-Apollon* ..... *118*
*Figure 71 : Cartographie de l'enjeu « Insectes » – Zone amont* ..... *119*
*Figure 72 : Cartographie de l'enjeu « Amphibiens » – Zone amont* ..... *121*
*Figure 73 : Cartographie de l'enjeu « Avifaune » – Zone amont* ..... *123*
*Figure 74 : Cartographie de l'enjeu « Chiroptères » – Zone amont* ..... *126*
*Figure 75 : Carte des habitats naturels et semi-naturels – Secteur du Pont de Sarenne* ..... *128*
*Figure 76 : Évolution du couvert végétal entre 1952 et 2015 (source : IGN)* ..... *129*
*Figure 77 : Cartographie de l'enjeu « Flore » – Secteur du Pont de Sarenne* ..... *131*
*Figure 78 : Extrait de l'atlas Faune-Isère 2007-2016 – Semi-Apollon* ..... *132*
*Figure 79 : Cartographie de l'enjeu « Insectes » – Secteur du Pont de Sarenne* ..... *133*
*Figure 80 : Oiseaux à enjeu de conservation recensés sur le secteur du Pont de Sarenne* ..... *134*
*Figure 81 : Cartographie de l'enjeu « Avifaune » – Secteur du Pont de Sarenne* ..... *135*
*Figure 82 : Travaux d'élargissement de la RD 211a réalisés par le Département de l'Isère* ..... *137*
*Figure 83 : Cartographie de l'enjeu « Chiroptères » – Secteur du Pont de Sarenne* ..... *139*
*Figure 84 : Localisation des stations et nature des investigations* ..... *144*
*Figure 85 : Courbe Poids/Taille des individus de truite fario pêchés en 2008 – GREBE, 2008* ..... *148*
*Figure 86 : Distribution par classe de taille – GREBE, 2008* ..... *149*
*Figure 87 : Phasage des travaux de la zone amont* ..... *159*
*Figure 88 : Accès et plateformes de chantier* ..... *162*
*Figure 89 : Tronçons routiers empruntés lors de la phase de travaux* ..... *163*

*Figure 90 : Comparaison des tracés du projet initial et du projet retenu vis-à-vis des principales contraintes géologiques* ..... *169*
*Figure 91 : Débits moyens mensuels de La Sarenne (période 1977-2002)* ..... *173*
*Figure 92 : Localisation des arbres à cavités – Travaux préparatoires – Zone amont* ..... *181*
*Figure 93 : Perception visuelle de la zone de travaux amont* ..... *185*
*Figure 94 : Perception visuelle du secteur du Pont de Sarenne* ..... *186*
*Figure 95 : Site de l'ancienne usine avant et après démolition* ..... *187*
*Figure 96 : Perception visuelle de la zone de travaux aval* ..... *188*
*Figure 97 : Débits moyens mensuels dans le futur tronçon court-circuité* ..... *198*
*Figure 98 : Profil en long des débits moyens dans le futur tronçon court-circuité* ..... *199*
*Figure 99 : Simulation du débit journalier maximal déversant chaque année d'après la chronique de débits de la Sarenne entre 1977 et 2002* ..... *202*
*Figure 100 : Faciès de cascade à l'aval de la future prise d'eau – Débit d'environ 120 l/s* ..... *203*
*Figure 101 : Exemple de succession d'habitats pour la truite fario – Débit d'environ 120 l/s* ..... *204*
*Figure 102 : Site caractéristique à l'aval de la future prise d'eau – Débit d'environ 120 l/s* ..... *204*
*Figure 103 : Esquisse paysagère – Site de la prise d'eau, vu depuis la rampe d'accès – Bureau Esquisse, décembre 2017* ..... *209*
*Figure 104 : Esquisse paysagère – Site de la prise d'eau – CNR, décembre 2017* ..... *210*
*Figure 105 : Paroi rocheuse actuelle au niveau du pont de la RD 211a* ..... *211*
*Figure 106 : Coupe de principe du vallon de Sarenne, au niveau de la plateforme en remblais – Bureau Esquisse, décembre 2017* ..... *211*
*Figure 107 : Esquisse paysagère – Plateforme en remblais, vue vers La Ville – Bureau Esquisse, décembre 2017* ..... *212*
*Figure 108 : Esquisse paysagère – Plateforme en remblais, vue vers le Pont de Sarenne – Bureau Esquisse, décembre 2017* ..... *213*
*Figure 109 : Coupe de principe – Site de l'usine – Bureau Esquisse, décembre 2017* ..... *214*
*Figure 110 : Vues de l'ancien aménagement : piste d'accès, conduite, usine et prise d'eau* ..... *216*
*Figure 111 : Emplois générés par la petite hydraulique en fonction de puissance installée* ..... *217*
*Figure 112 : Procédure de suivi à l'avancement du risque amiante* ..... *229*
*Figure 113 : Localisation des sites Natura 2000 par rapport à la zone d'étude* ..... *236*
*Figure 114 : Zone d'influence du projet par rapport aux sites Natura 2000* ..... *238*
*Figure 115 : Zone d'influence rapprochée du projet par rapport aux sites Natura 2000* ..... *239*
*Figure 116 : Site Natura 2000 FR8201738 « Plaine de Bourg d'Oisans et ses versants »* ..... *240*
*Figure 117 : Localisation des habitats du Petit Murin et du Grand Murin* ..... *244*

# TABLEAUX

*Tableau 1 : Comparatif des caractéristiques de l'installation existante (de 1975) remplacée par l'aménagement retenu* ..... 15
*Tableau 2 : Synthèse des dossiers d'exécution et des autorisations de travaux préalables* ..... 33
*Tableau 3 : Caractéristiques et incidences principales des projets étudiés* ..... 42
*Tableau 4 : Synthèse des principaux enjeux des projets étudiés* ..... 43
*Tableau 5 : Caractéristiques principales des tronçons* ..... 52
*Tableau 6 : Débits moyens mensuels disponibles à la prise d'eau* ..... 69
*Tableau 7 : Débits moyens de la Sarenne à la prise d'eau (cote 1 456 m NGF)* ..... 74
*Tableau 8 : Débits caractéristiques de la Sarenne à la prise d'eau* ..... 74
*Tableau 9 : Débits caractéristiques de crue de la Sarenne à la prise d'eau* ..... 76
*Tableau 10 : Qualité des eaux : campagne hivernale du 23 mars 1999* ..... 81
*Tableau 11 : Qualité des eaux : campagne estivale du 3 août 1999* ..... 81
*Tableau 12 : Mesures physicochimiques* ..... 82
*Tableau 13 : Suivi thermique de la Sarenne* ..... 82
*Tableau 14 : Somme des températures moyennes journalières – Sarenne 2007* ..... 84
*Tableau 15 : Prélèvements d'eau (en $m^3$) pour la production de neige de culture* ..... 87
*Tableau 16 : Répartition des volumes annuels de prélèvements d'eau* ..... 88
*Tableau 17 : Pratique d'alevinage en 2008 (données AAPPMA)* ..... 95
*Tableau 18 : Résultats des relevés sonométriques réalisés en 2006* ..... 95
*Tableau 19 : Synthèse des zonages de protection à proximité de la zone d'étude* ..... 101
*Tableau 20 : Synthèse des ZNIEFF de type 1 à proximité de la zone d'étude* ..... 103
*Tableau 21 : Synthèse des ZNIEFF de type 2 à proximité de la zone d'étude* ..... 104
*Tableau 22 : Habitats identifiés au niveau de la zone amont (MICA Environnement, 2016)* ..... 114
*Tableau 23 : Flore à enjeu de conservation recensées au niveau de la zone amont* ..... 116
*Tableau 24 : Insectes à enjeu de conservation recensés au niveau de la zone amont* ..... 118
*Tableau 25 : Amphibiens à enjeu de conservation recensés au niveau de la zone amont* ..... 120
*Tableau 26 : Oiseaux à enjeu de conservation recensés au niveau de la zone amont* ..... 122
*Tableau 27 : Chiroptères à enjeu de conservation recensés au niveau de la zone amont* ..... 124
*Tableau 28 : Habitats identifiés sur le secteur du Pont de Sarenne* ..... 127
*Tableau 29 : Espèces végétales à enjeu de conservation recensées sur le secteur du Pont de Sarenne (source : MICA Environnement, 2016)* ..... 130
*Tableau 30 : Insectes à enjeu de conservation recensés sur le secteur du Pont de Sarenne* ..... 132
*Tableau 31 : Chiroptères à enjeu de conservation recensés au niveau de la zone amont* ..... 136
*Tableau 32 : Résultats des campagnes IBGN sur la Sarenne – mai, août et octobre 2003* ..... 146
*Tableau 33 : Effectifs capturés pour 1 000 m² - GREBE, août 2003 et août 2008* ..... 147
*Tableau 34 : Biomasse observée de truite fario en kg/ha – GREBE, août 2003 et août 2008* ..... 148
*Tableau 35 : Conditions caractéristiques nécessaires à la reproduction de la truite fario* ..... 149
*Tableau 36 : Linéaires parcourus et surface en eau correspondante* ..... 150
*Tableau 37 : Inventaire des placettes favorables à la reproduction de la truite fario – GREBE, septembre 2009* ..... 151
*Tableau 38 : Surface cumulée des placettes favorables à la reproduction de la truite* ..... 152
*Tableau 39 : Intérêt des placettes – septembre 2009* ..... 152
*Tableau 40 : Synthèse des principaux enjeux floristiques de la zone amont* ..... 153
*Tableau 41 : Synthèse des principaux enjeux faunistiques de la zone amont* ..... 154
*Tableau 42 : Synthèse des principaux enjeux floristiques du secteur du Pont de Sarenne* ..... 155
*Tableau 43 : Synthèse des principaux enjeux faunistiques du secteur du Pont de Sarenne* ..... 156

*Tableau 44 : Estimation du nombre de rotations journalières de camions lors des travaux ..... 164*
*Tableau 45 : Synthèse des déblais-remblais et destination des matériaux..... 164*
*Tableau 46 : Synthèse des incidences de l'aménagement – Phase chantier..... 196*
*Tableau 47 : Estimation des débits moyens à la cascade de Sarenne..... 215*
*Tableau 48 : Synthèse des incidences de l'aménagement – Phase exploitation..... 220*
*Tableau 49 : Effets de l'aménagement en conditions exceptionnelles – Aléas naturels ..... 221*
*Tableau 50 : Synthèse des incidences consécutives à un aléa naturel exceptionnel..... 222*
*Tableau 51 : Effets de l'aménagement en conditions exceptionnelles – Dysfonctionnements..... 222*
*Tableau 52 : Synthèse des incidences consécutives à un dysfonctionnement accidentel ..... 223*

# 1. PREAMBULE

L'exploitation de la force hydraulique de la Sarenne est très ancienne. Les premières mentions de moulins sur la commune d'Huez remontent au XIV$^{ème}$ siècle et témoignent d'un usage plus ancien encore. Les moyens employés pour la valorisation de l'énergie de la Sarenne ont été progressivement adaptés à l'évolution des techniques et aux besoins de l'industrie : moulins à grains, scierie, usine de tissage, usine hydroélectrique.

La chute d'eau naturelle constituée par la cascade de la Sarenne représentait un site de choix qui a fait l'objet de multiples implantations au cours du temps. Le premier développement de type industriel à cet emplacement date des années 1880 avec la construction d'une usine de soierie exploitant la force motrice, dans un premier temps. Par la suite, l'usine a été équipée pour la production d'hydroélectricité.

Cette dernière installation a fait l'objet de différentes optimisations afin d'en améliorer la production (augmentation du débit dérivé et de la hauteur de chute). La dernière exploitation en date (autorisation par arrêté préfectoral en 1975) permettait une production moyenne annuelle de 2,7 GWh pour une hauteur de chute de 117 m, un débit dérivé maximum de 385 l/s et une puissance brute maximale de 455 kW.

## 1.1. HISTORIQUE DETAILLE DU PROJET

La conception d'un aménagement de plus grande ampleur a été initiée par EDF, probablement dans les années 1980, avec le creusement d'une galerie pour la réalisation de sondages géotechniques. Suite à ces premières études, un projet a été présenté à l'État en 2001.

La puissance maximale brute de l'ouvrage envisagé, supérieure à 4 500 kW, le soumettait au régime de concession hydroélectrique, avec appel à concurrence pour l'octroi de la concession. La DRIRE de Grenoble a porté l'instruction de cette procédure qui a abouti, en 2003, à l'attribution par le Préfet de l'Isère, à la « Société par Actions Simplifiée (SAS) La Sarenne », de la concession par l'État de l'aménagement et de l'exploitation de la chute de la Sarenne, sur le torrent de la Sarenne, dans le département de l'Isère.

Le groupement retenu, qui exploitait déjà une microcentrale sur la Sarenne depuis 1975, a été désigné sur la base de son expérience, de sa présence antécédente sur le cours d'eau de la Sarenne, de ses capacités techniques et financières et des particularités du projet présenté. Ainsi, bien que n'étant pas l'initiatrice directe du projet, la SAS La Sarenne a été jugée par l'État comme proposant le meilleur compromis technique, économique et environnemental pour la valorisation énergétique du site.

Suite à l'attribution de la concession à la SAS La Sarenne, le **Préfet de l'Isère a approuvé la convention et le cahier des charges de la concession** par l'arrêté préfectoral n°2014203-0039 du 22 juillet 2014 (cf. annexe 1).

En août 2015, CN'Air, filiale à 100% de CNR, a fait l'acquisition de la SAS La Sarenne, titulaire de la concession.

Le 25 septembre 2015, conformément au cahier des charges de la concession, un dossier d'exécution des ouvrages a été déposé auprès de la Préfecture de l'Isère. Le délai de dépôt du dossier de travaux répond aux exigences de l'arrêté préfectoral du 22 juillet 2014.

Suite aux échanges avec les collectivités et les différents services de l'État consultés dans le cadre de l'instruction administrative du dossier d'exécution, il a été décidé de procéder à des optimisations du projet et au dépôt d'une nouvelle version du Dossier d'Exécution des Ouvrages (mise à jour).

La présente notice d'incidence de l'aménagement hydroélectrique du torrent de la Sarenne s'inscrit dans le **Dossier d'Exécution des Ouvrages** soumis à validation des services de l'État en vue de la construction des ouvrages prévus au titre du cahier des charges de la concession.

Cette notice d'incidence est construite sur la base de l'étude d'impact de l'aménagement hydroélectrique (bureau d'étude Eaucéa – 2009), instruite au titre de la demande de concession accordée le 22 juillet 2014. Des compléments d'inventaires naturalistes, réalisés en 2016 par le bureau d'études MICA Environnement, viennent compléter l'étude d'impact initiale.

## 1.2. OBJET DE LA CONCESSION

La concession accordée à la SAS La Sarenne doit permettre d'optimiser la valorisation du potentiel énergétique du torrent de la Sarenne par rapport à l'aménagement préexistant, en remontant la prise d'eau à la cote 1 456 m NGF, portant la hauteur de chute de 117 m à 735 m et le débit nominal d'équipement de 385 l/s à 1,8 $m^3$/s. L'aménagement hydroélectrique antérieur, datant de 1975 et actuellement hors service, sera démantelé dans le cadre de la concession.

Trois communes sont concernées par le projet : Bourg-d'Oisans, Huez et La Garde.

| **Caractéristiques principales** | **Autorisation de 1975** | **Projet retenu** |
|---|---|---|
| Hauteur de chute brute maximale<br>Côte de la prise d'eau<br>Côte de restitution | 117 m<br>841,50 m NGF<br>724 m NGF | 735 m<br>1 456 m NGF<br>721 m NGF |
| Débit maximum turbinable | 385 l/s | 1 800 l/s |
| Débit minimum turbinable | 60 l/s | - |
| Puissance maximale brute | 455 kW | 10 500 kW |
| Production moyenne annuelle estimée | 2 700 000 kWh | 33 200 000 kW/h |
| Module de la Sarenne à la prise d'eau initiale<br>Débit réservé adopté | 1 200 l/s<br>120 l/s | 1 080 l/s<br>120 l/s |

*Tableau 1 : Comparatif des caractéristiques de l'installation existante (de 1975) remplacée par l'aménagement retenu*

# 2. PRESENTATION DU PROJET

Le projet faisant l'objet de la présente notice d'incidence consiste en une **adaptation du « projet initial », approuvé par l'État en 2014** dans le cadre de la convention et du cahier des charges de la concession pour l'aménagement et l'exploitation de la chute de la Sarenne. Les modifications apportées répondent aux contraintes et enjeux techniques, économiques et environnementaux identifiés lors des études techniques complémentaires réalisées depuis 2014.

Conformément à l'**article 16 du cahier des charges de la concession**, approuvé par l'arrêté préfectoral n°2014203-0039 du 22 juillet 2014, les adaptations envisagées n'auront pas pour effet *« de modifier les cours d'eau captés, les cotes de prise et de restitution, les communes territorialement concernées, de compromettre la sécurité des ouvrages, des biens et des personnes, d'augmenter le débit emprunté »*. Ainsi, les principales **caractéristiques du projet approuvé en 2014 sont maintenues** :

- L'ouvrage de prise d'eau est situé en rive gauche de la Sarenne, sur le territoire de la commune de La Garde ; la digue de retenue reste implantée sur la commune de Huez, en rive droite ; la cote normale de la retenue est fixée à 1 455,80 m NGF avec un niveau maximal en exploitation (hors crue) à la cote 1 457 m NGF.
- Le débit maximum dérivé est de 1,8 $m^3$/s et le débit minimal maintenu dans le lit de la Sarenne à l'aval de la prise d'eau (débit réservé) reste fixé à 120 l/s à toute époque de l'année, dans la limite du débit entrant observé à l'amont immédiat de l'ouvrage.
- La cote du point de restitution des eaux à la Sarenne, situé sur la commune de Bourg d'Oisans, est maintenue à 721 m NGF.

## 2.1. RAISONS DE L'EVOLUTIONS DU PROJET RETENU VIS-A-VIS DU PROJET INITIAL

L'optimisation du projet retenu, par rapport au projet initial décrit dans le cahier des charges de la concession, est liée à :

- un **niveau de conception du projet beaucoup plus précis**, appuyé sur une ingénierie détaillée et des consultations / chiffrages de différentes entreprises spécialisées, ayant permis de définir les **emprises réellement nécessaires aux travaux et au positionnement des ouvrages** (usine, prise d'eau, plateformes de travaux nécessaires à la logistique de chantier…).
- une meilleure **connaissance des risques et contraintes géotechniques**, suite aux campagnes complémentaires menées entre 2015 et 2017, qui ont fait ressortir la nécessité de révision du chemin d'eau souterrain, tant du point de vue du tracé que des modalités d'exécution, notamment en raison des **risques de désordres géologiques** et à la **potentielle présence de roches amiantifères** sur une partie du linéaire du chemin d'eau souterrain.

- une logique **d'évitement ou de minimisation des nuisances induites par les travaux**, vis-à-vis du milieu naturel, des activités humaines et des riverains.

## 2.2. EMPRISE ET ETENDUE DU PROJET

L'aménagement hydroélectrique projeté est implanté dans le département de l'Isère sur le torrent de la Sarenne, affluent de rive droite de la Romanche, dans laquelle elle se jette à hauteur du Bourg-d'Oisans.

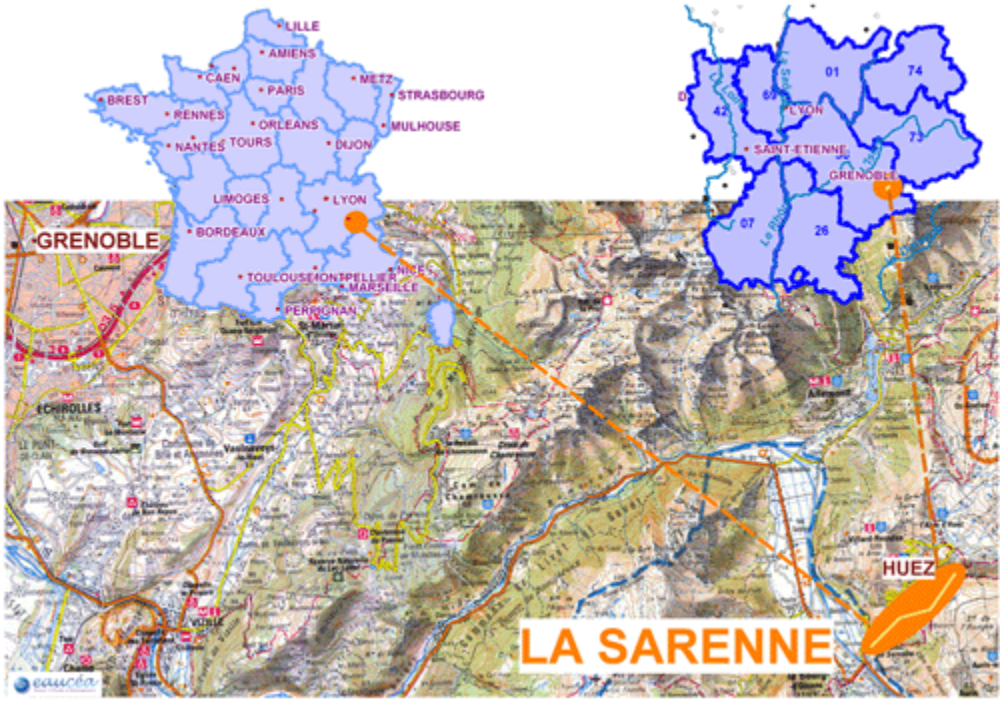



*Figure 1 : Localisation de l'installation*

Trois communes sont concernées par le projet :

- **Le Bourg-d'Oisans,** situé dans la vallée de la Romanche, est le chef-lieu du canton du même nom. C'est une commune touristique de 3 225 habitants, située sur la RN 91 reliant Grenoble à Briançon et au pied de la station de l'Alpe d'Huez. Les principales activités pratiquées sont le ski de piste et le ski de fond en hiver, la randonnée en montagne et l'escalade en été.
- **La Garde** est une petite commune de 103 habitants, située à mi-chemin entre Bourg d'Oisans et la station de l'Alpe d'Huez.
- **Huez** est la commune sur laquelle est implantée la station de ski de l'Alpe d'Huez. Elle comptait 1 367 habitants permanents en 2014.

Le chemin d'eau souterrain et la prise d'eau sont implantés sur la commune de La Garde, l'ancrage du seuil de la prise d'eau en rive droite se situe sur la commune de Huez, l'usine hydroélectrique et les équipements associés concernent la commune du Bourg-d'Oisans.

Par ailleurs, le tronçon court-circuité du torrent de la Sarenne, entre la prise d'eau et le point de restitution, se situe principalement sur la commune de La Garde :

- La Garde : 6,3 km en cumulant chaque rive ;
- Huez : 2,5 km uniquement sur la rive droite ;
- Bourg-d'Oisans : 200 mètres cumulés en amont de la restitution.

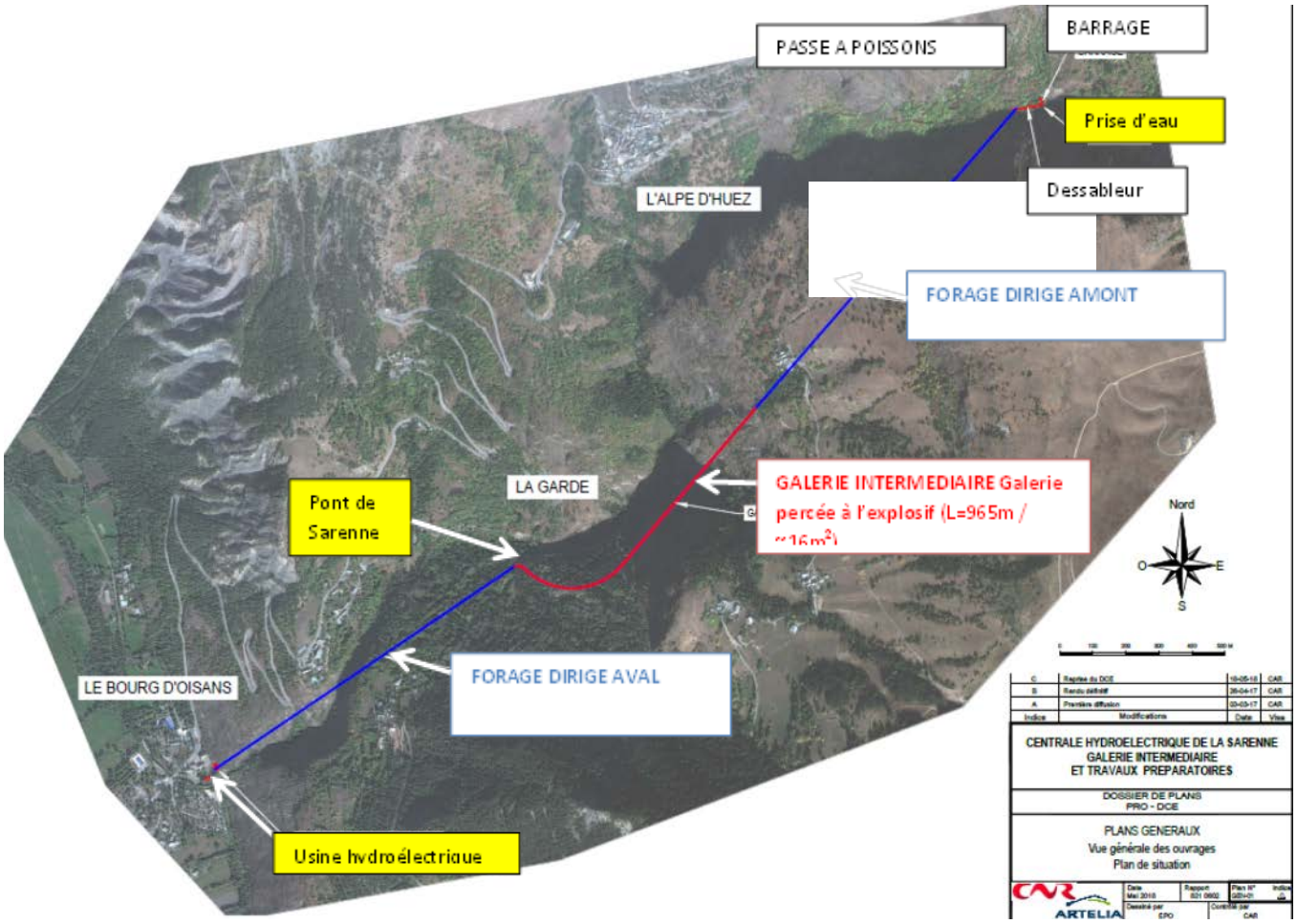



*Figure 2 : Vue générale des ouvrages (IGN, BDORTHO)*

## 2.3. DESCRIPTION GENERALE DU PROJET

L'aménagement se décompose en trois grands ensembles :

- Les **ouvrages de la zone amont**, liés à la prise d'eau sur la Sarenne, en aval de la confluence avec le Rif Brillant, à la cote 1 456 m NGF : barrage/seuil, prise d'eau, dessableur, ouvrages de montaison et de dévalaison, …
- Un **« chemin d'eau » souterrain** de l'ordre de 3 500 m de long, reliant la prise d'eau à l'usine hydroélectrique. Le chemin d'eau est composé de deux tronçons qui se rejoignent au niveau du pont de Sarenne (RD 211a), en rive gauche du cours d'eau. Chacun des deux tronçons est constitué d'une galerie subhorizontale sur sa partie aval, prolongée par un forage dirigé incliné sur la partie amont.
- Les **ouvrages de la zone aval** : la centrale hydroélectrique, équipée en turbines Pelton, le canal de restitution et un local accueillant les transformateurs pour le raccordement au réseau de distribution.

Le nouvel aménagement hydroélectrique se substituera aux installations existantes qui seront entièrement démolies : démantèlement de l'usine hydroélectrique de 1975, de la conduite forcée aérienne actuelles, etc., avec évacuation des matériaux dans une filière contrôlée de recyclage ou décharge contrôlée.

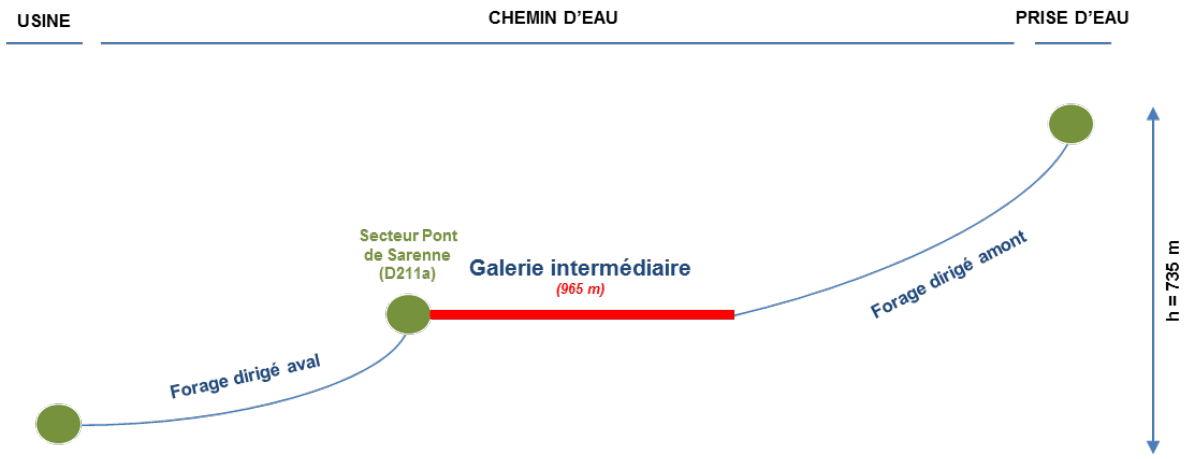



*Figure 3 : Schéma de principe du projet (profil en long)*

Par rapport au projet initial décrit dans le cahier des charges de la concession, le projet retenu permet :

Dans ces conditions le projet retenu permet de :

- **s'affranchir des contraintes géologiques** du tracé initial en repositionnant le tracé souterrain du chemin d'eau dans une géologie plus favorable au percement ;
- **prendre en compte la présence potentielle de roches amiantifères** suivant des dispositions spécifiques de percement du chemin d'eau (forage dirigé), qui n'avaient pas été développées dans le Cahier des Charges de la Concession ;

- **limiter la quantité de déblais** excavés grâce à une évolution de la technique de percement du chemin d'eau souterrain ;
- **réduire sensiblement le nombre de rotation de camions** dans des conditions d'accès particulièrement contraignantes (gestion in situ des déblais) ;
- **améliorer l'acceptation locale** du projet en évitant de recourir à des moyens lourds de travaux à proximité de plusieurs hameaux sur commune de La Garde et en limitant le nombre de ration de camions.

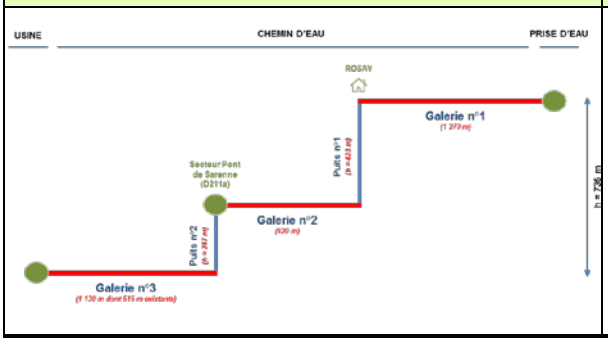
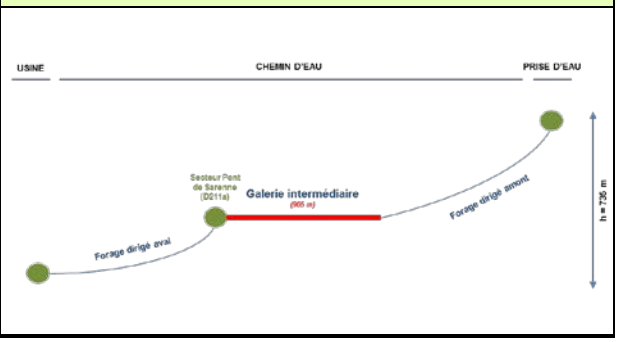
| **Cahier des charges de la concession** *(Juillet 2014)* | **Dossier d'Exécution des Ouvrages** *(mise à jour Mai 2018)* |
|---|---|
|  |  |



*Figure 4 : Comparaison des schémas de principe du projet initial et du projet retenu*

## 2.4. SYNTHESE DES TRAVAUX

Les ouvrages à construire sont décrits d'amont en aval au sein des trois grands ensembles : prise d'eau, chemin d'eau et usine. Le détail du projet technique est présenté dans la pièce B du Dossier d'exécution des ouvrages : « NOTICE TECHNIQUE ».

### 2.4.1. *Ouvrages de la zone amont*

Les aménagements sur le secteur de la prise d'eau sont composés des ouvrages suivants :

- **Une retenue** située sous la jonction des torrents du Rif Brillant et de la Sarenne ; la retenue normale sera calée à la cote +1455,80 m NGF ; la profondeur d'eau au droit du mur de la retenue sera de 3,20 m ; la surface du plan d'eau sera de 500 m² environ ; la capacité de la retenue sera de 1 000 $m^3$ environ.
- **Un barrage** composé de :
  - Un seuil libre en béton armé en rive droite, servant d'évacuateur de secours des crues. La côte de déversement du seuil libre est de 1 456 m NGF, la longueur déversante sera de 15,20 m environ. La hauteur hors sol du seuil libre, coté amont sera de l'ordre de 3,50 m ;
  - Un seuil vanné implanté au centre du lit, destiné à l'évacuation des crues et à la transparence sédimentaire (2 vannes segments de 3 m de large et 3,50 m de haut, cote de fond 1 452,50 m NGF) ;
  - En aval des seuils, un bassin de dissipation en enrochement bétonné assure la dissipation de l'énergie ;

- Un local de commande des vannes sera construit en rive droite.

- **Une prise d'eau** latérale dimensionnée pour dériver jusqu'à 1 800 l/s. Un chenal de dégravement placé devant l'entonnement, équipé d'une vanne murale de 2 m de large environ, permettra d'éviter l'engravement au-devant de la prise d'eau proprement dite et de limiter l'apport de sédiments grossiers vers le dessableur et la conduite.

  La prise d'eau sera ancrée en rive gauche du torrent, en partie dans la falaise et adossée au mur de la digue de retenue ; elle sera composée de plusieurs compartiments assurant la décantation et le dessablage de l'eau avant le départ dans le chemin d'eau souterrain. Ces ouvrages seront couverts et fermés pour limiter les risques de gel et faciliter les opérations d'entretien. Des équipements de type grille et/ou tôle perforée, en entrée du dessableur, empêcheront l'introduction de corps solides dans les eaux destinées à la production hydroélectrique.

- **Des dispositifs de protection de l'environnement** assureront la montaison et la dévalaison de la Truite fario ; le débit réservé transitera par ces deux ouvrages. Des sondes de niveau avec enregistrement permettront le suivi des conditions d'alimentation en eau de ces ouvrages.

- **Un local technique** abritant la chambre de mise en charge, les équipements électriques et la vanne de la conduite forcée.

- **Un ouvrage de franchissement** permettant l'accès, depuis la piste en rive droite de la Sarenne, au local technique et aux ouvrages situés en rive gauche. Il permettra de faire passer un débit de 30 $m^3$/s à surface libre, les premiers déversements sur l'ouvrage sur auront lieu pour un débit supérieur à celui de la crue centennale (45 $m^3$/s).

Ainsi, de l'amont (retenue de la Sarenne) vers l'aval (départ de la conduite forcée), les eaux dérivées dans la prise d'eau franchissent :

- Un entonnement à surface libre au travers d'un pertuis de 5,60 m de large équipé d'une grille « grossière » (barreaudage 1 m). La vitesse d'écoulement au droit des pertuis est d'environ 0,35 m/s pour le débit d'équipement, afin de ne pas créer un appel trop fort pour les poissons ;
- Un canal de dimensions 4,60 m de large par environ 3 m de hauteur. Le fond du canal en aval de la grille grossière est à la cote 1 454,30 m NGF. Ce canal constitue la partie amont du dessableur. Les vitesses d'écoulement y sont d'environ 0,2 m/s pour le débit d'équipement ;
- Un plan de grille incliné à 26° avec un espacement de 10 à 15 mm. La vitesse moyenne de l'écoulement est de 0,27 m/s (vitesse normale de 0,14 m/s et vitesse tangentielle de 0,24m/s). Les poissons bloqués au niveau de la grille fine seront dirigés vers un ouvrage de dévalaison permettant de rejoindre la rivière ;
- Un dessableur avec tranquillisation progressive et sédimentation ;
- Un ouvrage de mise en charge latéral au dessableur alimentant la conduite forcée.

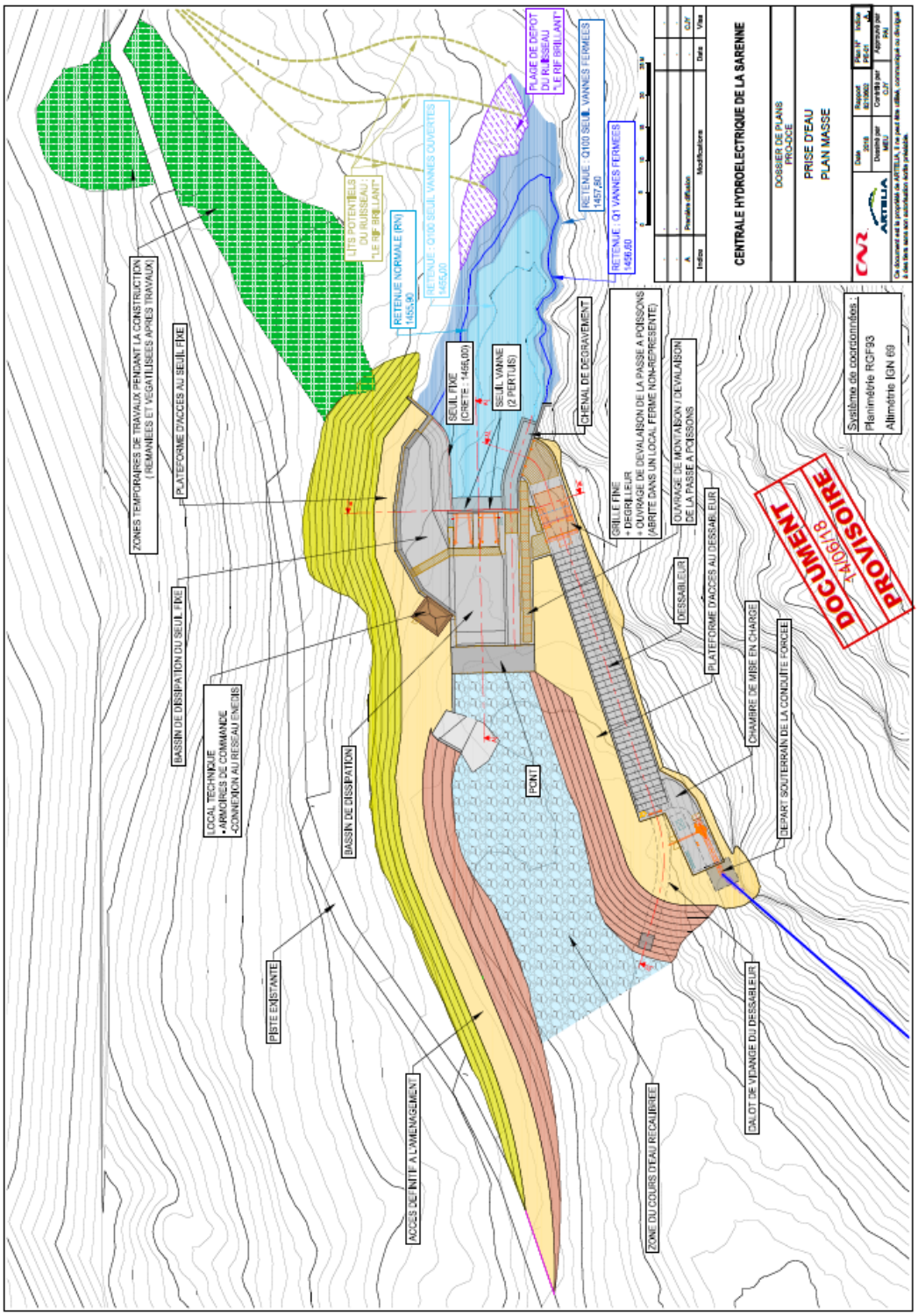



*Figure 5 : Vue en plan des ouvrages prévus au niveau de la prise d'eau sur la Sarenne*

Les travaux sur le secteur de la prise d'eau se dérouleront en trois phases :

Dans un **premier temps**, deux plateformes provisoires et leurs accès seront terrassés en rive gauche et en rive droite de la Sarenne. Un passage busé provisoire (6 buses PHI 1200) sera mis en place en travers de la Sarenne pour relier les deux plateformes. En parallèle, l'intersection entre la piste d'accès à la prise d'eau et la RD 221 à Huez sera aménagée : installation de feux tricolores à détection et recharge de la piste sur une trentaine de mètres, d'une épaisseur maximale de 80 cm.

Dans un **second temps**, la Sarenne sera canalisée et dérivée provisoirement dans plusieurs buses de gros diamètre, le temps de la mise en place d'un batardeau en amont du futur seuil et de la construction du chenal de dégravement et de l'ouvrage de franchissement définitif de la Sarenne. Pendant cette phase, la totalité de la plateforme définitive en rive gauche sera excavée (partie aval du dessableur).

La **dernière phase** de construction consiste à réaliser le génie civil des ouvrages (barrage, prise d'eau, ouvrages de montaison et de dévalaison, dessableur, local technique). Pendant cette phase, la Sarenne sera dérivée à travers le chenal de dégravement.

### 2.4.2. *Chemin d'eau souterrain*

À partir de la chambre de mise en charge, en aval du dessableur, l'eau dérivée s'écoulera dans une conduite forcée jusqu'à l'usine hydroélectrique (hauteur de chute = 735 m).

Cette conduite forcée empruntera un chemin d'eau souterrain décomposé en deux tronçons dont la jonction s'effectuera à proximité du Pont de Sarenne, en rive gauche du torrent, en bordure de la RD 211a.

Le tronçon amont est composé d'une galerie intermédiaire de 965 m de long, aboutissant sur une caverne de 30 m de long, à partir de laquelle sera réalisé un forage dirigé de 1 334 m de long, débouchant sur la chambre de mise en charge.

Le tronçon sera réalisé par un forage dirigé de 1145 m de long, jusqu'au point de jonction avec le tronçon amont.

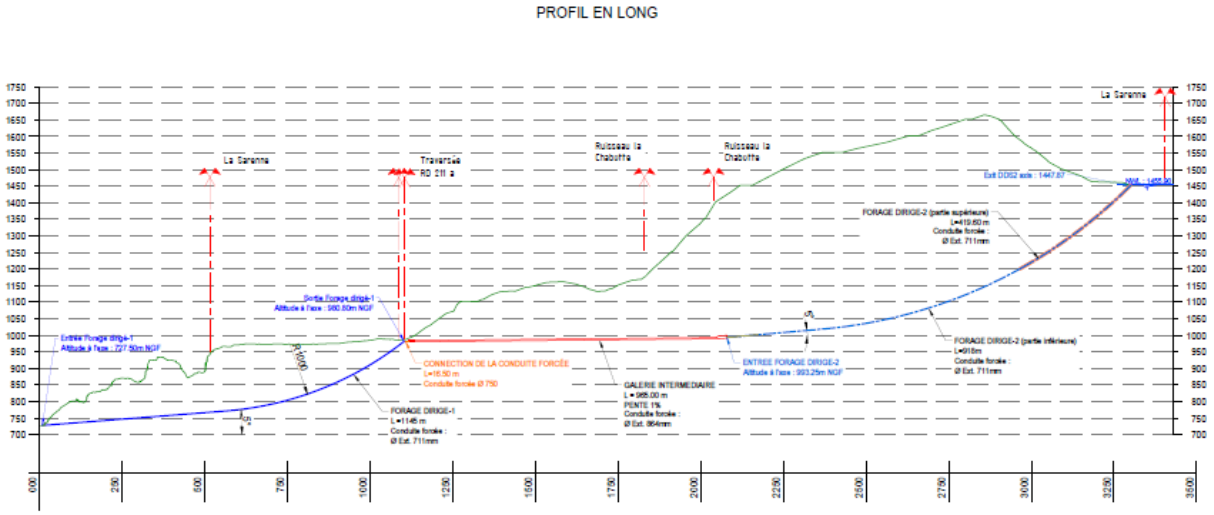



*Figure 6 : Profil en long du chemin d'eau souterrain*

#### 2.4.2.1. **Tronçon AMONT du chemin d'eau**

- ***Travaux préparatoires* :**

La zone d'attaque de la galerie intermédiaire se situe au niveau de la RD 211a. Elle nécessite la création d'une plateforme d'environ 1 500 m², en déblais dans les terrains meubles (terrassements classiques, environ 2 000 $m^3$) et le rocher (travaux à l'explosif, environ 4 000 $m^3$). Le nouveau talus de la plateforme sera sécurisé afin de réduire le risque

de chute de blocs ou de glissement de terrain (paroi clouée, grillage pare-éboulis, béton projeté, …).

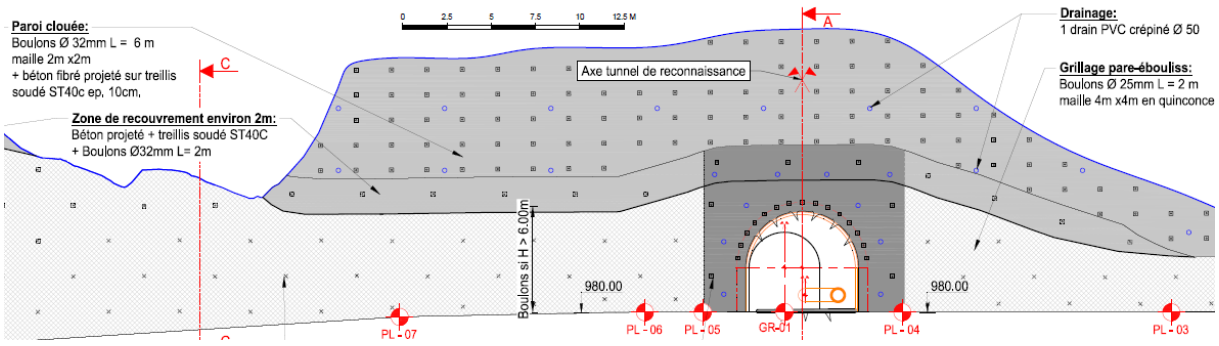



*Figure 7 : Principe de sécurisation du talus de la plateforme d'attaque*

Afin de limiter les nuisances liées à la circulation de camions, les matériaux excavés (environ 6 000 m$^3$ au total) seront réemployés sur place pour la constitution d'une seconde plateforme destinée au stockage des viroles de la future conduite forcée. Dans la même logique, les déblais issus du percement de la galerie intermédiaire, de l'ordre de 20 000 m$^3$, viendront également constituer la plateforme.

Cette plateforme sera conservée après la phase travaux comme plateforme de réserve en cas d'opération de maintenance exceptionnelle à réaliser sur le tronçon amont de la conduite forcée. Une intégration paysagère de la plateforme sera réalisée (mise en forme, végétalisation, …).

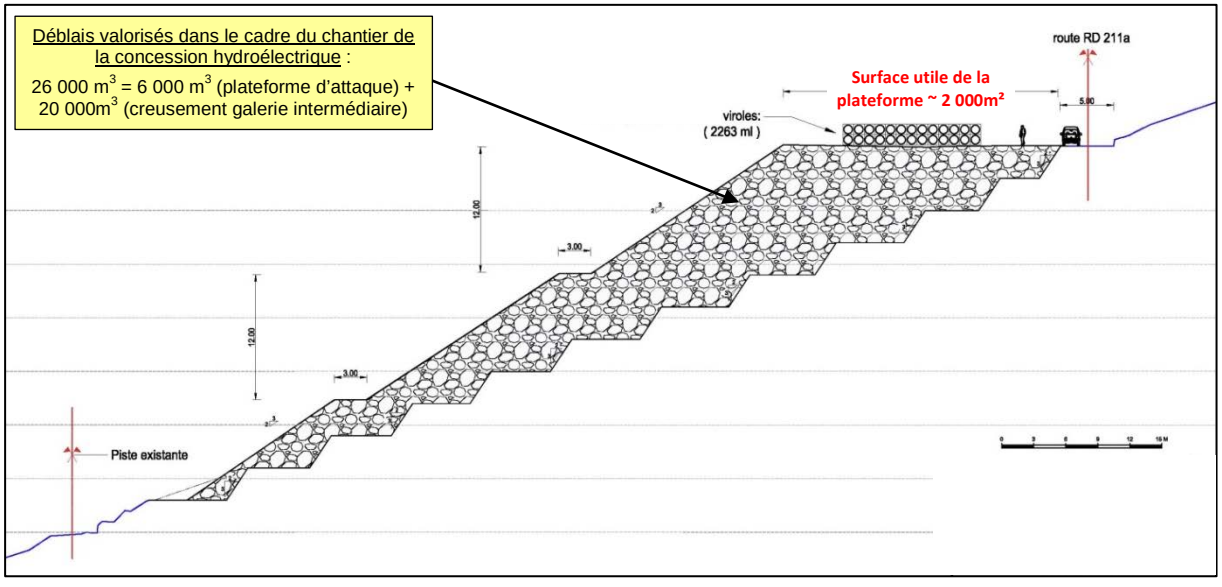



*Figure 8 : Profil type de la plateforme de stockage des viroles le long de la RD 211a*

Cette plateforme de stockage des viroles est positionnée à l'intérieur d'un virage de la RD 211a afin de limiter l'emprise au sol des remblais (~ 7 000 m²), tout en disposant d'une surface utile de plateforme de l'ordre de 2 000 m². La topographie du secteur impose un talutage rejoignant la piste d'accès en contrebas, créée pour la réalisation des sondages de reconnaissance du tronçon aval du chemin d'eau.

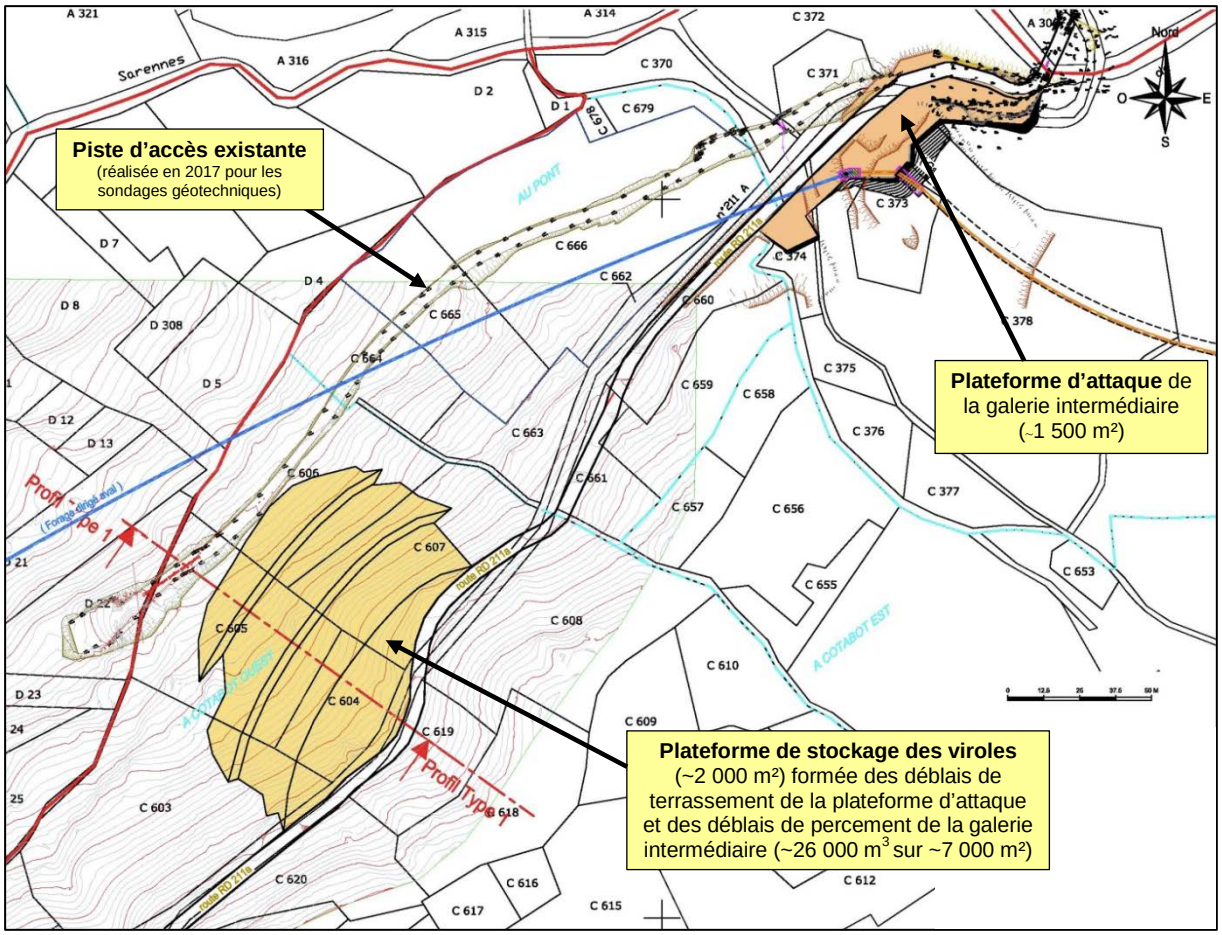



*Figure 9 : Vue de la plateforme d'attaque et de la plateforme de stockage des viroles*

- ***Creusement de la galerie intermédiaire :***

La galerie intermédiaire, (appelée aussi galerie de reconnaissance) traverse la partie Nord-Est de la « Montagne de l'Homme » sur un **linéaire de 965 m**. Le creusement de la galerie intermédiaire sera réalisé par **abattage à l'explosif**, en section complète, selon le cycle d'excavation suivant :

- Foration de la volée
- Chargement des explosifs dans les trous de mines
- Tir
- Désenfumage
- Marinage (évacuation des déblais)
- Purge des blocs instables en paroi et front
- Projection de béton sur les parois
- Mise en place de boulons ou de profilés métalliques si nécessaire

Le tracé en plan de la galerie intermédiaire a été conçu de manière à recouper perpendiculairement les accidents géologiques identifiés. Ainsi, il suit un alignement droit sur 21 m en entrée de galerie avant de marquer une courbe pendant 323 m (rayon de courbure de 200 m) ; il reprend ensuite un alignement droit sur 621 m.

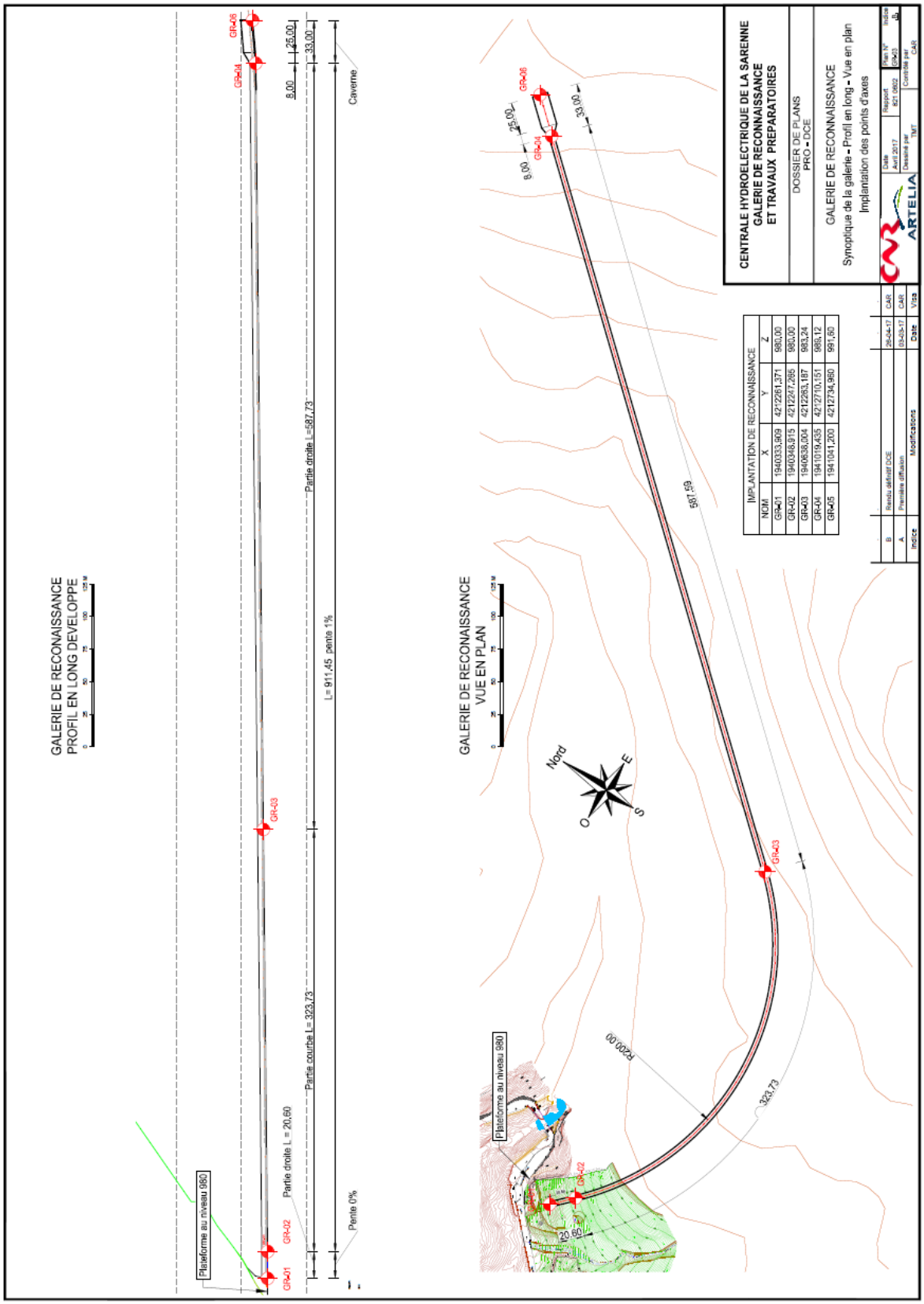



*Figure 10 : Profil en long et vue en plan de la galerie intermédiaire*

La galerie présentera une section courante nue de 4,5 m de haut par 4 m de large. Sur les 33 derniers mètres, la galerie s'élargira pour former une caverne de section courante nue de 9 m de haut par 12 m de large. Au moins trois sections élargies de 2 m sur une longueur de

30 m, munies d'une niche perpendiculaire à l'axe du tunnel de 10 m de long, seront aménagées pour permettre le croisement, le garage et le retournement des engins.

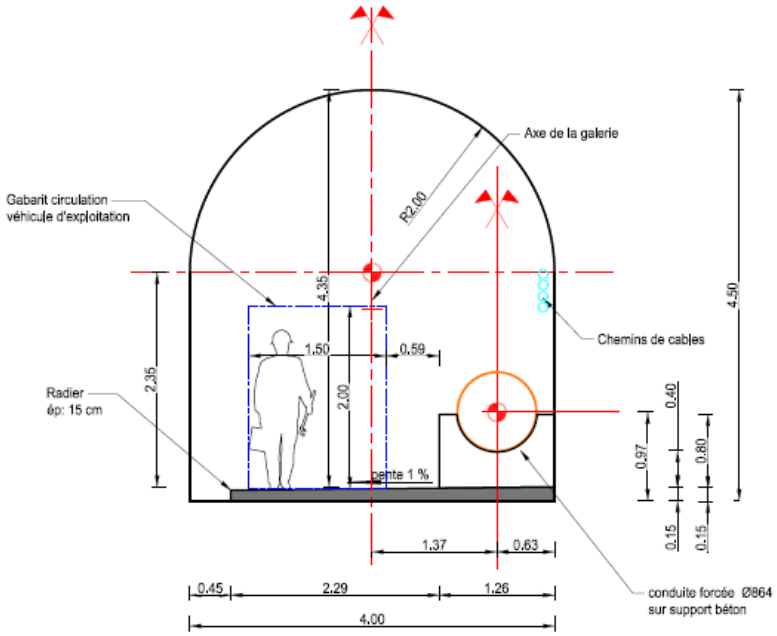



Figure 11 : Profil fonctionnel de la galerie intermédiaire

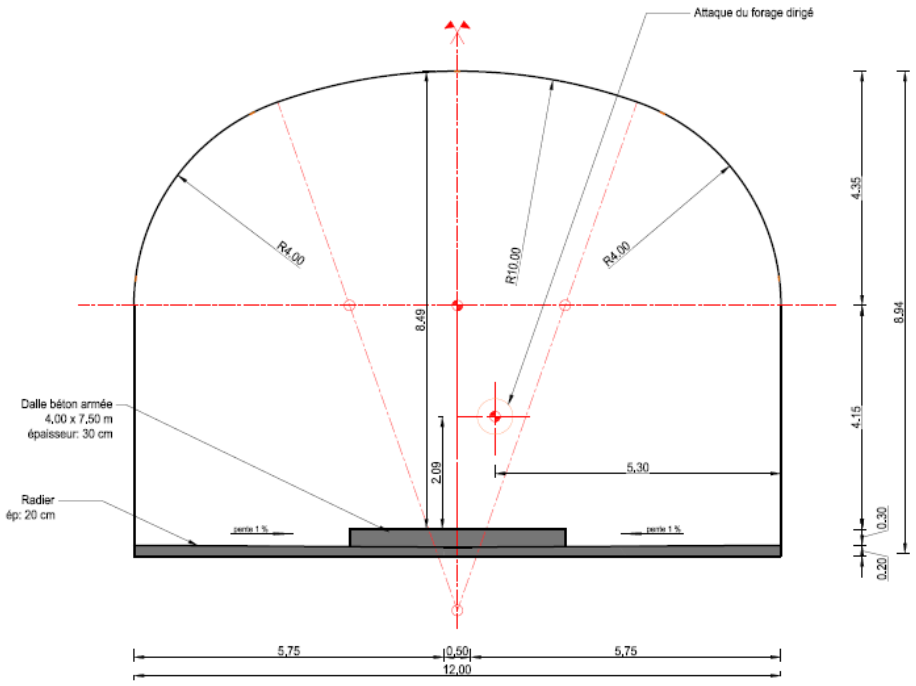



*Figure 12 : Profil fonctionnel de la caverne amont*

À partir du tympan, la galerie intermédiaire présentera un profil horizontal sur 20 m, avant de s'incliner selon une pente montante de 1% sur 912 m. Dans la caverne (33 m de long), la pente est augmentée à 5°.

La couverture maximale du massif sur les ouvrages est d'environ 450 m à l'extrémité de la galerie et dans la caverne.

À l'intérieur de la galerie, la conduite forcée sera posée et fixée sur des plots en béton armé ancrés dans le rocher. Un système anti-submersion de type porte étanche avec dispositif d'évacuation des écoulements sera installé en extrémité aval de la galerie pour pouvoir contenir l'eau en cas de fuite ou rupture de la conduite forcée.

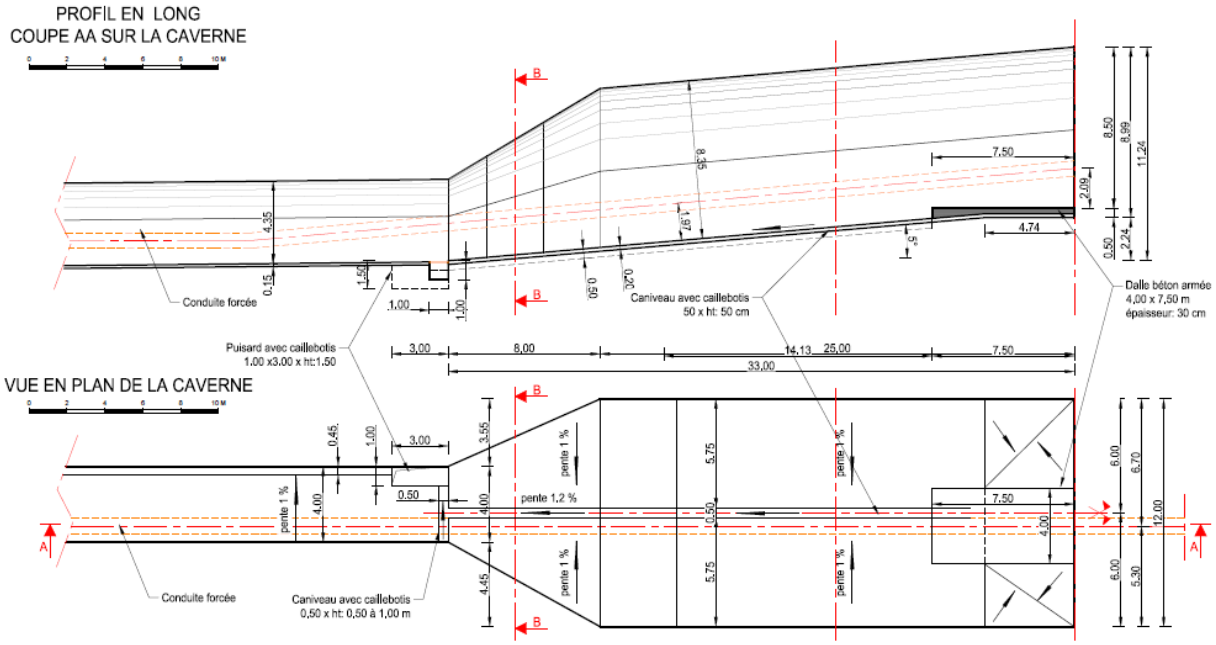



*Figure 13 : Profil en long et vue en plan de la caverne en fond de galerie*

- ***Forage dirigé amont (DDS amont) :***

La technique de forage envisagée est de type « Directional Drilling Shaft » (DDS). Cette méthode a été conçue pour le creusement des roches dures et homogènes. Le moteur est embarqué avec l'outil de coupe, au front de taille, ce qui permet de s'affranchir des contraintes liées à la rotation du train de tige.

Le forage s'effectue à l'eau et par le bas, pour évacuer de manière gravitaire les boues de forage. La plateforme de forage et les équipements liés seront donc mis en place dans la caverne prévue à cet effet, au fond de la galerie intermédiaire. Le pilotage de l'outil de coupe se fait à distance, depuis la plateforme de forage (transmission par fibre optique).

Des bassins de décantation seront installés dans la caverne pour enlever les plus gros graviers et établir la recirculation d'eau dans le forage. Les résidus de cutting, extraits des bassins de décantation seront stockés sur place, dans un premier temps, pour en assurer le séchage.

Le DDS amont sera revêtu d'une conduite en acier sur toute sa longueur. L'installation de la conduite s'effectuera par poussage. À l'aval du forage dirigé, la conduite forcée sera enrobée dans un bouchon de béton sur plusieurs dizaines de mètres pour éviter que le gradient hydraulique à l'approche de la caverne ne fracture le massif.

L'attaque du forage, au niveau de la caverne, est inclinée et montante pour permettre l'écoulement gravitaire du marinage hydraulique, mais pas trop inclinée pour faciliter la mise en place et la soudure des viroles de conduite (5° retenu). La sortie est inclinée jusqu'à 45°, ce qui permet d'accroitre rapidement la couverture rocheuse. Sur le reste de la section, le

forage suivra un rayon de courbure global de 1 500 m. La **longueur totale du DDS amont est d'environ 1 338 ml**.

#### 2.4.2.2. Tronçon AVAL du chemin d'eau

- ***Forage dirigé aval (DDS aval) :***

La technique et les modalités de forage employées sur le DDS aval seront les mêmes que pour le DDS amont. La principale caractéristique du DDS aval qui diffère par rapport au DDS amont est la longueur totale du forage : **environ 1 145 ml**.

La plateforme de forage sera mise en place en pied de falaise au niveau de la plateforme de la future centrale.

Par ailleurs, dans l'ouvrage de tête de forage dirigé aval (au niveau de la plateforme d'attaque de la galerie intermédiaire), une vanne papillon équipée d'une palette de survitesse permettra de sécuriser le chemin hydraulique en charge, en cas d'incident.

### 2.4.3. *Ouvrages de la zone aval*

#### 2.4.3.1. Ouvrages à réaliser

L'implantation de la centrale est prévue à cheval entre les communes du Bourg-d'Oisans et de La Garde, en pied de falaise, près de la sortie de la galerie existante, moyennant un terrassement du pied aval de la falaise.

➔ **Ce nouveau positionnement de la centrale par rapport au projet initial, est rendu nécessaire par le manque de place pour organiser les travaux** (rotation de convoi ...). En effet, la parcelle est enclavée entre la digue de la Sarenne, le pied de falaise et les bâtiments EDF/Enedis.

L'usine accueillera les groupes Pelton, le local de commande et les équipements électriques. Le bâtiment usine sera accessible de plain-pied depuis la route d'accès sur sa façade Sud-Est. La conduite forcée entrera par le Nord-Est directement. Le canal de fuite sortira du bâtiment du côté Sud-Ouest et se rejettera dans la Sarenne à environ 50 m à l'ouest de l'usine. Le point de rejet du canal de fuite dans la Sarenne pourra être remonté jusqu'à 50 m plus en amont en fonction des études à venir.

Les caractéristiques principales du bâtiment de la centrale sont les suivantes :

- Surface : 350 m² environ pour la centrale incluant une partie réservée aux bureaux / salle de commande / local électrique sur 2 étages ;
- Hauteur : 10,50 m environ entre le toit de l'usine et le radier principal.

Le plancher du bâtiment est à la cote 725,70 m NGF correspondant à la cote du terrain naturel.

Les locaux seront équipés d'une ventilation et d'une insonorisation acoustique (compte tenu notamment de la présence du camping sur la rive gauche de la Sarenne).

Le bâtiment de la centrale est protégé des inondations à concurrence de la cote de la crue centennale + 50 cm.

Le local abritant les transformateurs et les filtres est prévu sur l'emplacement de l'ancienne usine, détruite à ce jour.

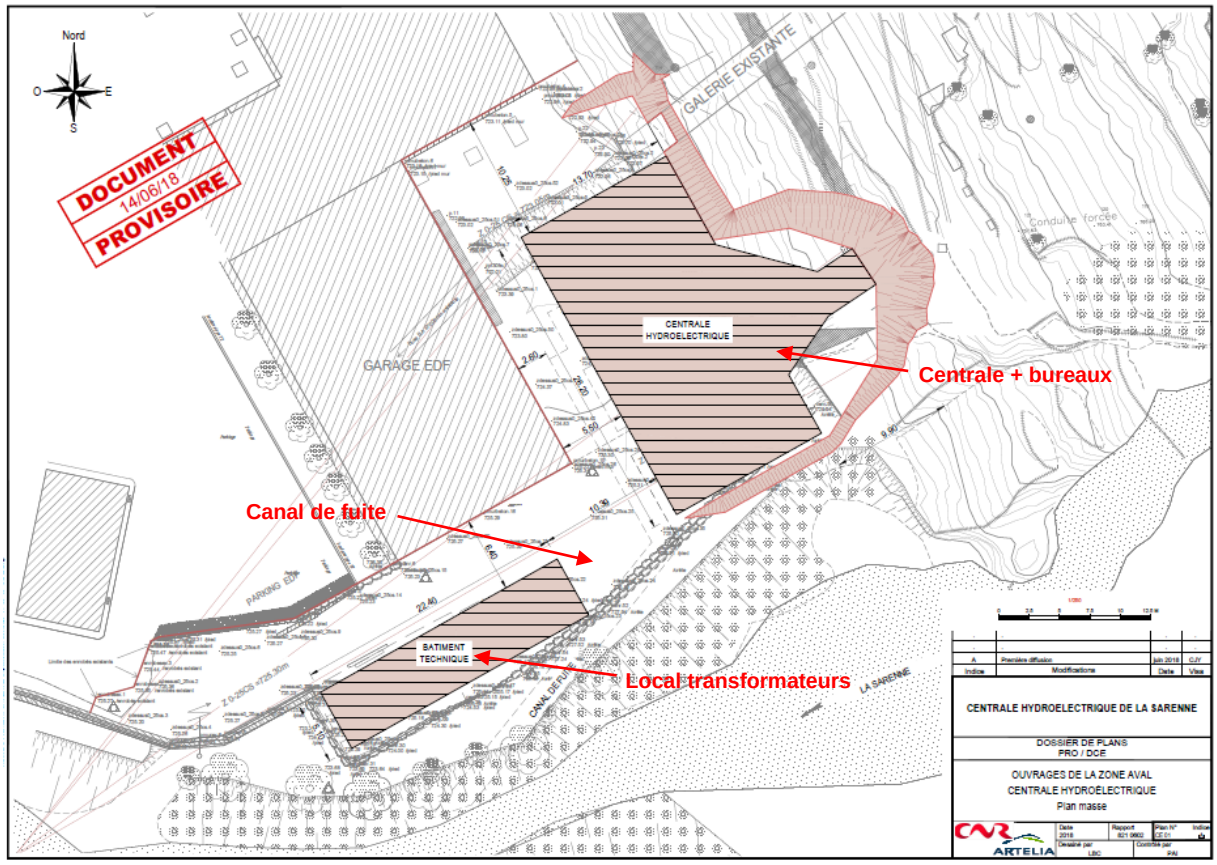



*Figure 14 : Implantation générale des ouvrages de la zone aval*

### 2.4.3.2. Déroulement des travaux

Une première phase de travaux consiste à démolir l'usine existante, à démanteler le tronçon aval de la conduite forcée aérienne (de l'usine à la pilette située à la cote 748 m NGF, soit 60 ml environ) et à remettre en état le site de l'ancienne usine avec la création d'une plateforme à la cote 725 m NGF. Vis-à-vis des risques de chutes de bloc et de pierres, des travaux de sécurisation préalable de l'escarpement rocheux surplombant le site sont nécessaires (purges de sécurisation, pose d'un filet de protection, ancrages de confortement).

Ces travaux ont été exécutés fin 2016, suite au dépôt d'un dossier d'exécution en février 2016 dont l'autorisation a été obtenue le 7 mars 2016.

La seconde phase de travaux comprendra :

- les terrassements rocheux de la falaise, dans l'emprise de la future usine ;
- la construction de la centrale hydroélectrique et du local des transformateurs ;
- la réalisation du canal de fuite et son raccordement à la Sarenne ;
- la jonction entre la conduite forcée provenant du forage dirigé aval et l'usine.

## 2.4.4. *Accès et voirie*

Les accès aux trois zones de travaux sont rendus difficiles par leur enclavement, en particulier la zone amont et le secteur du Pont de Sarenne. Ainsi, depuis la plaine du Bourg-d'Oisans, la montée de l'Alpe d'Huez (RD 211) est un passage obligatoire :

- pour l'accès à la zone amont (prise d'eau), via la RD 211 jusqu'au village d'Huez, puis par la piste qui s'engage dans les gorges de la Sarenne, sur 1,2 km environ ;
- pour l'accès au secteur du Pont de Sarenne (galerie intermédiaire), via la RD 211 jusqu'à La Garde, puis la RD 211a en direction d'Auris-en-Oisans (circulation interdite aux véhicules de plus de 3,20 m de haut et 7 m de long).

Pour la zone aval (centrale hydroélectrique), située au pied de la montée de l'Alpe d'Huez, l'accès se fait également par la RD 211 depuis Le Bourg-d'Oisans, juste après le pont sur la Sarenne. La configuration du site impose un usage partagé du chemin d'accès avec EDF et Enedis (portail sécurisé et parking du site EDF/Enedis).

Afin d'assurer des conditions de circulation sécurisées, des dispositifs d'avertissement et de circulation alternée seront mis en place :

- à l'intersection entre la RD 211 et la piste des gorges de la Sarenne, à l'entrée du village d'Huez, pour l'accès à la zone amont ;
- sur la RD 211a, entre les hameaux de La Salle et de La Ville.

La piste d'accès à la zone amont (prise d'eau) depuis Huez sera confortée pour faciliter le transit des camions et engins de chantier. Des rampes d'accès aux plateformes de travaux, en rive droite et en rive gauche de la Sarenne, seront également aménagées.

Au niveau du secteur du Pont de Sarenne (galerie intermédiaire et forages dirigés), une piste provisoire sera créée en contrebas de la RD 211a.

### 2.4.5. *Gestion des déblais / devenir des matériaux excavés*

La gestion des déblais, issus des travaux de percement (galerie intermédiaire, forages dirigés) et de terrassement (prise d'eau, usine), a été réfléchie de manière à :

- Maximiser le réemploi des matériaux excavés sur les sites mêmes d'excavation et/ou à des fins d'aménagement des sites / accès des ouvrages, dans l'emprise foncière associée à l'aménagement ;
- Concentrer le transit des déblais par camions sur les principaux axes routiers (RD 211, plaine de Bourg-d'Oisans) ;
- Limiter le transit sur les axes secondaires, en particulier sur la RD 211a, afin de réduire les nuisances sur le hameau de La Salle et La Garde (riverains, activités liées au tourisme, …) ;
- Assurer la valorisation des matériaux non réemployés par l'entreprise titulaire du marché.

#### 2.4.5.1. **Secteur de la prise d'eau**

Le chantier de la prise d'eau et des ouvrages associés sera excédentaire d'environ 5 000 $m^3$ de matériaux grossiers qui pourront être valorisés en vallée. Il est attendu pour cela environ 10 à 15 camions 32 t par jour pendant 2 mois.

#### 2.4.5.2. Déblais issus du tronçon amont : secteur Pont de Sarenne

La gestion des déblais issus de l'excavation de la galerie intermédiaire (~ 20 000 $m^3$), ajoutés à ceux liés aux travaux extérieurs de préparation du portail d'entrée de la galerie (~ 5 900 $m^3$), et du forage dirigé amont (~ 600 $m^3$) s'organisera de la manière suivante :

- Création, avec le volume de déblais, d'une plateforme de ~ 2 000 $m^2$ en bordure de RD211a, à 200 m de la sortie de la galerie intermédiaire, destinée au stockage des viroles de la partie amont de la conduite forcée (voir Figure 9).
- Un volume d'environ 2 800 $m^3$ pouvant potentiellement ne pas être utiles à la réalisation de cette plateforme, l'évacuation de ces matériaux représenterait le transit de 2 à 3 camions par jour sur une période de 6 mois via la RD211a, puis sur la RD211. Ces matériaux sont potentiellement intéressants pour des réalisations de couche de forme routière, après concassage / criblage, ou autre remblai technique. La valorisation en granulat béton ne parait pas optimale et n'est pas présagée.

Les déblais amiantifères (teneur en fibre supérieure à 0,1 % en masse) et les déblais issus des travaux en mode sous-section 4 doivent être mis en priorité en remblai sur la plateforme de stockage des viroles. Dans l'hypothèse, peu probable, d'excédent, il est envisagé une mise en dépôt provisoire au niveau des installations de chantier, en vue d'un stockage définitif dans la galerie intermédiaire (et/ou dans sa caverne) en fin de chantier.

#### 2.4.5.3. Déblais issus du tronçon aval : secteur de l'usine

Les déblais rocheux, issus du terrassement du pied de falaise dans l'emprise de la future centrale hydroélectrique, représentent un volume global de 2 300 $m^3$, soit un transit moyen de 2 camions par jour pendant 4 mois.

Les résidus de cutting du forage dirigé aval (environ 550 $m^3$), potentiellement amiantifères, seront stockés dans les niches de la galerie intermédiaire en fin de chantier.

### 2.4.6. *Prélèvements d'eau et rejets en phase chantier*

#### 2.4.6.1. Creusement de la galerie intermédiaire

Pour les besoins en eau des travaux de minage, un prélèvement d'eau d'un débit maximum de 20 l/s est prévu dans la Sarenne, par pompage en amont du pont de la RD 211a.

La restitution des eaux se fera dans la Sarenne, en aval de la plateforme de travaux, après traitement préalable : les eaux de la plateforme seront décantées dans des bassins et les eaux de la galerie seront traitées dans une station mobile de traitement des eaux.

Le débit maximal de rejet dans la Sarenne atteindra 100 $m^3$/h, soit 28 l/s (débit maximal du prélèvement + venues d'eau). Le dispositif de traitement des eaux sera dimensionné de manière à pouvoir traiter ce débit de pointe.

#### 2.4.6.2. Forages dirigés

Les besoins en eau pour les forages dirigés ne sont pas directement liés à l'opération de forage (la machine peut forer à sec), mais plutôt à l'évacuation gravitaire des cutting en aval

du forage (marinage hydraulique). Le fluide est recyclé à 80-90 % dans deux réservoirs décanteurs de 50 $m^3$ au total, positionnés à proximité de la plateforme de forage (en pied de falaise pour le DDS aval et dans la caverne au fond de la galerie intermédiaire pour le DDS amont).

Ainsi, en dehors d'un prélèvement initial à un débit maximum de 6 l/s, réalisé par pompage dans la Sarenne, les prélèvements en eau lors des travaux de forage dirigé amont et aval seront peu soutenus (compléments pour compenser les pertes de l'ordre de 10 à 20 %).

Les conditions de restitution seront identiques à celles décrites pour la galerie intermédiaire.

## 2.5. AUTRES DOSSIERS D'EXECUTION SUR LE PROJET

**Cinq Dossiers d'Exécution de Travaux** ont été déposés pour des reconnaissances géotechniques afin d'optimiser le tracé du projet, mais également pour optimiser son planning de mise en service compte tenu du délai maximal fixé par le cahier des charges de concession (démolition de l'ancienne usine de 1975, confortement de falaise, préparation de plateformes, …).

| Dossiers d'exécution | Dépôt dossier | Autorisation préfectorale | Travaux |
|---|---|---|---|
| **Dossier d'Exécution d'Ouvrages** *(Projet abandonné)* | 25/09/2015 | | |
| **Dossier d'Exécution de Travaux n°1** : *« Démolition de l'ancienne usine hydroélectrique et travaux de sécurisation »* | Fév. 2016 | 7/03/2016 | Réalisés en 2016 |
| **Dossier d'Exécution de Travaux n°2** : *« Reconnaissances géotechniques – Campagne aval - Sondages horizontaux »* | Janv. 2017 | 14/03/2017 | Réalisés en mars 2017 |
| **Dossier d'Exécution de Travaux n°3** *« Reconnaissances géotechniques – Campagne aval - Sondages sur la piste »* | Janv. 2017 | | |
| **Dossier d'Exécution de Travaux n°4** *« Reconnaissances géotechniques – Campagne amont - Sondages profonds »* | Avril 2017 | 28/08/2017 | Réalisés à l'automne 2017 |
| **Dossier d'Exécution de Travaux n°5** *« Travaux préparatoires »* | Oct. 2017 | 15/03/2018 | Prévus d'août à décembre 2018 |

*Tableau 2 : Synthèse des dossiers d'exécution et des autorisations de travaux préalables*

## 2.6. PLANNING DES TRAVAUX

En dehors des travaux préparatoires (associés au DET n°5 ci-dessus), les travaux sont envisagés à partir de décembre 2018 et débuteront par le déboisement de la future plateforme de dépôt des déblais de la galerie, puis le creusement de la galerie intermédiaire.

La fin des travaux (mise en service de la centrale) est envisagée pour le 1er semestre 2022.

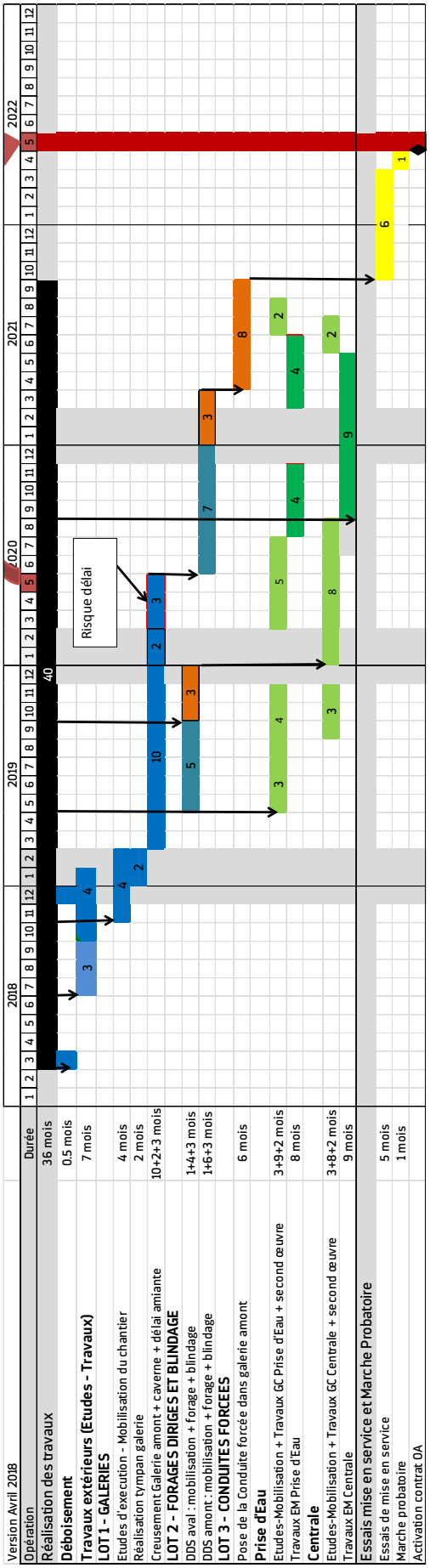



*Figure 15 : Planning prévisionnel des travaux*

## 2.7. COTES, DEBITS ET PUISSANCES CARACTERISTIQUES

### 2.7.1. *Débits*

La superficie du bassin versant de Sarenne au droit de la prise d'eau est de 27,85 km². Le module de la rivière à la prise d'eau est estimé à 1 080 l/s.

Le débit maximum d'équipement des installations sera supérieur au module de la rivière, afin de capter une part plus importante en fonte des neiges. La valeur de prélèvement maximum autorisée est de 1 800 l/s.

Le débit réservé retenu, de 120 l/s, identique à celui de l'ancienne installation hydroélectrique, correspond à 11 % du module interannuel calculé pour le torrent de la Sarenne au droit de la nouvelle prise d'eau (1,08 m³/s). Le débit moyen annuel turbiné a été estimé à 780 l/s.

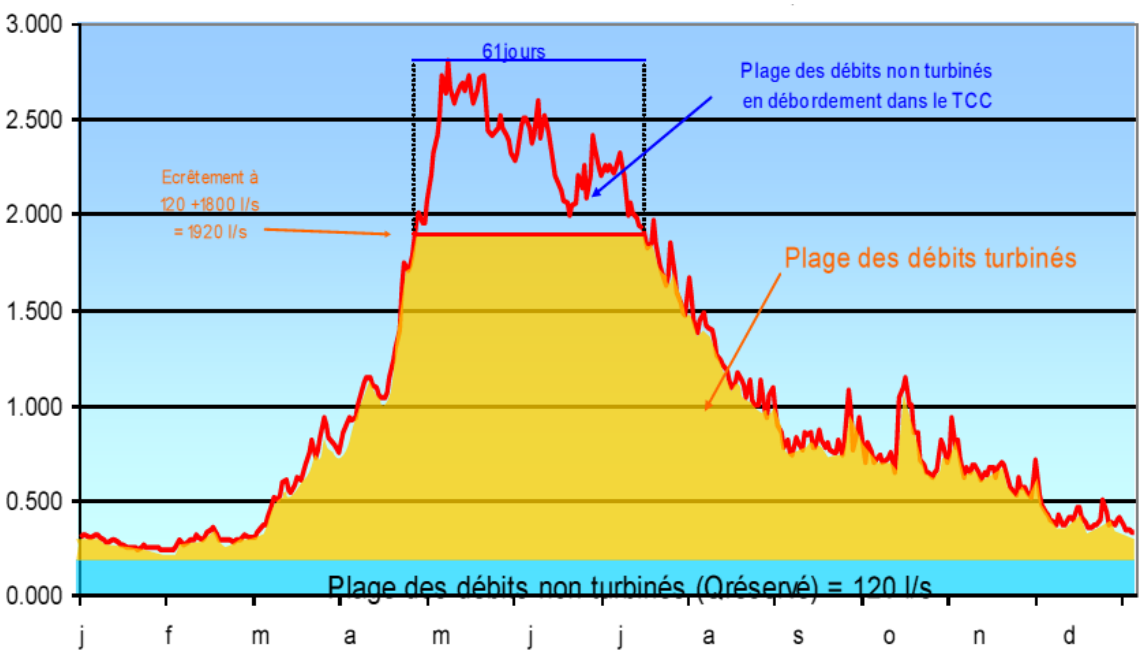



*Figure 16 : Visualisation des différents débits caractérisant le projet*

### 2.7.2. *Hauteur de chute*

La prise d'eau comporte un seuil transversal à l'écoulement de la Sarenne. Les eaux sont dérivées en rive gauche de la Sarenne dans un ouvrage à construire.

Conformément au cahier des charges la retenue normale à la prise d'eau sera à la cote 1 455,80 m NGF. La cote d'arase du seuil est fixée à 1 456 m NGF.

Les eaux turbinées sont restituées à la Sarenne dans la plaine du Bourg-d'Oisans, où est implantée la centrale hydroélectrique. La cote de restitution est fixée à 721 m NGF.

### 2.7.3. *Volume stockable*

La centrale turbinera au « fil de l'eau », en respectant la transparence hydraulique au niveau des ouvrages de prise d'eau.

Une retenue de faible capacité (environ 1 000 $m^3$) sera créée lors de la construction du barrage-seuil, mais cette retenue se comblera progressivement.

La prise d'eau est protégée de l'engravement au moyen d'un chenal de dégravement et d'une vanne de chasse.

### 2.7.4. *Puissances caractéristiques et énergie*

La **puissance maximale brute** (PMB) hydraulique, calculée à partir du débit nominal et de la hauteur de chute brute ($H_b$) est de **12 975 kW**.

La **puissance maximale disponible** (PMD) intègre les pertes de charge et de rendement. Cette puissance est celle qui sera délivrée au réseau en période de pointe de production. Elle est estimée à **9 862 kW**.

Le **productible moyen annuel est estimé à 33 565 MWh**.

# 3. JUSTIFICATION DU PROJET

## 3.1. CONDITIONS D'ATTRIBUTION DE LA CONCESSION

La production d'énergie hydroélectrique contribue au « panier » des moyens de production d'énergie renouvelable. Historiquement, cette énergie a été la première à permettre une production d'énergie électrique en grande quantité et a permis le développement industriel de toutes les zones de montagne en France (la « Houille blanche »). Pour l'État cet intérêt stratégique se traduit pour les plus gros aménagements par la mise en place d'un régime dit de concession.

Lorsque l'État (le concédant) délivre une concession d'aménagement hydroélectrique à un opérateur industriel (le concessionnaire), il organise et contrôle la valorisation optimale du potentiel de production. Les impacts environnementaux potentiellement importants associés à ce type d'aménagement sont bien connus et constituent une préoccupation centrale des producteurs et de l'État. Les enjeux de compatibilité entre bénéfices et coûts environnementaux s'analysent à l'échelle locale (insertion dans le site) mais aussi à une échelle plus globale (politique énergétique nationale).

En bonne gestion patrimoniale, il est donc essentiel que ce type d'aménagement optimise au mieux le potentiel énergétique du site dans le respect des enjeux écologiques et paysagers locaux.

Dans le cas de l'aménagement hydroélectrique de la Sarenne, le cahier des charges, la mise en concurrence et le choix du projet retenu ont été effectués par l'État. Le projet proposé par la SAS La Sarenne a été sélectionné parmi deux projets alternatifs présentés lors de la mise en concurrence. Ses avantages résidaient notamment dans une exploitation au fil de l'eau (incidence réduite sur les milieux aquatiques), une meilleure gestion des risques en phase d'exploitation et une insertion paysagère plus aboutie (chemin d'eau souterrain), tout en valorisant le potentiel énergétique.

Les principaux partis pris techniques (tracé du chemin d'eau souterrain notamment) ont été largement commandés par les contraintes géotechniques, avec un souci de valorisation des aménagements préexistants et de pertinence économique.

## 3.2. COMPATIBILITE AVEC LES OBJECTIFS DE DEVELOPPEMENT DE LA RESSOURCE HYDROELECTRIQUE

Pour favoriser le nécessaire compromis entre les deux enjeux de développement des énergies renouvelables et de protection des milieux naturels, le paragraphe III de l'article L. 212-1 du code de l'environnement précise que les SDAGE doivent prendre en compte l'évaluation du potentiel hydroélectrique des grands bassins hydrographiques en application du paragraphe I de l'article 6 de la loi n° 2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité.

Dans le cadre du SDAGE Rhône-Méditerranée, une étude d'évaluation du potentiel hydroélectrique a été réalisée à l'échelle de l'ensemble du bassin Rhône-Méditerranée. Elle

avait pour vocation de contribuer à la mise en cohérence des engagements internationaux de la France au titre de la directive européenne cadre sur l'eau (DCE) et de la directive sur les énergies renouvelables (ENR).

Le potentiel mobilisable a été estimé en distinguant plusieurs catégories en fonction des enjeux environnementaux définis d'après les réglementations environnementales existantes (classements de cours d'eau, périmètres de protection, réseau Natura 2000, prescriptions du SDAGE, chartes des parcs nationaux, …). Quatre catégories indicatives ont été retenues : « potentiel non mobilisable », « potentiel très difficilement mobilisable », « potentiel mobilisable sous conditions strictes » et « potentiel mobilisable sous conditions courantes ».

Selon les critères proposés et appliqués à **la Sarenne**, le potentiel est considéré comme **mobilisable mais sous conditions strictes** (partie aval de l'aménagement incluse dans un site du réseau Natura 2000 non lié aux migrateurs amphihalins et concernée par la charte du Parc National des Écrins).

Le projet contribue au respect des objectifs de production planifiée par l'État.

Le **Schéma Régional Climat Air Énergie** (SRCAE), décline au niveau régional, en fonction des potentialités des territoires, les engagements de la France, à l'horizon 2020, à réduire de 20 % ses émissions de gaz à effet de serre, à améliorer de 20 % son efficacité énergétique et à porter à 23 % la part des énergies renouvelables dans sa consommation d'énergie finale.

L'objectif de ce schéma est de définir les orientations et les objectifs régionaux aux horizons 2020 et 2050 en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de maîtrise de la demande énergétique, de développement des énergies renouvelables, de lutte contre la pollution atmosphérique et d'adaptation au changement climatique. Le SRCAE de la région Rhône-Alpes a été approuvé le 23 avril 2014.

Vis-à-vis du potentiel de développement de la production d'hydroélectricité, le SRCAE indique une fourchette de 134 et 600 GWh/an de productible supplémentaire par rapport à 2005, d'ici à 2020.

Le **projet d'aménagement hydroélectrique de la Sarenne s'inscrit dans cet objectif**. La production moyenne annuelle estimée de 33,2 GWh/an représente entre 6 et 25 % du productible supplémentaire envisagé dans le SCRAE.

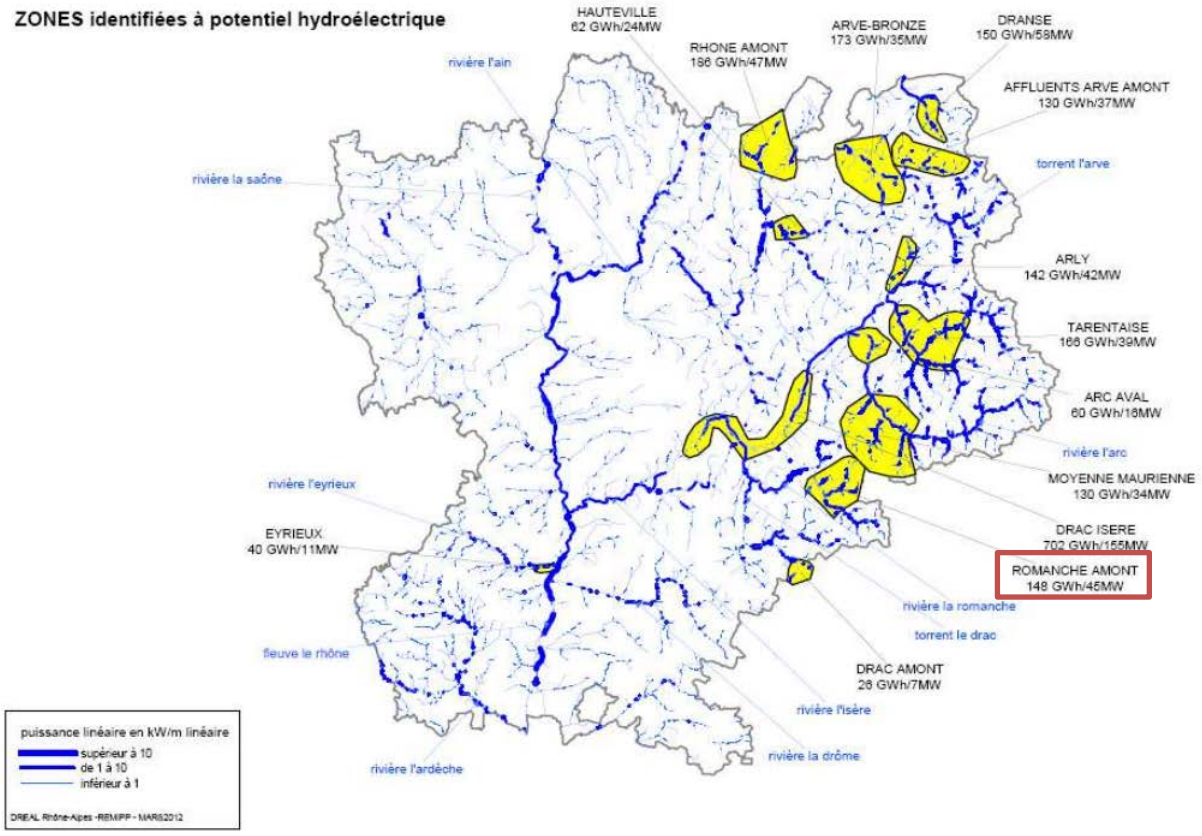



*Figure 17 : Zones identifiées à potentiel pour l'hydroélectricité – SRCAE Rhône-Alpes, 2014*

## 3.3. OPTIMISATION DU PROJET

Le projet initialement retenu dans le cadre du cahier des charges de la concession, approuvé le 22 juillet 2014, prévoyait un chemin d'eau souterrain décomposé en trois galeries subhorizontales successives, reliées entre elles par deux puits verticaux.

L'acquisition de données complémentaires, permettant de mieux caractériser les fortes contraintes techniques du secteur (sondages géotechniques, analyses géochimiques, …), a conduit le concessionnaire à envisager différentes adaptations au projet initialement approuvé dans le cadre du cahier des charges de la concession, tout en **respectant les caractéristiques principales de l'aménagement définies dans le cahier des charges**.

Ainsi, quatre versions du projet d'aménagement ont été étudiées de façon détaillée :

1) le projet initial approuvé au titre du Cahier des charges de la concession en juillet 2014 ;
2) le projet ayant fait l'objet du dépôt d'un dossier d'exécution des ouvrages en septembre 2015, finalement abandonné ;
3) le projet déposé en janvier 2018 ;
4) le projet actuel, objet de la mise à jour du dossier d'exécution des ouvrages (la principale modification consistant en la suppression du réalésage de la galerie existante et le passage en forage dirigé sur ce tronçon).

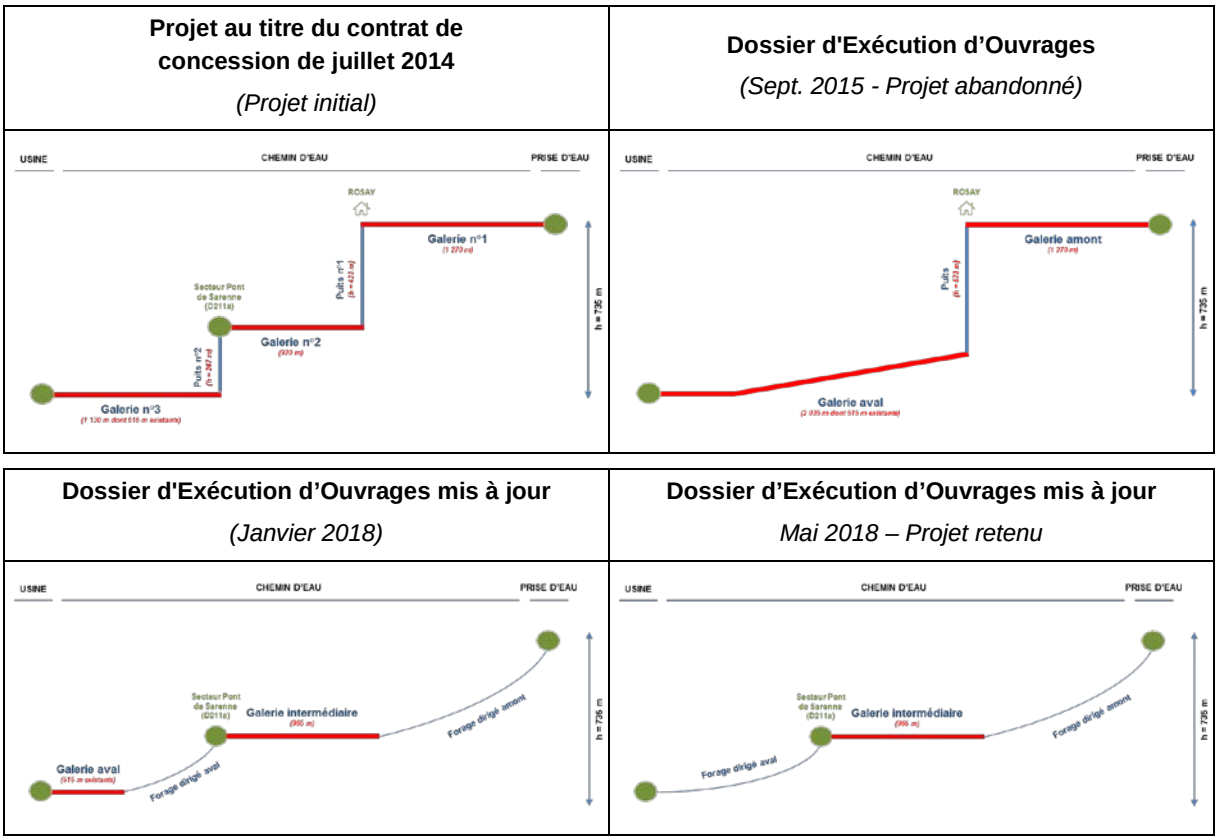



*Figure 18 : Schémas de principe des quatre projets étudiés*

**➔ Les différences fondamentales entre ces quatre projets résident dans le tracé et les modalités de creusement du chemin d'eau souterrain.**

Le projet retenu, présenté au titre du présent dossier d'exécution des ouvrages, apparaît comme le plus pertinent par rapport aux contraintes géologiques, aux enjeux technico-économiques, humains (trafic routier, nuisances sonores et visuelles, risque pour les populations, …) et aux enjeux écologiques.

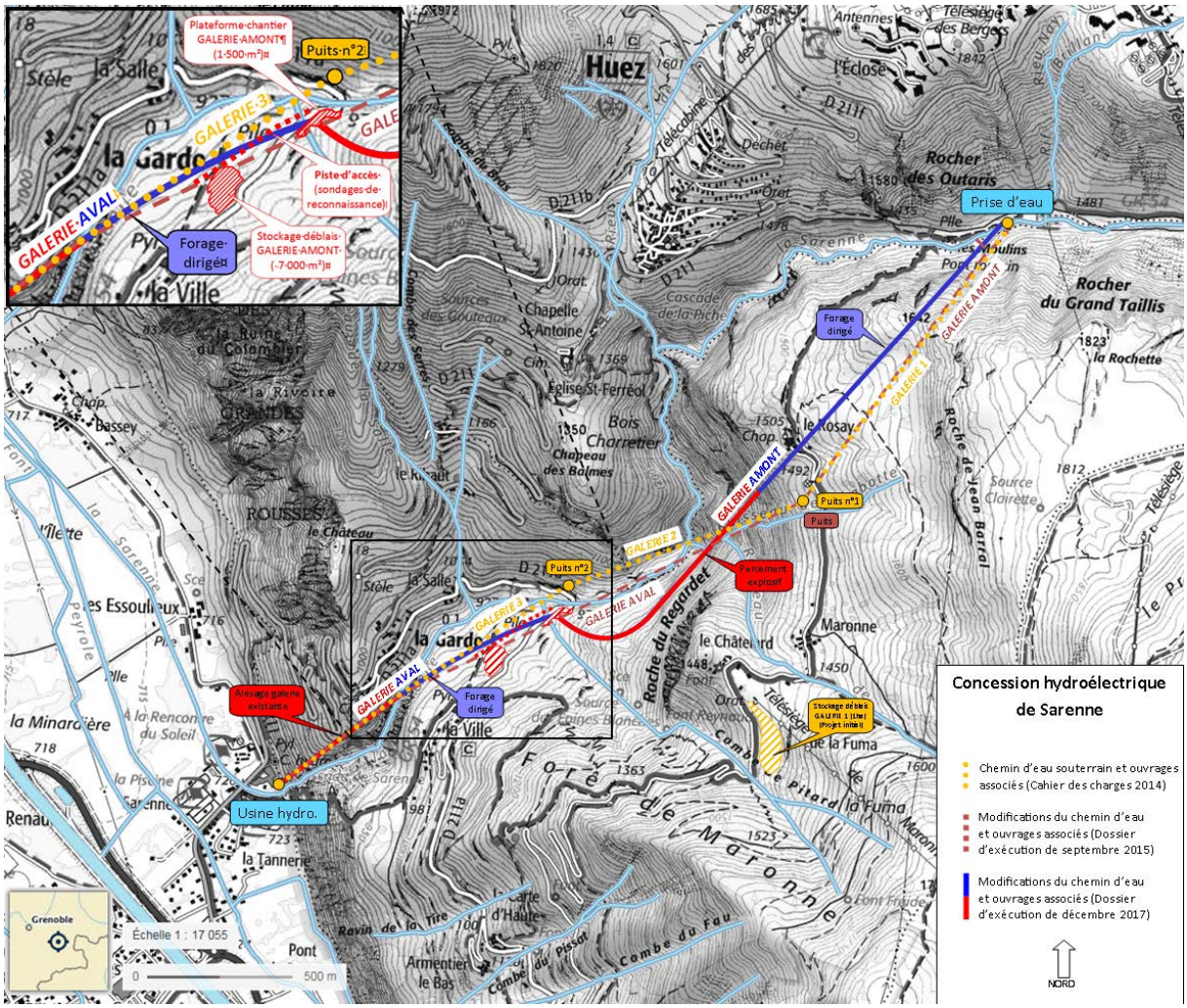



*Figure 19 : Vue en plan des projets étudiés*

Les caractéristiques et les incidences principales des projets étudiés sont résumées dans le tableau ci-après.

| | **Projet Contrat de concession** *(Juil. 2014)* ***Source : étude d'impact du dossier de concession*** | **Projet Dossier d'Exécution d'Ouvrages** *(Sept. 2015 – Projet abandonné)* | **Projet Dossier d'Exécution d'Ouvrages mis à jour** *(Mai 2018 - Projet retenu)* |
|---|---|---|---|
| **Tracé du projet** | - 3 galeries souterraines horizontales / 2 puits verticaux<br>- 4 sorties aériennes : prise d'eau / tête de puits n°1 / tête de puits n°2 / usine | - 2 galeries souterraines horizontales / 1 puits vertical<br>- 3 sorties aériennes : prise d'eau / tête de puits / usine | - 1 galerie souterraine / 2 forages dirigés<br>- 3 sorties aériennes : prise d'eau / jonction des 2 tronçons du chemin d'eau / usine |
| **Emprises travaux** | Prise d'eau (accès / plateforme / ouvrages) : ~ 800 m²<br>Galerie 1 (création d'un dépôt des déblais au Châtelard) : ~ 10 000 m²<br>Puits n°1 (accès/plateforme) : ~ 2 000 m²<br>Puits n°2 (plateforme) : ~ 100 m² | Prise d'eau (accès / pont / plateforme / ouvrages) : ~ 3 000 m²<br>Zone de dépôt amont : ~ 2 500 m²<br>Puits (accès/plateforme/zone de dépôt) : ~ 5 000 m² | Prise d'eau (accès / plateforme / ouvrages / dessableur) : ~ 2 500 m²<br>Secteur Pont de Sarenne :<br>• plateforme attaque : ~ 1 500 m²<br>• plateforme viroles en bordure RD211a : ~ 7 000 m² mobilisé pour 2 000 m² utiles<br>• piste de reconnaissance : ~ 1 400 m² |
| | **TOTAL : ~ 12 900 m²** | **TOTAL : ~ 10 500 m²** | **TOTAL : ~ 12 400 m²** |
| **Emprises définitives utiles** | Prise d'eau (accès/plateforme/ ouvrages) : ~ 800 m²<br>Puits n°1 (accès/plateforme) : ~ 2 000 m²<br>Puits n°2 (plateforme) : ~ 100 m² | Prise d'eau (accès / pont / ouvrages) : ~ 1 500 m²<br>Puits (accès/plateforme/zone de dépôt) : ~ 2 500 m² | Prise d'eau (accès / ouvrages / dessableur) : ~ 1 000 m²<br>Plateforme attaque (dont reco.) : ~ 1 500 m²<br>Plateforme en bordure RD211a : ~ 2 000 m² |
| | **TOTAL : ~ 2 900 m²** | **TOTAL : ~ 4 000 m²** | **TOTAL : ~ 4 500 m²** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Volume de déblais** | Galerie 1 : ~ 12 500 $m^3$<br>Galerie 2 + puits n°1 : ~ 10 000 $m^3$<br>Galerie 3 + puits n°2 : ~ 6 500 $m^3$ | Galerie amont : 35 000 $m^3$<br>Galerie aval + puits : 40 000 $m^3$<br>*(Explosif + raise-boring pour le puits)* | Prise d'eau : ~ 5 000 $m^3$<br>Galerie intermédiaire : ~ 26 000 $m^3$<br>Forages dirigés : ~ 1 100 $m^3$<br>Terrassements rocheux : ~ 2 500 $m^3$ |
| | **TOTAL : ~ 29 000 $m^3$** | **TOTAL : ~ 75 000 $m^3$** | **TOTAL : ~ 34 600 $m^3$** |
| **Environnement naturel** | - Pas d'espèces protégées ou d'habitats d'espèces protégées impactés d'après les conclusions de l'étude d'impact (problématique non abordée en réalité)<br>- Milieux ouverts très sensibles (pelouses sèches / prairies pâturées) concernés par le projet (puits n°1)<br>- Maintien de la connectivité amont/aval sur la Sarenne par installation d'ouvrages de montaison et de dévalaison<br>- Végétalisation des terrains remaniés | - Pas d'espèces protégées ou d'habitats d'espèces protégées impactés en première analyse (compléments d'inventaires naturalistes programmés)<br>- Milieux ouverts très sensibles (pelouses sèches / prairies pâturées) concernés par le projet (puits)<br>- Maintien de la connectivité amont/aval sur la Sarenne par installation d'ouvrages de montaison et de dévalaison<br>- Végétalisation des terrains remaniés | **- Pas d'espèces protégées** impactées déroulement du cycle biologique et état de conservation des espèces protégées préservés (inventaires naturalistes spécifiques)<br>- **Milieux ouverts très sensibles évités** (pelouses sèches / prairies pâturées) + reconstitution de pelouses sèches / milieux ouverts / mosaïque d'habitats sur talus de la plateforme en bordure de la RD211a<br>- Maintien des corridors écologiques terrestres (aucune discontinuité induite par les travaux dans les espaces boisés)<br>- Maintien de la connectivité amont/aval sur la Sarenne par installation d'ouvrages de montaison et de dévalaison<br>- Végétalisation des terrains remaniés |
| **Aspect paysager** | - Bâtiment usine de 35 m de long sur 10 m de haut en vis-à-vis du camping | - Bâtiment usine de 35 m de long sur 10 m de haut en vis-à-vis du camping<br>- Piste d'accès au puits très visible depuis la route<br>- Double piste d'accès à la prise d'eau d'environ 150 ml (RD et RG) | - Bâtiment usine en retrait, partiellement masqué par la paroi rocheuse et la digue<br>- Intégration paysagère de la plateforme en bordure de la RD 211a<br>- Dessableur et chambre de mise en charge extérieurs (40 ml RG) |
| **Environnement humain** | - Percement des galeries réalisé exclusivement à l'explosif (bruit + vibrations + volume de déblais important)<br>- 8 hameaux de la commune de La Garde concernés par le transit routier en phase chantier<br>- Contrainte de la neige pour l'évacuation des déblais depuis les sites en altitude : volumes importants (galeries 1 et 2) | - Percement des galeries réalisé exclusivement à l'explosif (bruit + vibrations + volume de déblais important)<br>- 8 hameaux de la commune de La Garde concernés par le transit routier en phase chantier<br>- Volume de déblais évacué par route très important (35 000 à 70 000 $m^3$)<br>- Contrainte de la neige pour l'évacuation des déblais depuis les sites en altitude : volumes très importants (galerie amont) | - Linéaire de galerie percé à l'explosif **divisé par 3** (donc **volume de déblais moindre**), le reste étant réalisé par forage dirigé<br>**- Seulement 2 hameaux de la Garde concernés** par le transit routier du chantier (suppression de la sortie aérienne du Rosay)<br>- Contrainte de la neige pour l'évacuation des déblais depuis les sites en altitude : volumes limités (prise d'eau) |
| **Risque du chantier** | - Présence d'amiante lors des travaux de creusement des galeries : risque non analysé dans l'étude d'impact<br>- Risque d'effondrement des galeries : traversée de zones de failles importantes en rive droite de la Sarenne (galerie 2)<br>- Couverture rocheuse limitée lors de la traversée de la Sarenne par la galerie 2 : risque de venues d'eau importantes | - Présence d'amiante lors des travaux de creusement des galeries : analyse du risque peu développée dans le dossier d'exécution, volumes excavés importants<br>- Risque d'effondrement des galeries : adaptation du tracé pour éviter la rive droite de la Sarenne (galerie aval)<br>- Couverture rocheuse importante pour la traversée de la Sarenne par la galerie aval | - Présence d'amiante lors des travaux de creusement du chemin d'eau : adaptation du projet pour limiter le volume de roches amiantifère à excaver (tracé de la galerie + forages dirigés)<br>- Risque d'effondrement de la galerie : limitation du linéaire (moindre risque d'effondrement des forages dirigés) + rive droite de la Sarenne évitée<br>- Couverture rocheuse importante pour la traversée de la Sarenne (forage dirigé aval) |

*Tableau 3 : Caractéristiques et incidences principales des projets étudiés*

Le projet retenu dans le cadre du présent dossier d'exécution des ouvrages apparaît comme le plus pertinent par rapport aux contraintes géologiques et techniques, aux enjeux humains (trafic routier, nuisances sonores et visuelles, risque pour les populations, …) et aux enjeux écologiques.

| **Projet Contrat de concession**<br>*(Juil. 2014)* | **Projet Dossier d'Exécution d'Ouvrages**<br>*(Sept. 2015 – Projet abandonné)* | **Projet Dossier d'Exécution d'Ouvrages mis à jour**<br>*(Mai 2018 - Projet retenu)* |
|---|---|---|
| Emprises travaux et volumes de matériaux excavés approximatifs → **risque de dérive avec un projet plus détaillé**<br>Problématique **« espèces protégées » mal maîtrisée**<br>**Nuisances importantes** liées au trafic routier<br>**Risque amiante non maîtrisé** → risque de dérive du coût des travaux, exposition du personnel intervenant sur les chantiers | Volumes de matériaux excavés **très importants** et **filières de valorisation mal identifiées**<br>Problématique **« espèces protégées » mal maîtrisée**<br>**Très fortes nuisances** liées au trafic routier<br>Risque amiante identifié → **surcoût potentiel important** lié à aux adaptations nécessaires du chantier | **Optimisation du volume** de matériaux excavés + **gestion locale** de la majorité des déblais<br>Analyse précise de l'enjeu « **espèces protégées** » / inventaires complémentaires / **adaptation des emprises et des modalités d'intervention** à cette problématique<br>Nuisances liées au trafic routier **limitées**<br>**Risque amiante intégré** : adaptation du tracé du chemin d'eau, des méthodes de creusement / identification précise des tronçons à risque / procédure détaillée pour les travaux en présence d'amiante |

*Tableau 4 : Synthèse des principaux enjeux des projets étudiés*

## 3.4. JUSTIFICATION TECHNIQUE DU PROJET RETENU

La partie la plus sensible du projet concerne le chemin d'eau souterrain. Voici la synthèse des 5 solutions techniques qui ont été envisagées :

1) Une ou plusieurs galeries subhorizontales creusées à l'explosif et reliées par des puits verticaux ;
2) Une ou plusieurs galeries subhorizontales creusées par micro-tunnelier et reliées par des puits verticaux ;
3) Un ou plusieurs tronçons de conduite en tranchée ;
4) Un ou plusieurs tronçons de conduite aérienne ;
5) Un ou plusieurs forages dirigés reliés par une ou plusieurs galeries creusées à l'explosif.

Les solutions de conduites en tranchée ou aériennes ont rapidement été abandonnées dans la mesure où elles différaient trop du projet présenté dans le dossier de demande de concession et ne respectaient donc pas le Cahier des charges de la Concession. En outre, ces solutions induisent une emprise extérieure beaucoup plus importante que les autres solutions, augmentant considérablement les impacts environnementaux. Par ailleurs, l'instabilité générale des terrains traversés (risques de glissement de terrain, de chutes de pierres et de blocs, d'avalanche, …) disqualifie ces solutions.

La solution de galeries subhorizontales reliées par un ou plusieurs puits verticaux présente des contraintes techniques fortes liées à la réalisation du ou des puits verticaux.

La nécessité d'amener la tête de foration au pied du puits par la galerie subhorizontale inférieure et d'évacuer les déblais par cette même galerie est très pénalisante en cas de creusement par micro-tunnelier. Cela implique l'utilisation d'engins et matériels aux dimensions adaptées, ce qui induit un surcoût considérable.

L'utilisation d'un tunnelier de plus grande dimension est rendu impossible par les contraintes d'acheminement du matériel. De plus, l'avantage principal du micro-tunnelier (= volume de déblais moindre) disparaît.

Le creusement des galeries à l'explosif présente les avantages d'une technique fiable, maîtrisée et relativement simple à mettre en œuvre. En contrepartie, les nuisances sont plus

importantes (bruit, vibrations, empoussièrement, volumes de déblais) et le dispositif est davantage sensible aux contraintes géologiques (terrains instables, massif fortement fracturé, …).

Le choix du **forage dirigé** a l'avantage de limiter considérablement les volumes de déblais et les nuisances liées au chantier. Cependant, des limitations techniques, notamment la longueur du chemin d'eau à réaliser (près de 3 500 m de long), la hauteur de chute totale (735 m) et la difficulté d'accès à des points de sortie intermédiaires, interdisent le recours exclusif à cette méthode.

Compte tenu des avantages et limites de chaque méthode, sur le plan technique et vis-à-vis des nuisances associées, aucune solution simple n'a été jugée satisfaisante. Ainsi, le projet retenu représente la meilleure association des différentes techniques envisagées en fonction des contraintes géologiques, environnementales, techniques et financières.

**Le dessableur :**

Cet ouvrage « à l'air libre » est une nouveauté de l'aménagement. Il assure la sédimentation de l'eau avant son entrée dans la chambre de mise en charge. Rappelons qu'une eau turbinée chargée en sédiments, endommage considérablement les turbines. Il vient en remplacement du rôle de dessableur que jouait la galerie subhorizontale n°1 du projet initial, à l'extrémité de laquelle l'eau était mise en charge (secteur du Rosay).

# 4. COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES PLANS ET SCHEMAS DIRECTEURS

L'analyse de la compatibilité du projet d'aménagement de la Sarenne avec le SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée et le SAGE Drac-Romanche a été réalisée dans le cadre de l'étude d'impact du dossier de demande de concession, sur la base du SDAGE 2010-2015 et du SAGE approuvé en 2010.

Les modifications apportées au projet initial sont d'ordre technique et concernent essentiellement le chemin d'eau souterrain. Les caractéristiques principales du projet approuvé au cahier des charges de la concession d'aménagement hydroélectrique de la Sarenne demeurent inchangées. Ainsi, les cotes de prise d'eau et de restitution, le dimensionnement des ouvrages de prise d'eau et de l'usine hydroélectrique, le débit maximal d'équipement et le débit réservé, maintenu dans le tronçon court-circuité de la Sarenne, sont respectés.

Dans ces conditions, les conclusions, vis-à-vis de la compatibilité du projet avec le SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée et le SAGE Drac-Romanche, de l'étude d'impact validée en juillet 2014 sont maintenues et ne nécessitent pas d'actualisation.

## 4.1. COMPATIBILITE AVEC LE SDAGE RHONE-MEDITERRANEE

Le SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée définit 8 orientations fondamentales sur la période 2016-2021 :

- OF0 : S'adapter aux effets du changement climatique ;
- OF1 : Privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité ;
- OF2 : Concrétiser la mise en œuvre du principe de non dégradation des milieux aquatiques ;
- OF3 : Prendre en considération les enjeux économiques et sociaux des politiques de l'eau et assurer une gestion durable des services publics d'eau et d'assainissement ;
- OF4 : Renforcer la gestion locale de l'eau par bassin versant et assurer la cohérence entre aménagement du territoire et gestion de l'eau ;
- OF5 : Lutter contre les pollutions, en mettant la priorité sur les pollutions par les substances dangereuses et la protection de la santé ;
    - OF5a : Poursuivre les efforts de lutte contre les pollutions d'origine domestiques et industrielles ;
    - OF5b : Lutter contre l'eutrophisation des milieux aquatiques ;
    - OF5c : Lutter contre les pollutions par les substances dangereuses ;
    - OF5d : Lutter contre les pollutions par les pesticides par des changements conséquents des pratiques actuelles ;
    - OF5e : Évaluer, prévenir et maitriser les risques pour la santé humaine ;

- OF6 : Préserver et restaurer le fonctionnement naturel des milieux aquatiques et des zones humides ;
  - OF6a : Agir sur la morphologie et le décloisonnement pour préserver et restaurer les milieux aquatiques ;
  - OF6b : Préserver, restaurer et gérer les zones humides ;
  - OF6c : Intégrer la gestion des espèces de la faune et de la flore dans les politiques de gestion de l'eau ;
- OF7 : Atteindre l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir ;
- OF8 ; Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques.

Le projet d'aménagement hydroélectrique de la Sarenne est plus particulièrement concerné par les dispositions 2-01, 2-02, 6A-03, 6A-12, 6B-04, 6C-03, 6C-04.

***2-01 – Mettre en œuvre de manière exemplaire la séquence « éviter-réduire-compenser » & 2-02 – Évaluer et suivre les impacts des projets***

L'actualisation en 2018 de l'Étude d'impact du projet d'aménagement hydroélectrique de la Sarenne a permis d'intégrer de façon plus satisfaisante les évolutions de la réglementation vis-à-vis de la rédaction des études d'impact et de l'application de la séquence ERC par rapport à l'étude d'impact du projet initial, validé en juillet 2014.

Un suivi de l'évolution du peuplement et des habitats piscicole dans le tronçon court-circuité de la Sarenne et un suivi de la dissémination des plantes exotiques envahissantes sont proposés dans le cadre de l'Étude d'impact actualisée.

***6A-03 – Préserver les réservoirs biologiques et poursuivre leur caractérisation***

Le cours de la Sarenne en aval de la RD211 et deux de ses affluents (le Nou et le Fond Peyrolle) sont identifiés comme réservoir biologique dans le SDAGE 2016-2021 du bassin Rhône-Méditerranée. Des mesures ont été intégrées au projet afin d'assurer la circulation piscicole (ouvrages de montaison et de dévalaison au niveau de la prise d'eau) et de maintenir la capacité de transport sédimentaire (adaptation du seuil).

***6A-12 – Maîtriser les impacts des nouveaux ouvrages***

L'ouvrage de prise d'eau a été conçu et modifié de manière :

- à respecter les besoins d'accès de la faune aquatique aux zones de croissance, d'alimentation et de frai ;
- à préserver les réservoirs biologiques et leurs fonctions indispensables aux cycles de vie des espèces (essaimage, alimentation, refuge, …) ;
- à ne pas créer de déséquilibre du fonctionnement du transport sédimentaire ;
- à inclure des mesures de réduction d'impact.

Des ouvrages de montaison et de dévalaison ont été intégrés au projet dans cette optique. Des adaptations de ces ouvrages ont été discutées et validées auprès des services techniques de l'AFB. Par ailleurs, la conception du seuil de la prise d'eau a été revue afin d'assurer la transparence de l'ouvrage vis-à-vis du transport sédimentaire.

Pour les travaux réalisés directement dans lit mineur, deux mesures d'évitement ou de réduction des incidences ont été retenues :

- pour les interventions ponctuelles, le phasage a été adapté afin de respecter la période de reproduction de la truite fario (novembre à avril) ;
- pour les travaux de terrassement et de génie civil des ouvrages de la prise d'eau, la zone de travaux sera isolée physiquement de la Sarenne (batardeau en graviers + busage temporaire).

***6B-04 – Préserver les zones humides en les prenant en compte dans les projets***

Dans le cadre de l'Étude d'impact actualisée, le pétitionnaire s'est assuré de l'absence d'incidence du projet sur les zones humides identifiées dans la zone d'étude élargie.

***6C-03 – Favoriser les interventions préventives pour lutter contre les espèces exotiques envahissantes & 6C-04 – Mettre en œuvre des interventions curatives adaptées aux caractéristiques des différents milieux***

Plusieurs mesures ont été adoptées dans le projet pour éviter ou, à défaut, empêcher le développement d'espèces exotiques envahissantes. Un inventaire floristique sera réalisé avant le début des travaux de terrassement afin de s'assurer de l'absence de plants d'espèces invasives dans l'emprise des travaux. La terre végétale en place sera décapée au début des opérations de terrassement et réemployée à la fin des travaux. L'ensemble des terrains remaniés feront l'objet d'une végétalisation le plus tôt possible après la fin des travaux. Seules des espèces indigènes, d'origine locale, seront employées pour cette opération de manière à garantir une plus grande efficacité de la recolonisation.

Un suivi spécifique sera réalisé pendant les deux années suivant les travaux de végétalisation afin de s'assurer de l'absence de dissémination de plantes exotiques envahissantes, en particulier de l'ambroisie. En cas de développement avéré, les mesures de destruction et d'arrachage nécessaires seront validées en concertation avec les gestionnaires d'espaces naturels locaux, en particulier le CEN Isère – Avenir et le Parc National des Écrins.

Compte tenu de ces différents éléments, il apparaît que le projet retenu d'aménagement hydroélectrique de la Sarenne est pleinement compatible avec le SDAGE 2016-2021 du bassin Rhône-Méditerranée.

## 4.2. COMPATIBILITE AVEC LE SAGE DRAC-ROMANCHE

Le Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) du Drac et de la Romanche a été approuvé par le Préfet de l'Isère le 13 août 2010. Le périmètre du SAGE englobe le territoire de 119 communes (2 500 km²). Il couvre l'intégralité du bassin versant de la Sarenne.

Le SAGE Drac-Romanche définit un programme d'actions pour mettre en place une gestion équilibrée de la ressource en eau et des milieux aquatiques d'ici à 2020.

La SAS la Sarenne a participé aux travaux d'élaboration du SAGE et la Commission locale de l'Eau, chargée de l'élaboration, de la révision et du suivi de l'application du SAGE, a émis un avis favorable au projet.

Axées autour de 31 objectifs, les préconisations du SAGE répondent à chacun des cinq enjeux prioritaires répertoriés sur le territoire.

***Enjeu 1 : Qualité des eaux***

Le SAGE doit permettre d'améliorer la qualité de l'eau des lacs et des rivières dans le but d'atteindre à minima les objectifs de qualité retenus pour la mise en œuvre de la directive cadre européenne sur l'eau (DCE).

Les objectifs définis pour faire face à cet enjeu concernent :

1) l'amélioration de l'assainissement des rejets domestiques,
2) la limitation des pollutions d'origines agricole, industrielle, artisanale, mais également issues des décharges et des sites et sols pollués.

***Enjeu 2 : Partage de l'eau***

Le SAGE doit permettre d'établir un nouvel équilibre de la ressource en eau. Actuellement les ouvrages hydroélectriques, les prélèvements d'eau en tête de bassin, entraînent des contraintes fortes sur l'utilisation de l'eau et les milieux naturels. Les objectifs définis pour faire face à cet enjeu passent par :

1) une meilleure connaissance de l'impact environnemental des ouvrages hydroélectriques ;
2) la concertation des différents acteurs de l'eau pour les réflexions qui seront menées sur de nouveaux projets de développement hydroélectrique ou la réhabilitation d'anciens ouvrages ;
3) une vision à court et long terme sur l'évolution des prélèvements d'eau en tête de bassin pour la production de neige de culture notamment.

***Enjeu 3 : Eau potable***

Les objectifs du SAGE sont également de préserver la qualité de la ressource et sécuriser l'alimentation en eau potable. Les objectifs qui s'inscrivent pour faire face à cette problématique doivent permettre de :

1) garantir la pérennité des nappes exploitées et celles destinées à l'alimentation en eau potable (AEP) ;
2) préserver les périmètres de protection des captages des pressions liées à l'urbanisme ;
3) développer les connaissances sur la ressource en eau ;
4) prévoir à long terme et améliorer la gestion de l'alimentation en eau potable de l'agglomération grenobloise.

***Enjeu 4 : Milieux naturels***

Le SAGE met l'accent sur la préservation des milieux aquatiques et les zones humides. Compte tenu de la superficie importante du territoire, les actions seront focalisées en priorité sur les espaces naturels qui sont menacés.

Les objectifs définis pour faire face à cet enjeu concernent :

1) une meilleure gestion des berges de cours d'eau, des lacs et des zones humides et une préservation de la faune et de la flore qui y sont associées ;
2) l'amélioration du potentiel écologique des rivières (espace de liberté des cours d'eau, meilleure franchissabilité naturelle pour les populations piscicoles, …) ;
3) restaurer la continuité hydraulique du Drac aval et assurer la remise en eau du secteur asséché.

***Enjeu 5 : Fréquentation de la rivière***

Le SAGE doit permettre d'organiser, dans la mesure du possible, la fréquentation et l'accès à la rivière au regard des impératifs de sécurité des personnes, en développant une certaine culture du risque.

Les objectifs qui résultent de cet enjeu doivent permettre :

1) une ouverture de certains secteurs de la rivière aux loisirs en les conciliant avec les objectifs milieux et les impératifs de sécurité ;
2) la mise en place d'un plan de gestion du transport solide et l'arrêt des extractions de matériaux sauvages.

Le projet de concession sur la Sarenne a été considéré comme compatible avec le SAGE. En particulier, il intègre l'ensemble des recommandations émises par la CLE Drac-Romanche. Celle-ci a donné un avis favorable à ce projet lors de la tenue du bureau de la CLE le 13 janvier 2009.

Le projet respecte l'esprit et la lettre du SAGE du Drac et de la Romanche et plus particulièrement les objectifs 8 et 9 :

Objectif 8 : Préciser les secteurs du développement du potentiel hydroélectrique.

Objectif 9 : Réduire l'impact de l'hydroélectricité sur le potentiel piscicole, assurer le respect du débit réservé et le bon fonctionnement des passes à poissons sur le secteur de La Romanche.

# 5. ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DE LA ZONE D'IMPLANTATION DU PROJET

## 5.1. FACTEURS PHYSIQUES

### 5.1.1. *Caractéristiques du bassin versant*

La Sarenne (code hydrologique : W27450) est un affluent en rive droite de la Romanche. Elle prend sa source au pied du glacier de Sarenne, dans le Massif des Grandes Rousses, à environ 2 800 m d'altitude.

Elle coule en direction nord-sud, puis oblique vers l'ouest au pont des Envers (cote 1820 m). Au pied de la station de l'Alpe d'Huez, elle infléchit son cours vers le sud et descend dans une gorge étroite par une succession de cascades jusqu'au Bourg-d'Oisans. Elle se jette dans la Romanche au lieu-dit « la Vieille Morte ».

Le linéaire total de la Sarenne entre sa source et sa confluence avec la Romanche est de 15 km environ. La superficie de son bassin versant est de 47 $km^2$ avec un point culminant à 3 323 m. Les gorges de la Sarenne s'achèvent par une cascade au débouché de la plaine de la Romanche. Le cours de la Sarenne oblique brutalement vers l'ouest pour rejoindre, après un parcours en plaine de quelques kilomètres, la rivière Romanche.

L'occupation du sol relevée au travers des cartographies Corine Land Cover de 2006 restitue bien les traits marquants du bassin versant avec une forte dominance des alpages, l'emprise urbaine sensible de la station de l'Alpe d'Huez et enfin une couverture glaciaire qui apparaît largement surestimée compte tenu de la situation actuelle.

Les surfaces forestières sont concentrées dans les talwegs et sur les flancs sud, en-deçà de 1 500 m NGF environ.

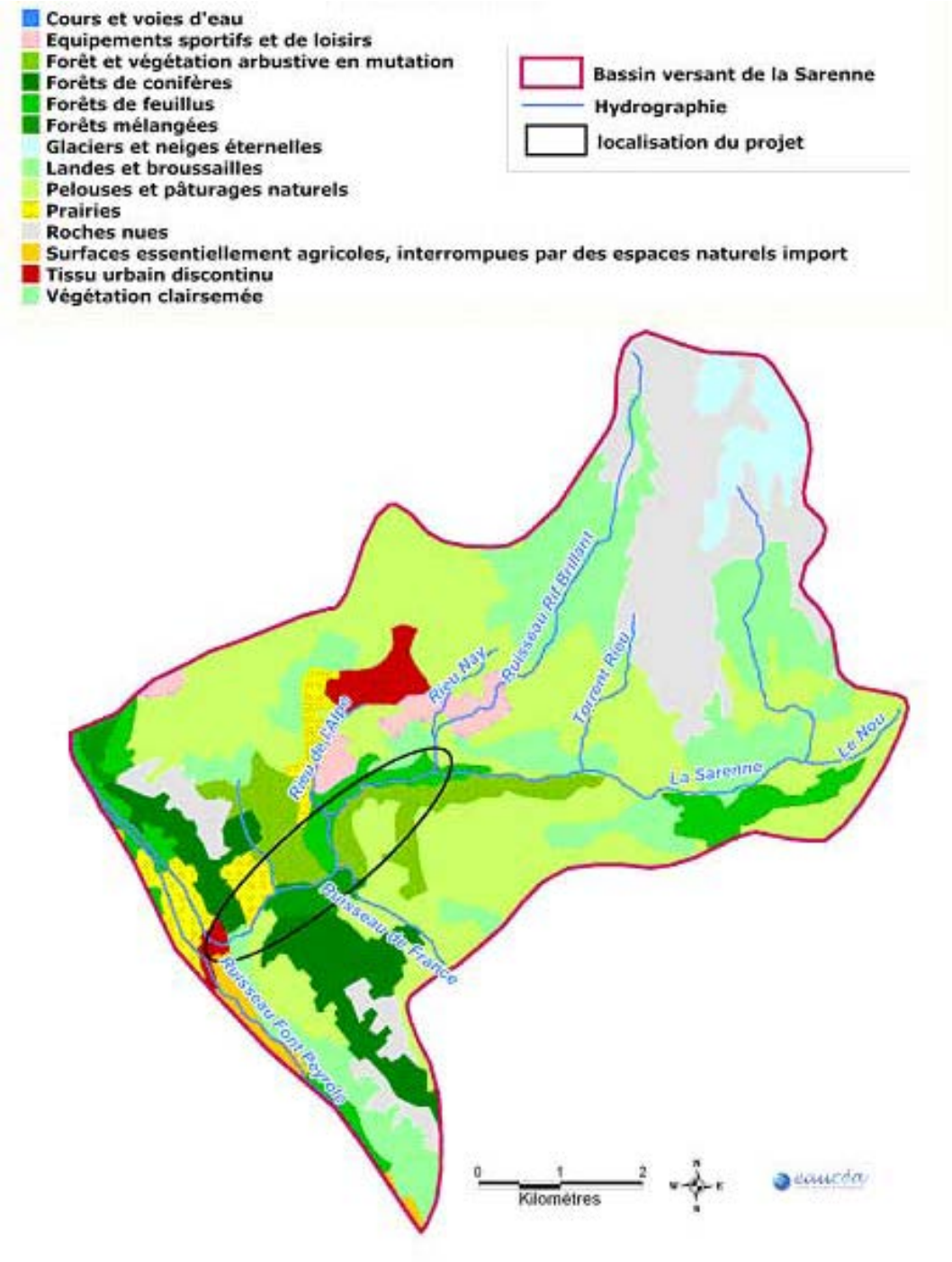



*Figure 20 : Carte d'occupation du sol dans le bassin versant de la Sarenne (données Corine Land Cover, 2006)*

### 5.1.2. *Hydromorphologie et profils en long*

Si le bassin amont de la Sarenne présente des formes relativement douces, fortement marquées par l'érosion glaciaire, les gorges qui constituent l'essentiel du futur tronçon court-circuité, avec une pente moyenne de 18 % sur près de 4 000 m de long, sont typiques d'un torrent à très forte énergie. Dans ce secteur la plupart des affluents se raccordent au cours d'eau principal par des cascades ou des chutes.

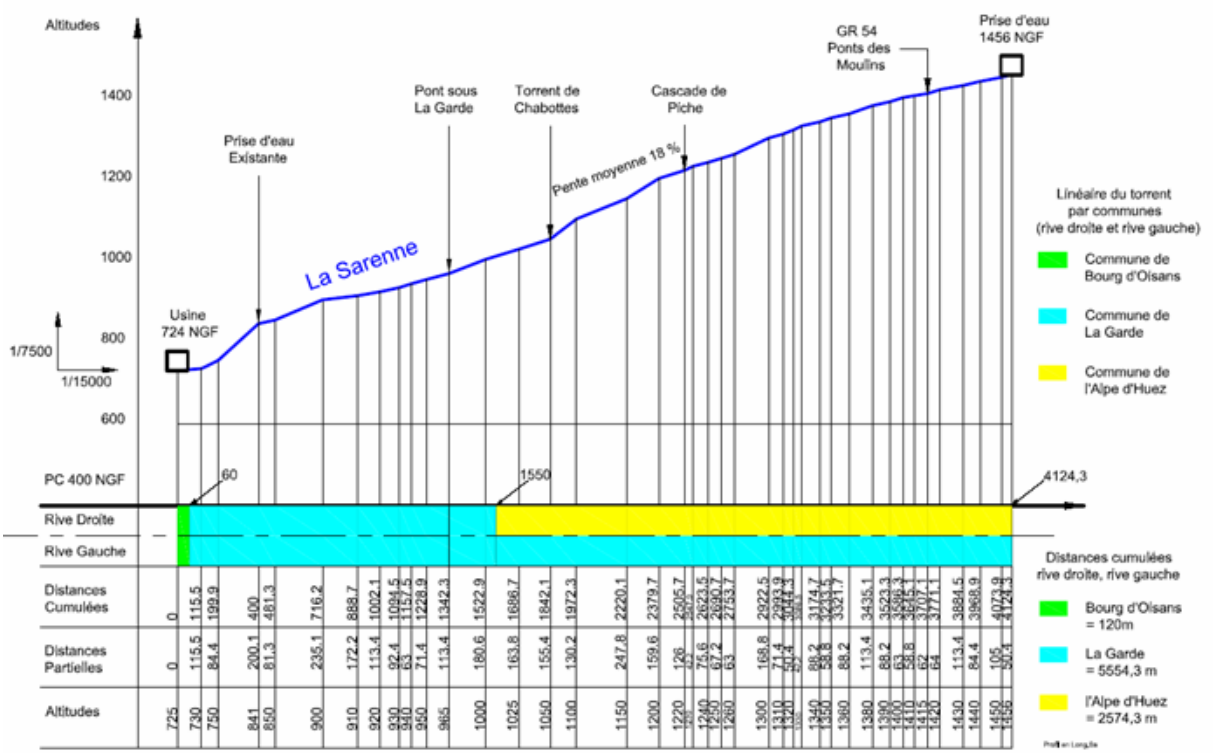



*Figure 21 : Profil en long de la Sarenne entre la prise d'eau et l'usine projetées*

La description de ce secteur, difficilement accessible avec des moyens conventionnels, s'appuie sur des reconnaissances pédestres et un survol systématique en hélicoptère (à l'étiage pour un débit naturel proche de 100 l/s à la future prise d'eau, en septembre 2009).

La Sarenne peut être décomposée en quatre tronçons aux caractéristiques morpho-écologiques distinctes :

| Tronçon | Cote amont (en m) | Cote aval (en m) | Longueur (en m) | Pente (en %) | Apports d'eau |
|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 1 450 | 1 365 | 800 | 10 | Apports diffus |
| T2 | 1 365 | 1 200 | 700 | 24 | Apports diffus |
| T3 | 1 200 | 900 | 1 600 | 18 | Cascade de la Piche |
| T4 | 900 | 720 | 900 | 20 | Ruisseau de la Salle |

*Tableau 5 : Caractéristiques principales des tronçons*

**Le tronçon T1** est caractérisé par le faciès d'écoulement dominant de type « rapide ». Il présente une morphologie assez homogène, avec présence de gros blocs formant obstacles à l'écoulement, constituant des zones étroites, à fortes vitesses, avec effets de jets et des zones plus calmes, derrière les blocs, où la granulométrie est plus fine (galets et graviers).



*Figure 22 : Tronçon 1*

**Le tronçon T2** est caractérisé par le faciès d'écoulement dominant de type « cascade-baignoire », faciès intermédiaire entre le type « rapide » et le type « chute ».

Il est constitué par une série de zones de rétrécissement, formées par des blocs de grandes dimensions (de 1 à 3 m) entre lesquels l'eau s'écoule parfois en chute très importante (hauteur > 2 m), au pied desquelles se forment des baignoires de quelques mètres de long, de profondeur de l'ordre du mètre.

À la différence du tronçon précédent, la pente plus forte et la présence d'éboulis sur les versants contribuent à augmenter la quantité de blocs dans le lit du torrent et limitent le développement de la végétation boisée sur les berges.



*Figure 23 : Tronçon 2*

**Le tronçon T3**, mieux orienté vers le sud et situé à une altitude inférieure, est caractérisé par un développement végétal en berges plus important.

Le faciès caractéristique est encore du type «cascade-baignoire», résultant du déplacement vers l'aval des blocs venant de l'amont, mais l'élargissement du fond de la gorge a permis la formation de zones d'étalement du lit en crue.

En aval des gros blocs, les baignoires sont tapissées de matériaux fins, graviers et sables, répartis en petites plages. La présence de troncs d'arbres morts et de mousses sur certains blocs permet la constitution de micro-habitats organiques pour la faune invertébrée.

Le débit de la Sarenne augmente par les apports de la cascade de la Piche, en aval d'Huez.



*Figure 24 : Tronçon 3*

**Le tronçon T4** est caractérisé par le faciès de type « chute ». Le profil en long est marqué par une succession de chutes de plusieurs mètres de hauteur, souvent infranchissables à la remontée par les poissons. Les fosses de réception des cascades ont été formées par l'érosion dans le rocher.

Les écoulements se font en déversoir dans la partie amont des cascades, puis parfois en goulottes lisses sur les versants rocheux. Au bas des chutes, les zones de réception de l'eau sont le siège de fortes dissipations d'énergie.

En aval de La Garde, le débit de la Sarenne augmente avec les apports du Ruisseau de la Salle.



*Figure 25 : Tronçon 4*

Sur le secteur aval T4, accessible à une prospection pédestre depuis la prise d'eau actuelle jusqu'à l'usine, le relevé des faciès caractéristiques renseigne sur la représentativité des faciès de type « bassines », « rapide » et « chute ou cascade ». Les zones de bassines intéressantes pour la faune piscicole (zone de repos et frayères à l'exutoire) représenteraient environ 23 % de ce secteur mais sont en grande partie déconnectées les unes des autres par des zones de rapides ou de successions de chutes infranchissables.



*Figure 26 : Secteur aval Tronçon 4*

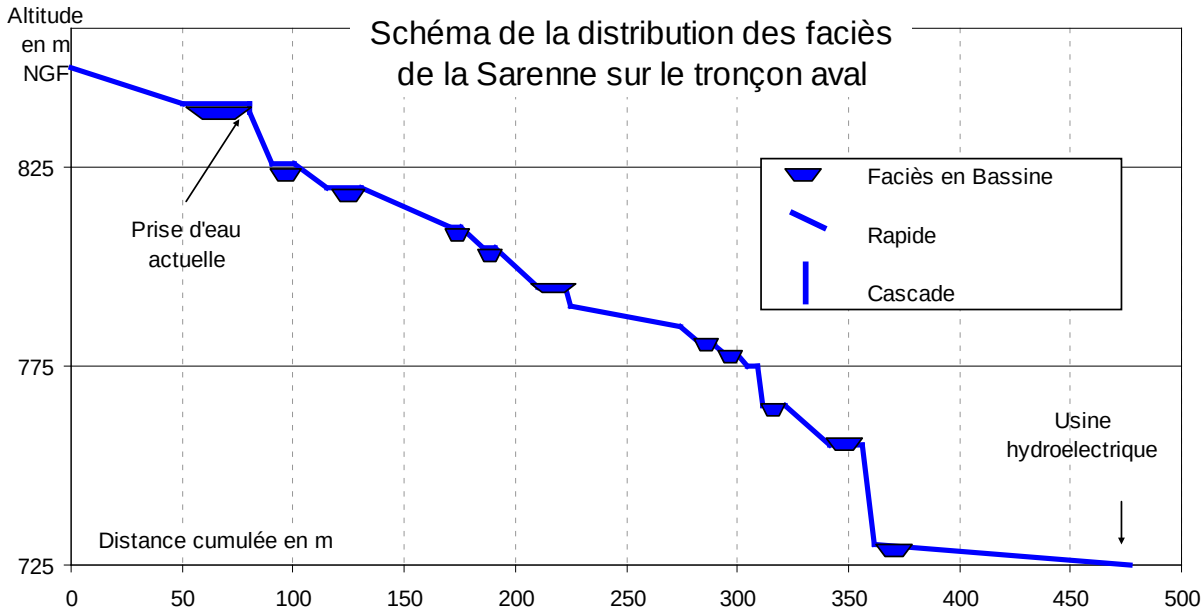



*Figure 27 : Schéma de la distribution des faciès de la Sarenne - tronçon aval T4*

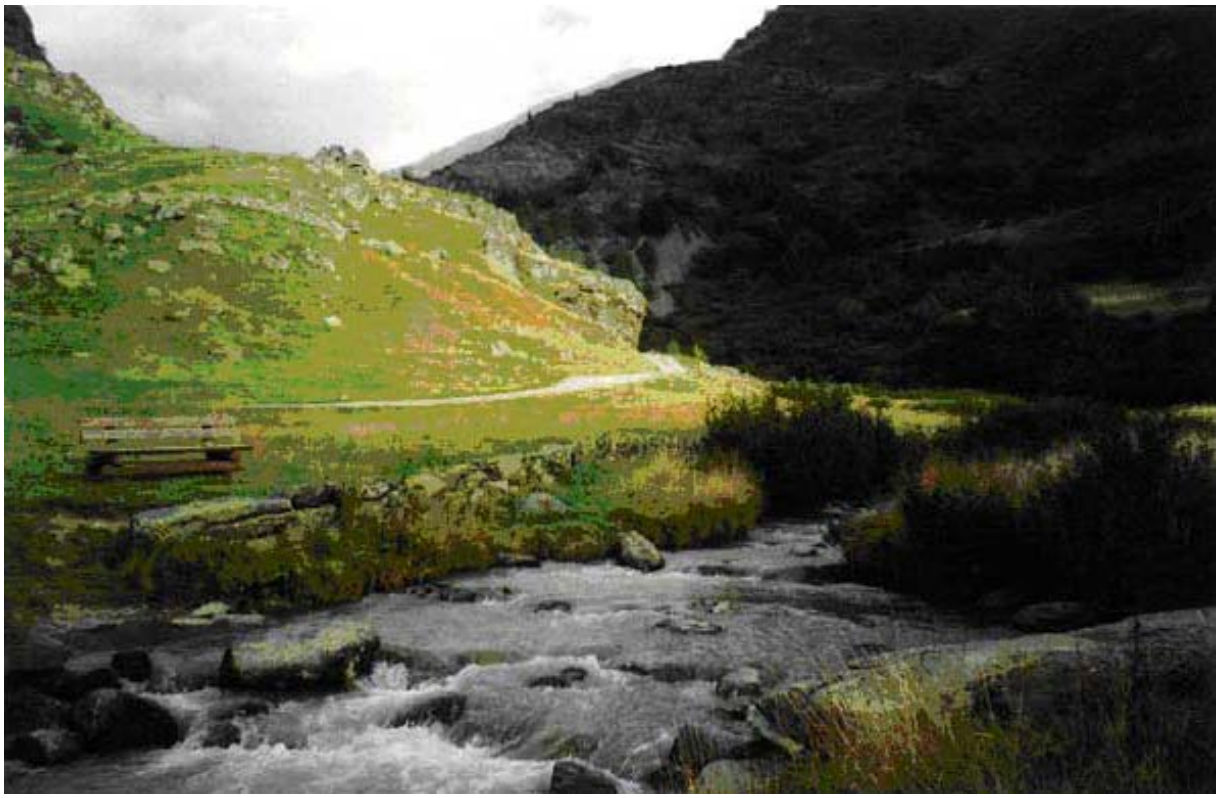


*Figure 28 : La Sarenne à l'amont de la prise d'eau (au pied du Col de Cluy) vue vers l'amont*



*Figure 29 : La Sarenne en aval du Pont des Moulins*

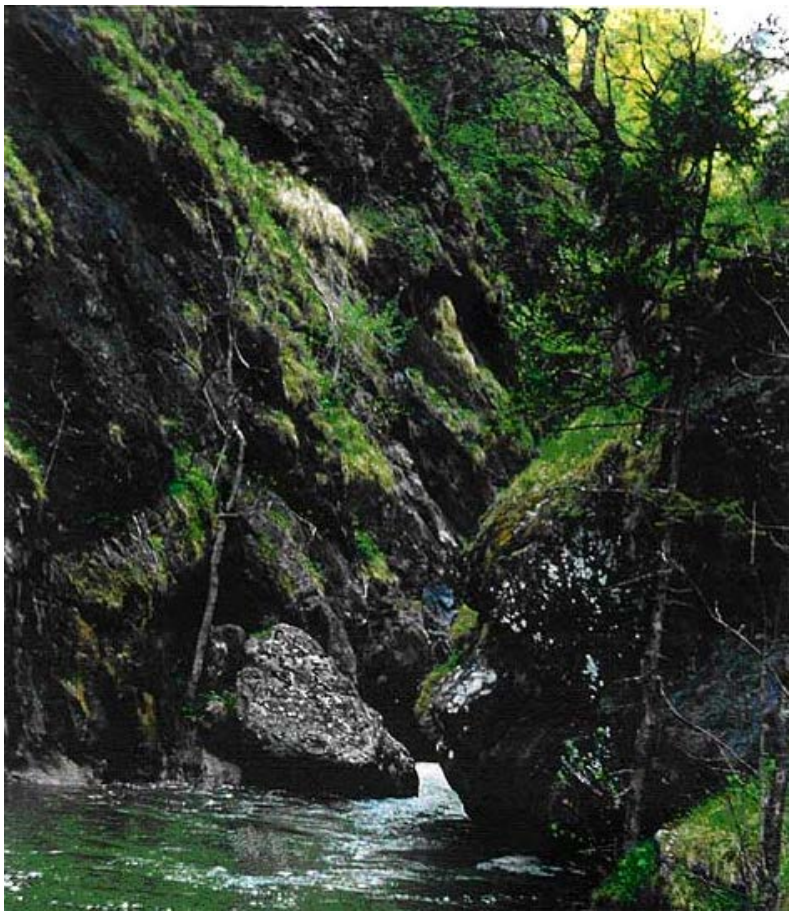


*Figure 30 : La Sarenne à l'amont de la prise d'eau de la centrale existante, vue vers l'amont*



*Figure 31 : La Sarenne dans le tronçon T4 aval, vue aérienne vers l'amont*

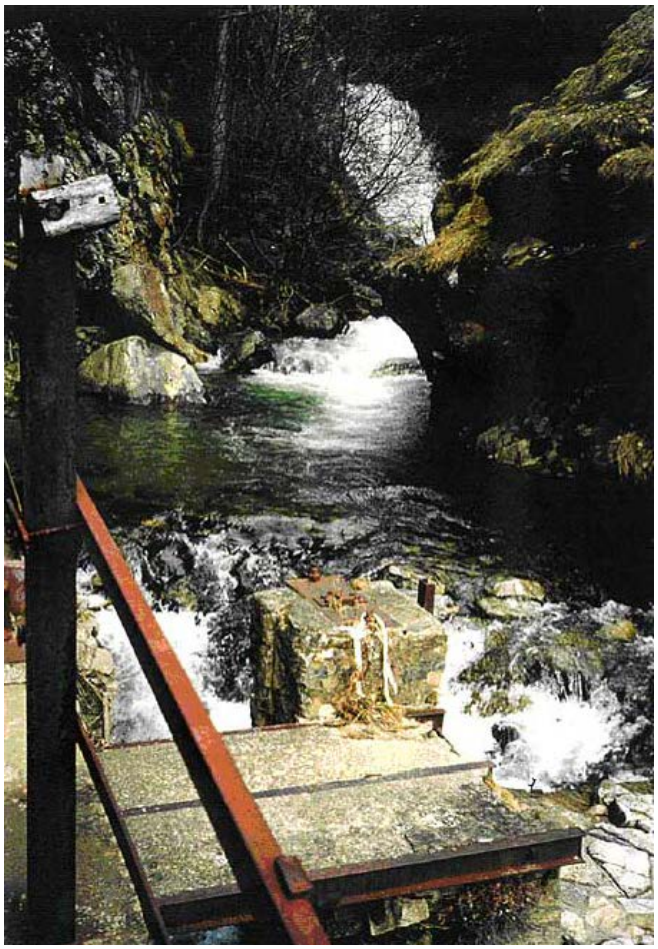


*Figure 32 : La Sarenne à l'ancienne prise d'eau (772 m NGF), vue vers l'amont*

### 5.1.3. *Géologie*

#### 5.1.3.1. **Études disponibles et reconnaissances effectuées**

Études G11 et G2 réalisées par SAGE pour l'Aménagement Hydroélectrique de la Sarenne :

1) Étude de faisabilité géologique et géotechnique G11, Sage, 2004.
2) Mission géotechnique de type G2 - Site de la prise d'eau, Sage, décembre 2015
3) Mission géotechnique de type G2 - Site du puits, Sage, décembre 2015
4) Mission géotechnique de type G2 – Ouvrages souterrains, Sage, décembre 2015
5) Galerie existante – rapport d'essais complémentaires, SAGE, mai 2017
6) Zone Amont - Mission géophysique relative aux Ouvrages souterrains, SAGE, Septembre 2017 – RP. 6878
7) Zone Aval - Mission géophysique relative aux Ouvrages souterrains, SAGE, Septembre 2017 – RP. 6878

Études de repérage d'amiante A1 et A2 réalisées par SAGE pour l'Aménagement Hydroélectrique de la Sarenne (décembre 2015)

1) Étude hydrogéologique Eaucéa 2009
2) Recherche de fractures par méthode VLF sur la commune de la Garde, Rapport N17-38075A par Calligée, juillet 2017
3) Compte-rendu d'investigations géotechniques de la campagne de sondages destructifs et carottés - Reconnaissances géotechniques et hydrogéologiques, GEOTEC, Octobre 2017

La carte géologique à 1/50 000 du BRGM et notice associée, feuille Vizille n°797, 1972 constitue la source de base. Relativement ancienne, elle renseigne de manière très générale sur la lithologie des formations rencontrées mais reste imprécise sur les structures géologiques réelles, notamment les failles et fractures N160°.

Les cartes des levés des points d'affleurements et des mesures structurales ont été établies par SAGE (L. LORIER, D. FABRE, A. PECHER, A. MATHY, S. CARNIATO), sur la base de visites de terrain entre septembre à novembre 2015.

Des reconnaissances géotechniques par sondages ont été réalisées en 2015 par KEANA en sous-traitance de SAGE pour les forages et par GRAVIER en sous-traitance de SAGE pour les pelles mécaniques, avec notamment :

1) un sondage carotté dans l'axe du puits mené sur 80 ml environ,
2) un sondage carotté subhorizontal dans l'axe de la galerie amont (coté puits) mené sur 30 ml,
3) un sondage carotté subhorizontal dans l'axe de la galerie amont coté prise d'eau, mené sur 30 ml.

Des reconnaissances géotechniques de 2017 ont été réalisées par GEOTEC, avec notamment :

1) un sondage carotté subhorizontal dans l'axe tangent de la galerie intermédiaire mené sur 180 ml,
2) un sondage carotté incliné dans l'axe du forage dirigé aval mené sur 250 ml ;
3) un sondage carotté vertical à la sortie du forage dirigé aval mené sur 50 ml ;

4) 4 forages destructifs verticaux de 10 à 15 m de profondeur (forages SD1, SD3, SD4 et SD5), avec essais pressiométriques au droit de la plateforme de travaux extérieurs de la galerie intermédiaire ;
5) 2 forages destructifs verticaux de 5 et 6,60 m de profondeur (forages SD6 & SD7), au droit de la plateforme des viroles, en bordure de la RD211a ;
6) 4 forages destructifs verticaux de 4,80 à 20 m de profondeur (forages SU1 à SU4), avec essais pressiométriques dans le secteur de l'usine à environ 725 m NGF.

#### 5.1.3.2. **Contexte structural**

Le secteur étudié appartient au massif cristallin des Grandes Rousses qui correspond à un ensemble de blocs basculés suite à l'extension par grabens des terrains du socle et du Trias à partir de la période Hettangienne (contexte extensif entre la phase orogénique hercynienne et la phase orogénique alpine). Le socle est caractérisé par une roche de type gneiss, issue du métamorphisme hercynien, qui est à l'origine de la foliation et la schistosité encore visible dans la roche.

Les gorges de la Sarenne entaillent le cristallin, surmonté par discordance de petites falaises dolomitiques du Trias.

Sur le terrain, des différences lithologiques s'observent sur le protolithe de base (anté-métamorphisme hercynien) :

1) une prédominance du faciès gneiss essentiellement quartzo-feldspathiques (à passées leptynite tirant sur l'aplite) dans la partie basse des gorges (la proportion de roches volcaniques étant probablement moins développée à l'origine) ;
2) un faciès gneiss à passé d'amphibolites avec une structure plus finement foliée et plus schisteuse sur les gorges hautes de la Sarenne (la proportion de roches volcaniques étant probablement plus importante).

À cette différence lithologique primaire se surimpose un gradient de métamorphisme croissant d'est en ouest :

1) côté est, rocher du Grand Taillis, faciès schistes verts / prehnite ;
2) côté ouest, faciès schistes verts peu métamorphique (avec début d'anatexie dans les gorges basses de la Sarenne).

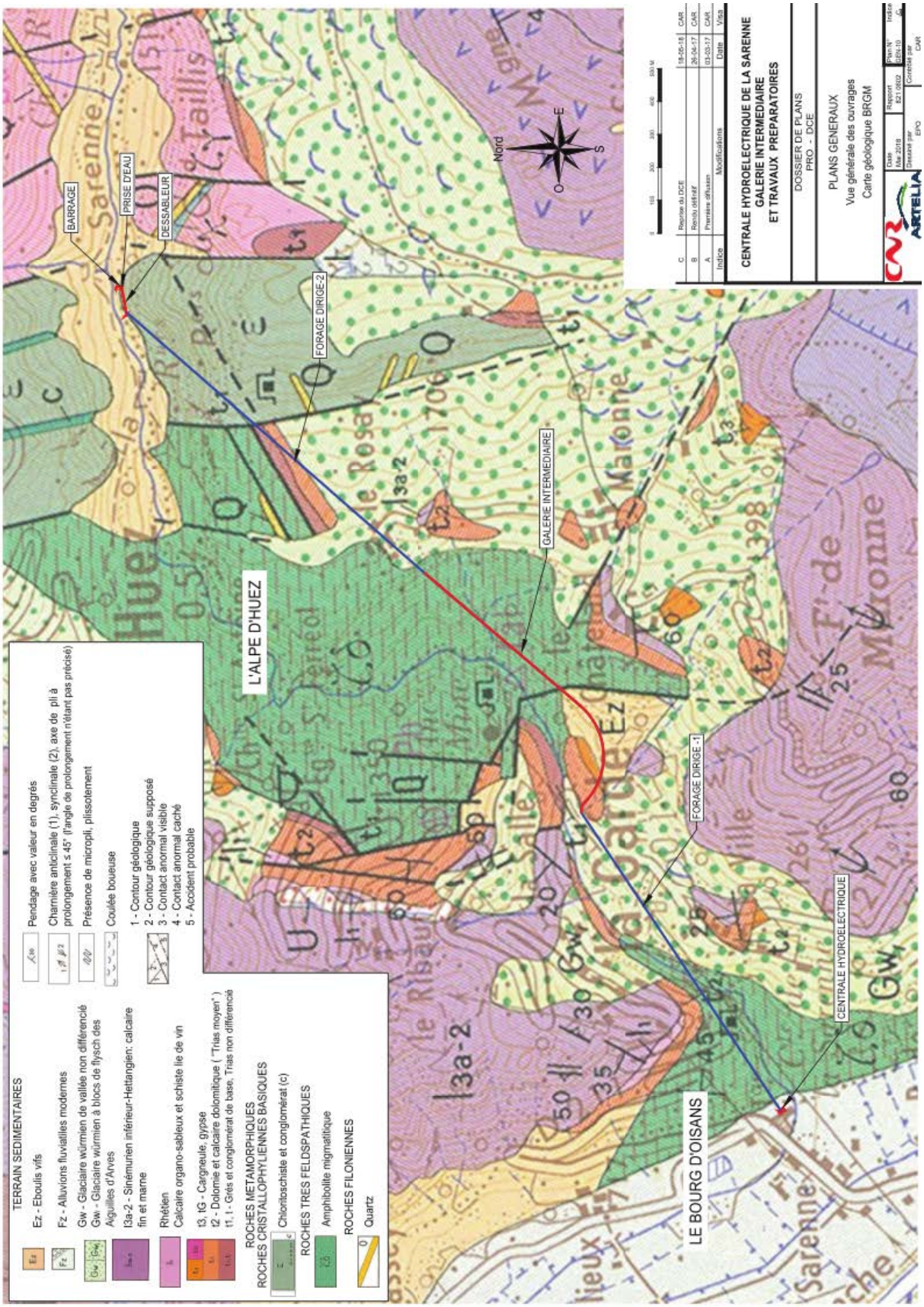



*Figure 33 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000 (Feuille n°797 – Vizille, BRGM)*

On peut retenir schématiquement les principales zones de failles suivantes, qui recoupent la partie amont du projet (galerie intermédiaire et forage dirigé amont) :

1) Le Chevauchement de la Garde de direction NW-SE (N145 à 170° de pendage 50 à 60° vers l'est) recoupe le socle métamorphique. Ce plan de chevauchement est bien marqué par la falaise «sous le chapeau des Balmes» dans le secteur de l'ancienne mine de Talc, en rive droite de la Sarenne et trouve sa terminaison en rive gauche. Une faille réplique de cet accident est également attendue probable plus à l'ouest.
2) Une faille Alpine (noté Faille 1) de grande extension N049°-70° SE a été observée au nord du hameau du Rosay (commune de La Garde). Cet accident s'apparente à un contact franc entre deux entités géologiques (bloc triasique calcaire au contact des gneiss recouverts de moraines) et s'observe sur plusieurs centaines de mètres de distance sur le poli glaciaire au NE du hameau du Rosay. Plusieurs répliques sont observées dans ce secteur. Il n'est pas garanti que ce système de failles fermées, peu minéralisées, trouve un enracinement profond dans le massif. De plus, cette faille aurait une faible probabilité d'intercepter le projet vers l'aval car sa direction est presque parallèle à l'axe de celui-ci.
3) Faille N168° - 70°E (Faille 4) délimitant le versant accentué de la falaise de Jean Barral. Il s'agit d'une faille minéralisée (Quartz, pyrite, chalcopyrite) qui indique qu'elle pourrait se prolonger en profondeur et serait susceptible de couper la trajectoire du DDS.
4) Faille N170° - 50° E (Faille 3), qui est un accident parallèle au précédent avec un rejet moindre, probablement lié au même évènement. L'hypothèse la plus probable au vu des caractéristiques de la faille serait que celle-ci soit minéralisée (très faible résistivité). Ce phénomène de minéralisation est un indicateur du prolongement de cette faille en profondeur.
5) Faille N078° subverticale (Faille 5). Cette anomalie non recoupée par la méthode VLF n'est peut-être pas minéralisée et son enracinement en profondeur reste inconnu. Elle est très oblique par rapport au tracé.

Des minéralisations (quartz) et des zones broyées cimentées ou non avec venues d'eau sont possibles au niveau de ces contacts majeurs.

Le projet se trouve dans une **zone de sismicité modérée** d'après le zonage sismique en vigueur depuis le 1er mai 2011. En conséquence, les mesures préventives en vigueur, notamment vis-à-vis des règles de construction, d'aménagement et d'exploitation parasismiques, s'appliquent aux bâtiments, aux équipements et aux installations de la classe dite « à risque normal » sur le secteur.

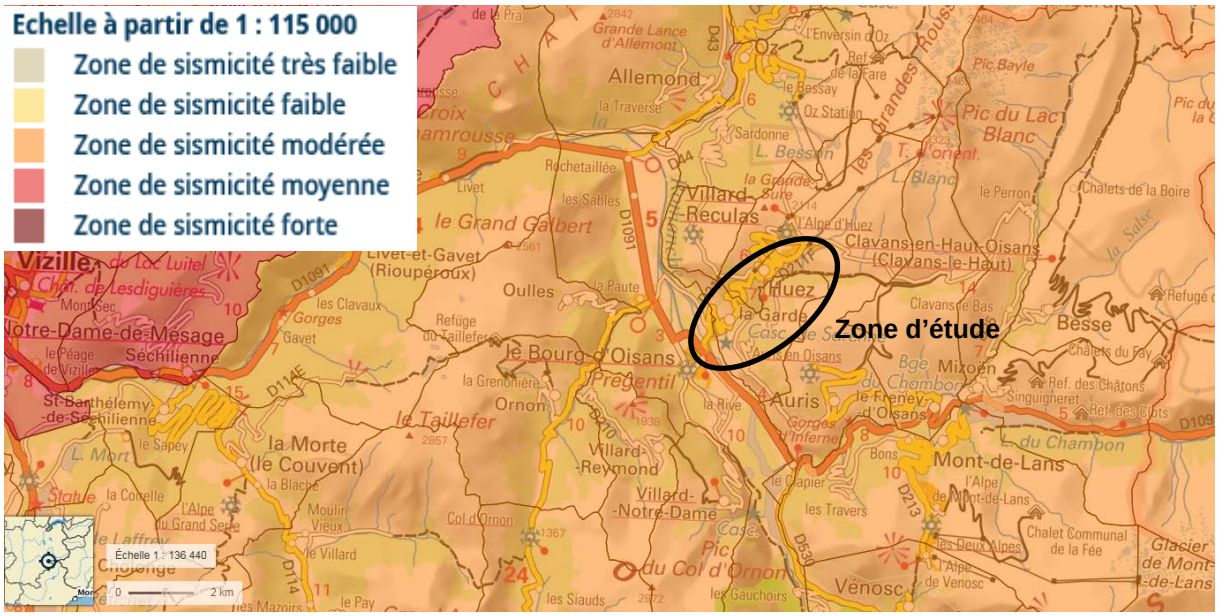



*Figure 34 : Caractérisation du zonage sismique de la zone d'étude (source : Géoportail)*

### 5.1.3.3. Nature géologique des terrains

La région se caractérise par une relative grande variété des terrains où dominent toutefois, le long du tracé du chemin d'eau souterrain et aux abords des ouvrages, les gneiss migmatitiques et les amphibolites du socle.

Les terrains du substratum rencontrés sont, du plus ancien au plus récent :

1) **Les gneiss migmatitiques** à bandes alternées claires et sombres, riches en chlorite/biotite et feldspath plagioclases (gneiss rubanés) du socle hercynien entrelardé de filons granitiques et aplitiques coté galerie aval (Gneiss de l'Oisans), lesquels passent peu à peu vers le haut à des **chlorito-gneiss verts ou noirs** (attribués au groupe d'Huez) litées ou massifs, à foliation resserrée et schistosité plus marquée. Des inclusions de faciès de monzonite, en partie médiane du projet du moins, peuvent être rencontrées.
2) **Les formations du Trias** *(t1)* qui reposent en discordance sur le socle hercynien. Celles-ci sont peu à moyennement épaisses, de l'ordre de 5 à 25 m et sont représentées par des brèches, arkoses, des calcaires dolomitiques à patine rousse ou roche carbonatée très dure à patine grise. Elles affleurent au niveau de la plateforme de la galerie intermédiaire.

Les formations carbonatées du Trias affleurent de manière pelliculaire sur le tracé de l'ensemble du projet.

### 5.1.3.4. Conditions géologiques détaillées

Les conditions géologiques qui prévalent dans le secteur du projet d'aménagement hydroélectrique sont réputées complexes d'un point de vue fracturation quant au substratum géologique intéressant les terrains du socle hercynien, les terrains du Trias et du Lias.

Le tracé retenu permet d'éviter les massifs en rive droite de la Sarenne, où sont attendus les accidents tectoniques liés à la conjonction de la faille de la Garde et des accidents N-S

associés. La présence d'une ancienne mine de talc témoigne des difficultés potentielles des opérations de creusement dans ce secteur.

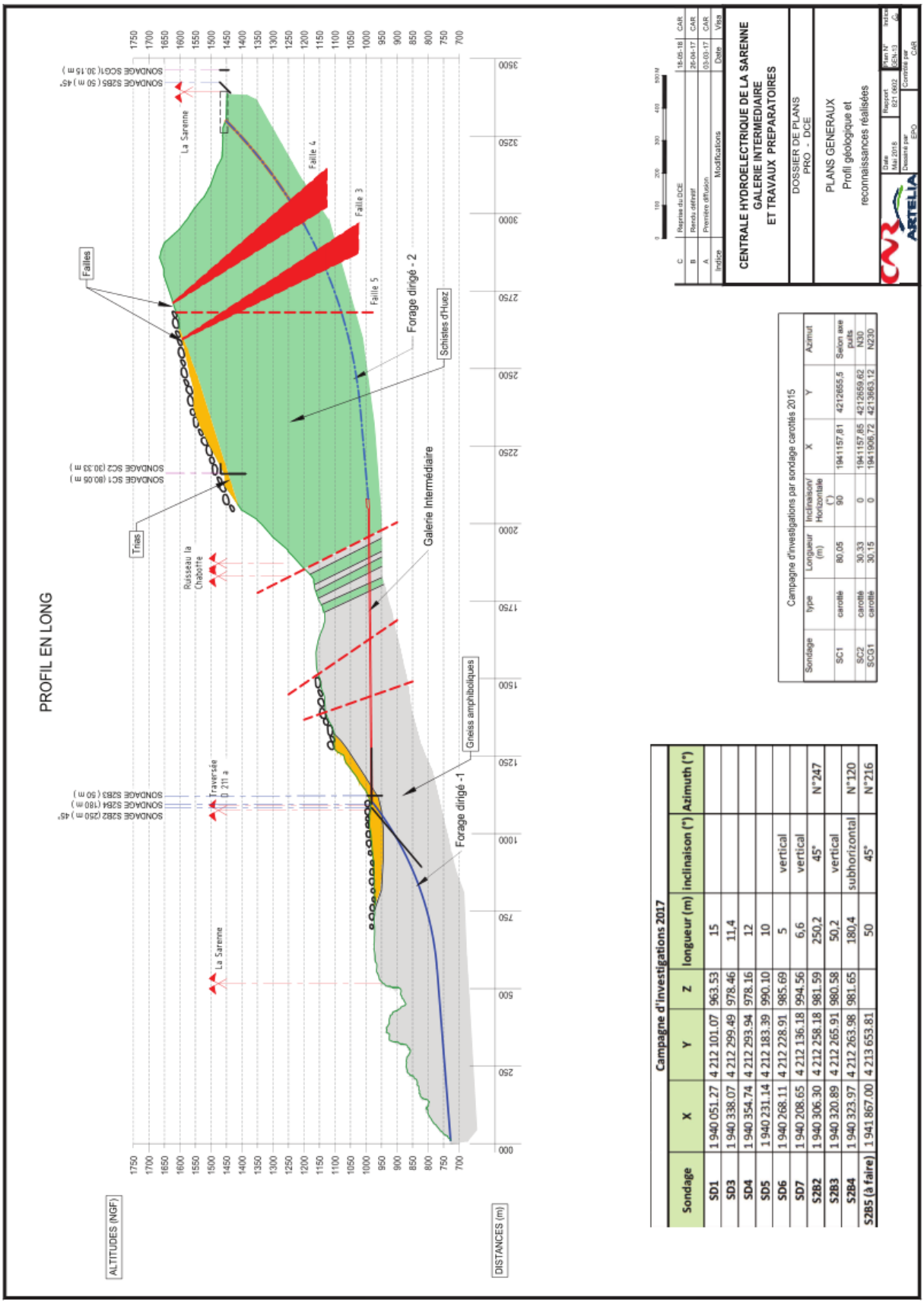
Les terrains de couverture carbonatés très durs seront excavés lors des travaux de terrassement de la plateforme extérieure puis la galerie intermédiaire traversera le socle gneissique, d'abord sous un faciès monzonitique. Elle rencontrera probablement la zone de contact anormal (faille de La Garde et réplique), logiquement dans des conditions plus favorables qu'en rive droite du fait d'une forte couverture et de la probable terminaison de cet accident coté rive gauche. Les conditions d'altération et de fracturation liées à la faille sont donc beaucoup plus favorables.

Les conditions géologiques envisagées le long du tracé ont été déterminées d'après l'étude de faisabilité géologique et géotechnique des galeries et puits réalisée par Sage en 2004 et les résultats des investigations géologiques, géotechniques et géophysiques réalisées en 2017. Deux zones de failles au niveau de la galerie intermédiaire et trois zones de failles au niveau du forage dirigé amont sont notamment identifiées.

1) Forage dirigé aval :
   Gneiss migmatitique sur un linéaire de 2 035 m. Foliation : So N135, 60° NE. Fracturation : F N260, 50° SE.

2) Galerie intermédiaire :
   Monzonite puis gneiss ou chloritogneiss sur un linéaire de 965 m, foliation inclinée de 50 à 60° vers le NE. Zone de terminaison de deux accidents géologiques (faille de La Garde et sa réplique) vers 500 m et 300 m respectivement, à pendage entre 50° et 70° vers le NE. Venues d'eau possibles.

3) Forage dirigé amont :
   Chloritogneiss sur un linéaire de 1 300 m jusqu'à la prise d'eau, foliation inclinée de 50 à 60° vers le NE.
   Entre 600 m et 800 ml, faille n°5 possible. Dans l'hypothèse où la faille se prolonge en profondeur (> 500 m sous le TN) et sans changement de direction et de pendage, cet accident géologique pourrait intercepter l'axe du projet au pied de la Roche de Jean Barral avec un angle d'environ 34°.
   Entre 800 m et 1000 ml, faille n°3 possible. Dans l'hypothèse où la faille se prolonge en profondeur (> 500 m sous le TN) et sans changement de direction et de pendage, cet accident géologique pourrait intercepter la trajectoire du projet sous le Rocher de Jean Barral avec un angle d'environ 56°.
   Entre 1000 m et 1200 ml, faille n°4 possible. Dans l'hypothèse où la faille se prolonge en profondeur (> 500 m sous le TN) et sans changement de direction et de pendage, cet accident géologique pourrait intercepter le projet sous la Roche de Jean Barral avec un angle de 57° environ 250 m à l'aval de la prise d'eau.




| Sondage | type | Longueur (m) | Inclinaison/ Horizontale (°) | X | Y | Azimut |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SC1 | carotté | 80.05 | 90 | 1941157.81 | 4212655.5 | Selon axe puits |
| SC2 | carotté | 30.33 | 0 | 1941157.85 | 4212659.62 | N30 |
| SCG1 | carotté | 30.15 | 0 | 1941908.72 | 4213863.12 | N230 |

| Sondage | X | Y | Z | longueur (m) | inclinaison (°) | Azimuth (°) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SD1 | 1 940 051.27 | 4 212 101.07 | 963.53 | 15 | | |
| SD3 | 1 940 338.07 | 4 212 299.49 | 978.46 | 11,4 | | |
| SD4 | 1 940 354.74 | 4 212 293.94 | 978.16 | 12 | | |
| SD5 | 1 940 231.14 | 4 212 183.39 | 990.10 | 10 | | |
| SD6 | 1 940 268.11 | 4 212 228.91 | 985.69 | 5 | vertical | |
| SD7 | 1 940 208.65 | 4 212 136.18 | 994.56 | 6,6 | vertical | |
| S2B2 | 1 940 306.30 | 4 212 258.18 | 981.59 | 250,2 | 45° | N°247 |
| S2B3 | 1 940 320.89 | 4 212 265.91 | 980.58 | 50,2 | vertical | |
| S2B4 | 1 940 323.97 | 4 212 263.98 | 981.65 | 180,4 | subhorizontal | N°120 |
| S2B5 (à faire) | 1 941 867.00 | 4 213 653.81 | | 50 | 45° | N°216 |

*Figure 35 : Coupe géologique interprétative sur le profil en long du projet*

### 5.1.4. *Conditions hydrogéologiques*

Le massif cristallophyllien *(gneiss, amphibolites et chloritoschistes)* se révèle relativement imperméable par rapport aux conditions hydrogéologiques des terrains meubles sus-jacents dont la porosité et la perméabilité sont très hétérogènes.

Au niveau de la galerie intermédiaire, les circulations d'eau s'effectueront le long de plans de discontinuités. Cependant, le massif cristallophyllien *(gneiss, amphibolites et chloritoschistes)* se révèle relativement imperméable par rapport aux conditions hydrogéologiques des terrains meubles sus-jacents dont la porosité et la perméabilité sont très hétérogènes.

Dans les terrains dolomitiques et cargneules, des venues d'eau sont possibles. Dans les cargneules et au niveau des zones de failles, des poches de dissolution et des venues d'eau sont possibles.

### 5.1.5. *Climatologie*

La station météorologique la plus proche, mobilisée dans cette étude, est celle de l'altiport de Huez (1 860 m d'altitude), à quelques centaines de mètres de la future prise d'eau. Elle fonctionne depuis 1988.

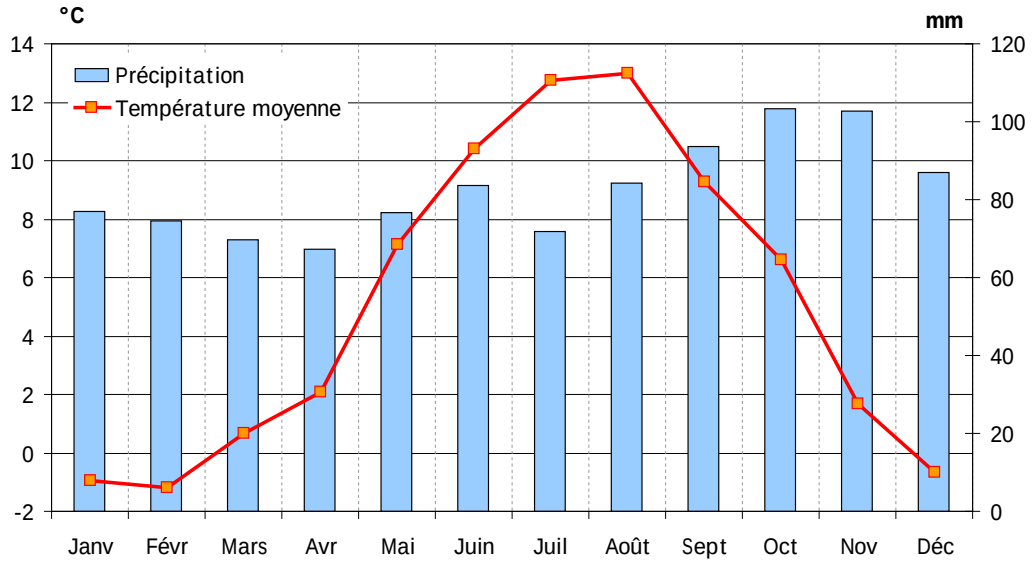



*Figure 36 : Graphique ombrothermique de l'Alpe d'Huez*

Les précipitations moyennes sont un peu inférieures à 1 m par an avec un maximum en automne. Les précipitations neigeuses, significatives à cette altitude, s'observent de novembre à avril avec un cumul annuel d'environ 530 mm/an.

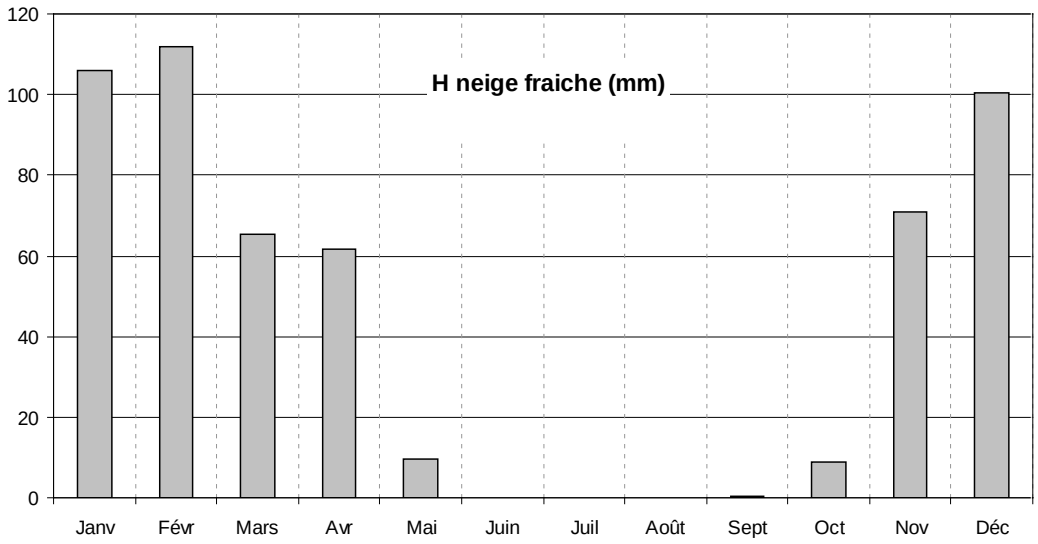



*Figure 37 : Cumuls moyens mensuels de neige fraîche*

L'analyse historique sur les vingt dernières années ne fait pas apparaître de tendance manifeste mais fait bien ressortir deux périodes de crise hydrologique 1989/1990 et surtout 2003/2007 avec le record de sécheresse sur la période (2005). L'écart va du simple au double entre les années sèches (jusqu'à moins de 600 mm en 2005) et les années « humides » (autour de 1 200 mm par an).

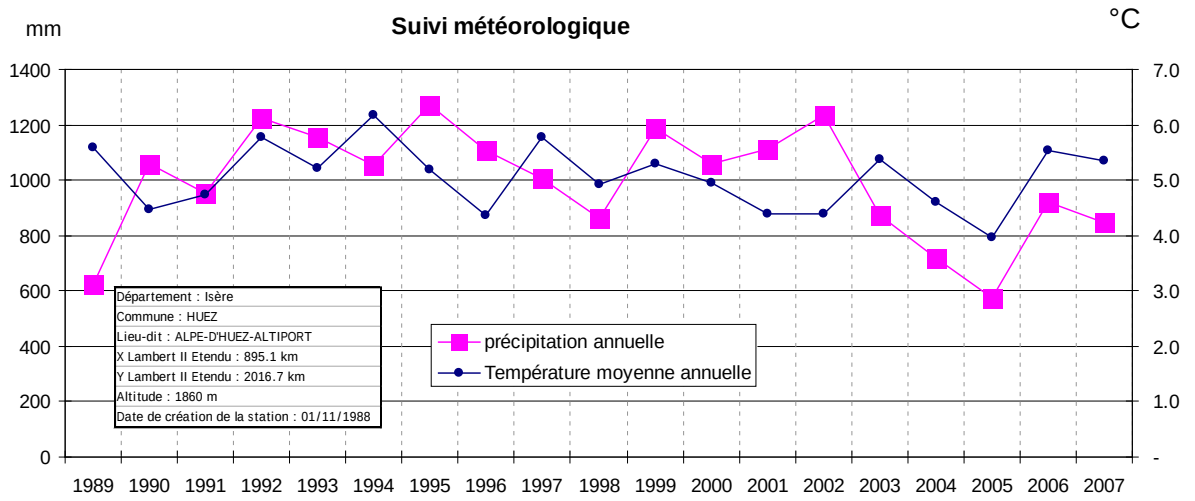



*Figure 38 : Évolution du cumul de précipitations et de la température moyenne annuelle entre 1989 et 2007*

Ces situations de faibles précipitations favorisent le recul des glaciers, phénomène renforcé par ailleurs par l'augmentation du nombre de jour à température positive.

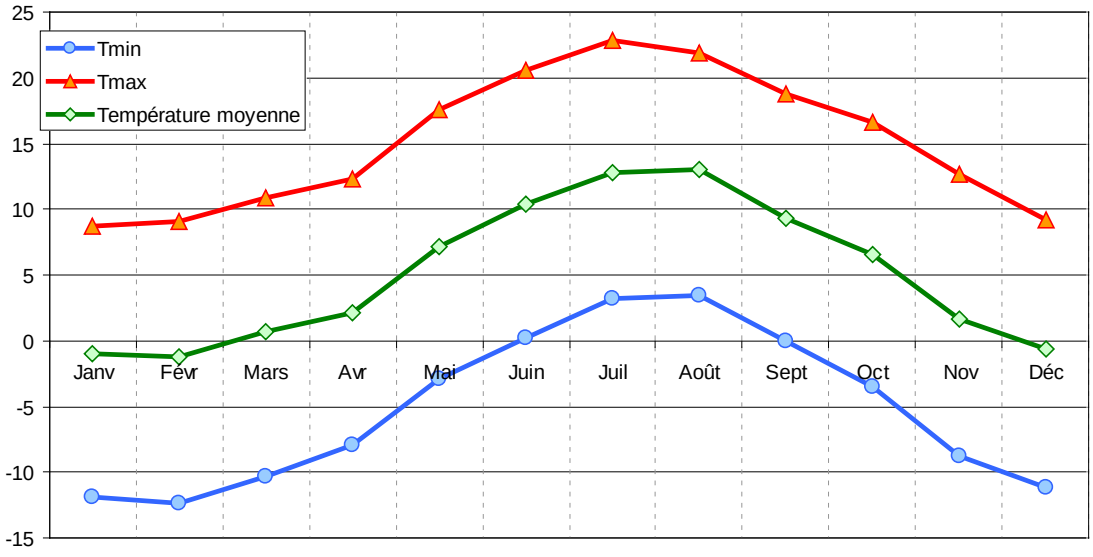



*Figure 39 : Courbes des températures moyennes mensuelles*

### 5.1.6. *Hydrologie*

Le bassin versant de la Sarenne se situe en Isère, à une trentaine de kilomètres au sud-est de Grenoble au sein du massif des « Grandes Rousses ». La partie ouest du bassin concentre l'essentiel des implantations humaines avec la station de l'Alpe d'Huez alors que la partie est reste plus sauvage et exempt d'habitations. Au droit de la prise d'eau, le bassin versant couvre une superficie de 28,2 km² et s'étage de 1 456 m à 3 323 m d'altitude.

Le linéaire total de la Sarenne entre sa source et sa confluence avec la Romanche est de 15 km environ. Le tronçon directement concerné par le projet d'aménagement de centrale hydroélectrique (futur tronçon court-circuité) mesure 4,2 km soit moins de 30 % du linéaire total.

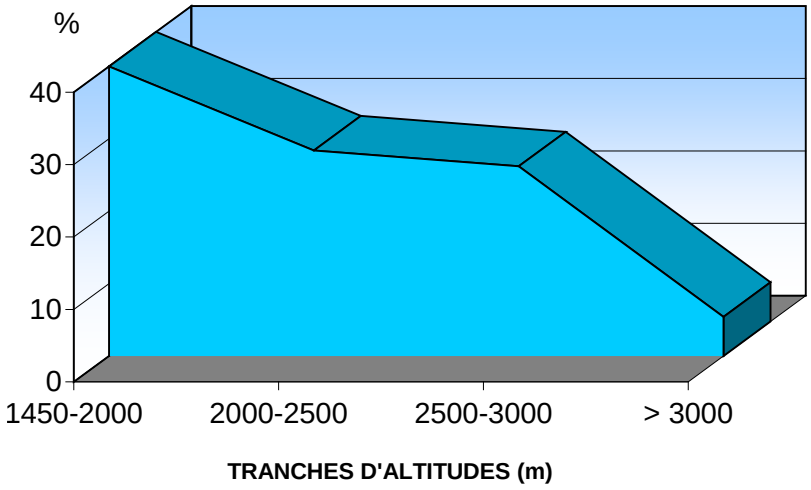



*Figure 40 : Répartition de la surface du bassin versant de la Sarenne par classes d'altitude*

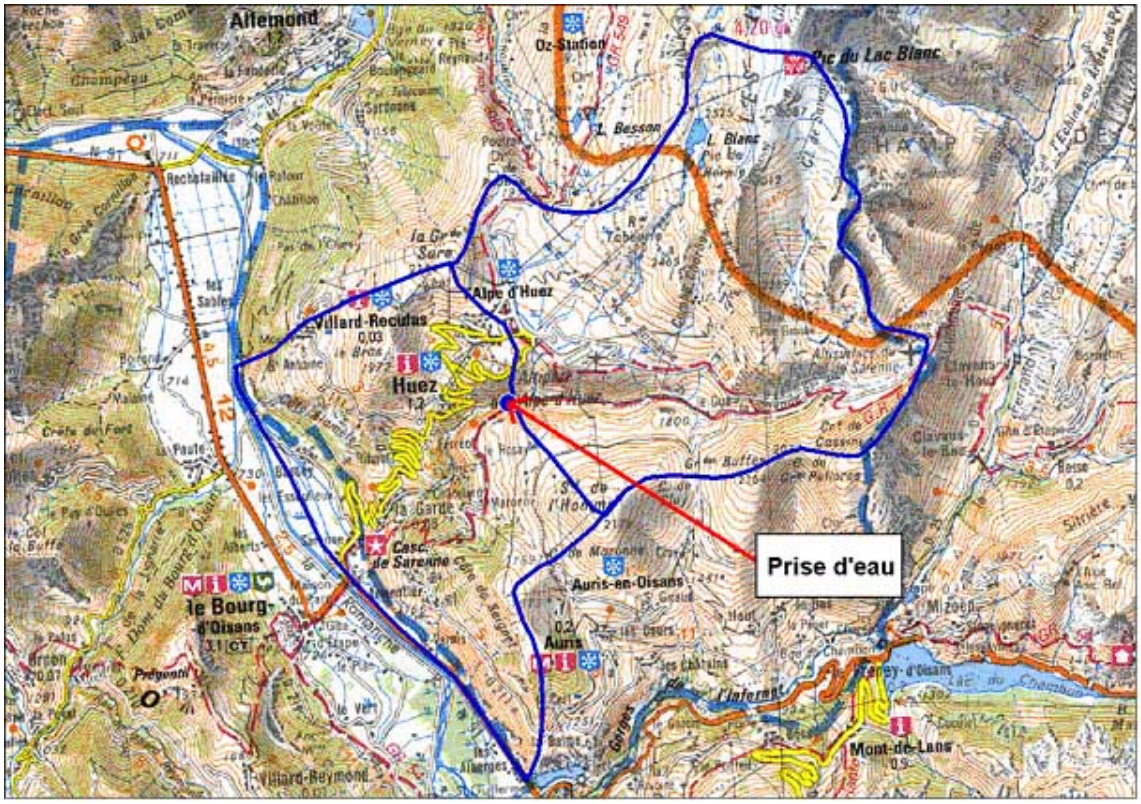



*Figure 41 : Carte au 1/100 000° (IGN) du bassin versant au droit de la future prise d'eau*

### 5.1.6.1. Un régime hydrologique nivo glaciaire

Un limnigraphe est implanté à la cote 1 440 m NGF, à 50 m en aval de la future prise d'eau. Les données de cet appareil sont gérées par la Direction Technique Générale d'EDF à Lyon. L'historique des enregistrements, sur la période 1977-2002, permet de décrire le régime hydrologique de la Sarenne. Le tableau ci-après récapitule les débits moyens mensuels mesurés.

| | janvier | février | mars | avril | mai | juin | juillet | août | septembre | octobre | novembre | décembre | moyennes annuelles |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1977 | 0.258 | 0.498 | 0.743 | 1.755 | 2.848 | 1.838 | 2.315 | 1.582 | 0.598 | 0.594 | 0.662 | 0.396 | 1.17 |
| 1978 | 0.385 | 0.391 | 0.587 | 0.676 | 3.345 | 3.988 | 2.607 | 1.752 | 0.900 | 0.210 | 0.084 | 0.065 | 1.25 |
| 1979 | 0.137 | 0.227 | 0.382 | 0.558 | 3.152 | 3.173 | 2.205 | 1.175 | 0.701 | 0.942 | 0.704 | 0.669 | 1.17 |
| 1980 | 0.276 | 0.454 | 0.483 | 1.193 | 2.781 | 2.670 | 2.493 | 2.113 | 1.047 | 0.855 | 0.538 | 0.270 | 1.26 |
| 1981 | 0.189 | 0.205 | 0.914 | 2.211 | 1.825 | 2.288 | 1.900 | 1.350 | 1.262 | 1.948 | 0.590 | 0.302 | 1.25 |
| 1982 | 0.361 | 0.342 | 0.283 | 1.485 | 3.494 | 2.737 | 1.840 | 1.128 | 0.914 | 1.231 | 0.663 | 0.599 | 1.26 |
| 1983 | 0.291 | 0.202 | 0.464 | 1.229 | 2.862 | 3.127 | 2.596 | 1.196 | 0.866 | 0.549 | 0.513 | 0.509 | 1.20 |
| 1984 | 0.303 | 0.214 | 0.250 | 1.252 | 2.075 | 3.046 | 2.061 | 0.830 | 0.857 | 0.707 | 0.372 | 0.268 | 1.02 |
| 1985 | 0.245 | 0.219 | 0.202 | 1.726 | 2.229 | 2.577 | 2.104 | 1.264 | 0.840 | 0.549 | 0.313 | 0.246 | 1.04 |
| 1986 | 0.226 | 0.185 | 0.306 | 0.797 | 4.128 | 2.308 | 1.603 | 1.151 | 0.620 | 0.415 | 0.309 | 0.242 | 1.02 |
| 1987 | 0.290 | 0.251 | 0.301 | 1.756 | 2.251 | 2.271 | 2.608 | 1.359 | 0.919 | 0.971 | 0.605 | 0.446 | 1.17 |
| 1988 | 0.265 | 0.244 | 0.321 | 1.542 | 3.581 | 1.850 | 2.218 | 1.196 | 0.698 | 0.933 | 0.392 | 0.499 | 1.14 |
| 1989 | 0.291 | 0.249 | 0.532 | 0.889 | 2.022 | 1.256 | 1.313 | 0.856 | 0.412 | 0.204 | 0.157 | 0.188 | 0.70 |
| 1990 | 0.143 | 0.229 | | 0.988 | 2.711 | 1.901 | 1.266 | 0.799 | 0.568 | 0.760 | 0.822 | 0.301 | 0.95 |
| 1991 | 0.322 | 0.263 | 0.827 | 1.125 | 1.332 | 2.361 | 1.776 | 0.709 | 0.641 | 0.764 | 0.564 | 0.242 | 0.91 |
| 1992 | 0.180 | 0.266 | 0.443 | 1.133 | 1.364 | 1.314 | 1.475 | 0.912 | 0.728 | 1.390 | 1.864 | 0.617 | 0.97 |
| 1993 | 0.313 | 0.227 | 0.412 | 0.846 | 1.038 | 1.958 | 1.520 | 0.787 | 0.767 | 1.310 | 0.336 | 0.663 | 0.85 |
| 1994 | 0.333 | 0.218 | 1.057 | 1.044 | 3.071 | 2.178 | 1.657 | 0.922 | 1.259 | 0.597 | 1.226 | 0.533 | 1.17 |
| 1995 | 0.294 | 0.455 | 0.574 | 2.001 | 4.542 | 3.047 | 3.452 | 1.208 | 0.670 | 0.440 | 0.227 | 0.336 | 1.44 |
| 1996 | 0.220 | 0.150 | 0.431 | 1.343 | 1.400 | 1.832 | 1.550 | 0.936 | 0.345 | 0.255 | 0.485 | 0.398 | 0.78 |
| 1997 | 0.236 | 0.303 | 0.999 | 1.609 | 1.620 | 2.005 | 2.291 | 1.366 | 0.900 | 0.648 | 0.413 | 0.429 | 1.07 |
| 1998 | 0.302 | 0.415 | 0.662 | 1.068 | 1.613 | 1.855 | 1.664 | 1.361 | 1.553 | 1.067 | 0.991 | 0.360 | 1.08 |
| 1999 | 0.350 | 0.343 | 0.633 | 1.248 | 4.196 | 2.414 | 1.462 | 1.238 | 0.791 | 0.834 | 0.431 | 0.294 | 1.19 |
| 2000 | 0.219 | 0.290 | 0.682 | 1.535 | 2.356 | 1.701 | 1.110 | 0.811 | 0.415 | 0.715 | 0.859 | 0.514 | 0.93 |
| 2001 | 0.400 | 0.471 | 1.747 | 1.366 | 2.637 | 2.151 | 1.332 | 1.228 | 0.931 | 0.756 | 0.317 | 0.178 | 1.13 |
| 2002 | 0.194 | 0.250 | 0.789 | 1.156 | 1.164 | 1.465 | 0.875 | 0.926 | 0.816 | 0.730 | 1.414 | 0.485 | 0.86 |
| moyennes mensuelles | 0.270 | 0.291 | 0.601 | 1.290 | 2.525 | 2.281 | 1.896 | 1.160 | 0.808 | 0.784 | 0.610 | 0.387 | 1.08 m3/s |

*Tableau 6 : Débits moyens mensuels disponibles à la prise d'eau*

Le profil des débits moyens mensuels traduit un régime hydrologique de type nivo-glaciaire, avec un seul maximum en mai-juin, suivi d'une période de fonte et de tarissement qui se prolonge jusqu'en octobre. À partir de cette période, le stockage des précipitations

neigeuses et le gel prolongent l'étiage du cours d'eau jusqu'à un minimum observé en général en janvier-février.

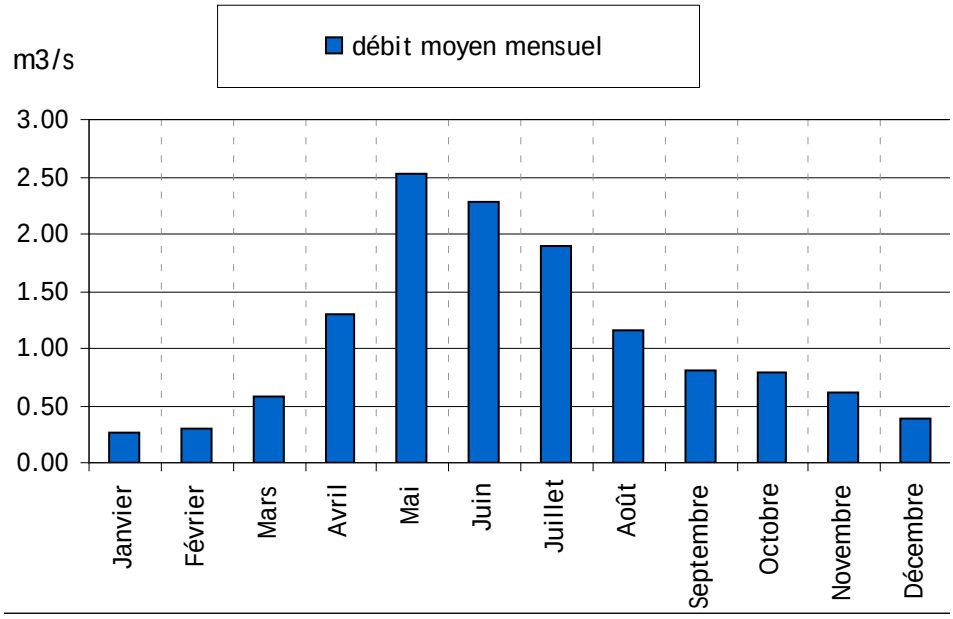



*Figure 42 : Histogramme des débits moyens mensuels de la Sarenne*

En débit journalier les profils sont moins réguliers, des périodes de fonte pouvant s'intercaler avec des périodes de précipitation neigeuse. L'exemple de l'année 2001 montre ainsi un profil de débit journalier avec une pointe de débit en octobre probablement lié à un épisode pluvieux.

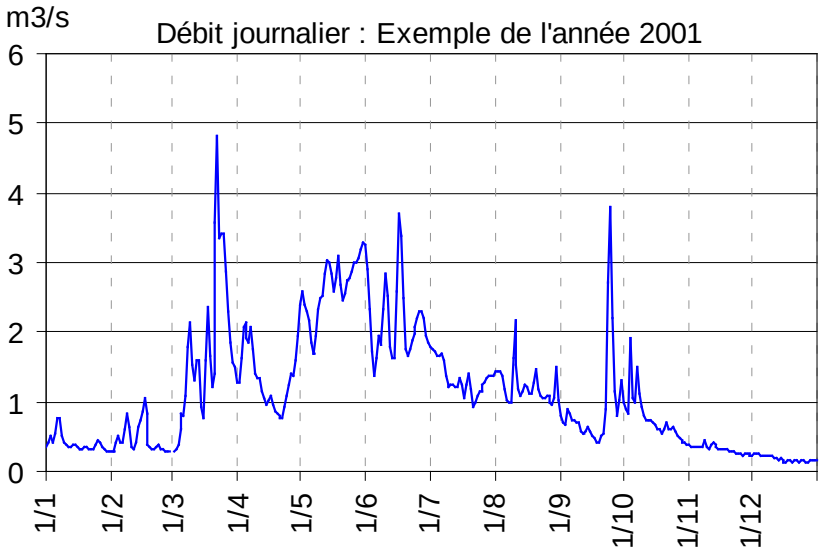



*Figure 43 : Courbe des débits moyens journaliers de la Sarenne en 2001*

La distribution fréquentielle des débits sur l'année est donc une caractéristique importante du régime et du potentiel de production hydroélectrique.

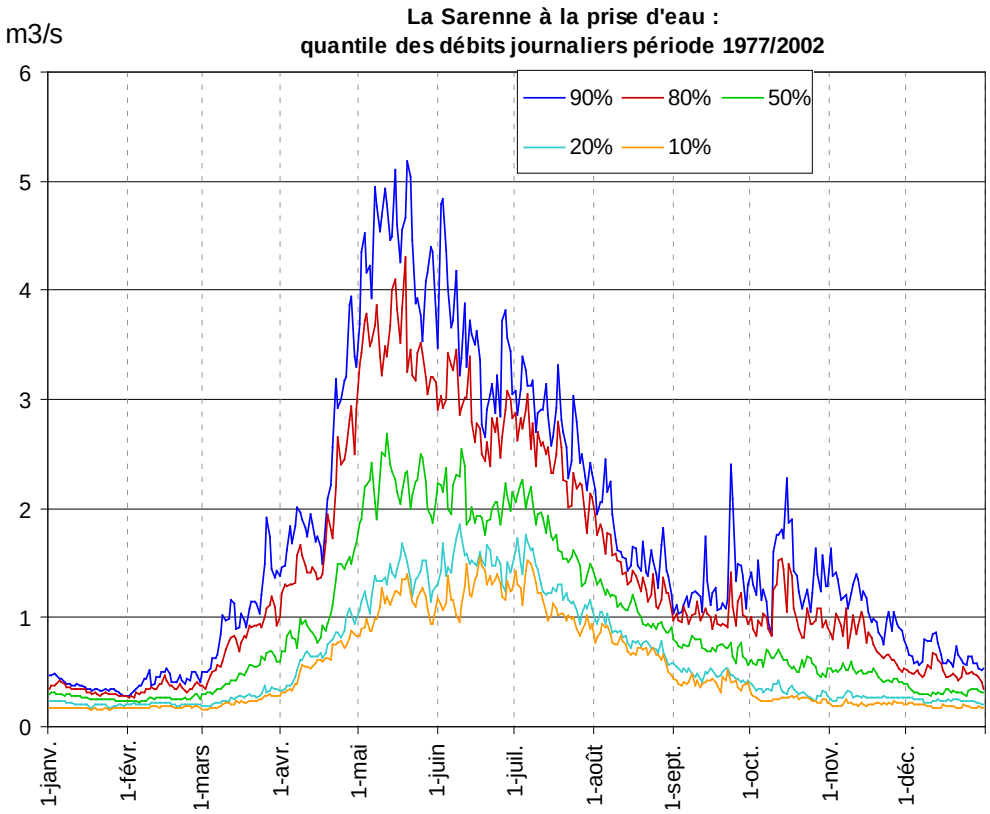



*Figure 44 : Quantile des débits journaliers 1977/2002*

5.1.6.2. **La composante glaciaire**

Le bassin versant comprend trois glaciers représentant une surface totale de moins de 1 km² (en nette régression depuis le début des observations dans les années cinquante) :

1) le glacier de Sarenne = 0,30 km² (en 2009) ;
2) le glacier des Rousses 0,45 km². Seule une petite partie est dans le bassin versant du lac Blanc et donc de la Sarenne ;
3) le glacier de l'Herpie = 0,05 km².



*Figure 45 : Glacier de Sarenne – Photo Eaucéa, Septembre 2009*

Le régime de débit comprend deux périodes distinctes liées à la présence des glaciers :

1) En période de gel, seul un léger filet d'eau s'écoule du glacier qui fond sous l'influence du flux géothermique.
2) En saison des hautes eaux, les variations journalières de débits suivent l'évolution des températures diurnes. En juin, le glacier a une influence moyenne sur les débits car la fonte nivale du bassin s'ajoutant au débit glaciaire est prépondérante. Les débits du glacier prennent de plus en plus d'importance en juillet et en août et se répercutent sur la Sarenne. Ils peuvent représenter, en période d'étiage estival prononcé, jusqu'à la moitié du débit de la Sarenne à l'emplacement de la future prise.

Le glacier de la Sarenne est l'un des mieux suivis en France, avec un des historiques les plus longs (premières études en 1948-49). À partir de 1991, des mesures hydrologiques sont enregistrées (trois seuils situés à 2 720 m, 2 050 m et 1 450 m). En complément, un télénivomètre et une petite station météorologique ont été implantés près de la cabane-laboratoire à 2 700 m d'altitude, à l'émissaire du glacier. Depuis 1991, ce site est classé bassin versant de recherche et d'expérimentation (BVRE). La partie amont du bassin versant de la Sarenne présenterait une situation unique en France de par sa composante glaciaire et nivale. L'évolution glaciologique montre une perte annuelle moyenne de 0,6 m d'équivalent en eau sur le demi-siècle et les premiers résultats hydrologiques mettent en évidence un fonctionnement spécifique nival et glaciaire selon l'enneigement des périodes étudiées. L'origine de cette fonte est liée à une augmentation des températures observée partout en France et qui conduit à un rallongement de la période de fonte qui débute plus tôt et s'achève plus tard.

L'impact hydrologique de cette fonte se mesure aussi au travers de la diminution progressive de la part additionnelle liée à la réduction de surface. De 124 ha en 1908, le glacier de Sarenne est passé à 85 ha en 1952 et 41 ha en 2003. Son épaisseur actuelle est estimée à environ 35 m de glace. Pour Emanuel Thibert[1] le glacier perd environ 1,4 ha/an. Aujourd'hui sa surface devrait représenter moins de 30 ha. La perte de surface depuis 1980 est d'environ 41 ha. Le volume d'eau déstocké est donc de 0,54 $Mm^3$/an. Il s'agit du stock de glace perdu par le glacier entre la date où le bilan devient négatif (en moyenne, depuis 1980, les premiers jours d'août) et la fin de la période d'ablation (en moyenne mi-octobre) soit 70 jours ce qui fait en moyenne 7 700 $m^3$/j entre début août et mi-octobre, soit 0,09 $m^3$/s.

Le rôle du glacier dans le soutien d'étiage est donc sensible sur la période d'août à octobre et représenterait environ 10 % de ce débit. Le chiffre de 0,54 $hm^3$ est à comparer au débit moyen annuel transitant à la prise d'eau estimé à 34 millions de $m^3$.

« Si le climat des années à venir est similaire à celui des derniers vingt-cinq ans, sa disparition surviendra vers 2030 » a annoncé le géophysicien Emmanuel Thibert aux Rencontres Météo Montagne. « Si l'on prend pour hypothèse le climat moyen des six dernières années, le glacier disparaîtra vers 2020 ».

[1] Communication personnelle décembre 2009



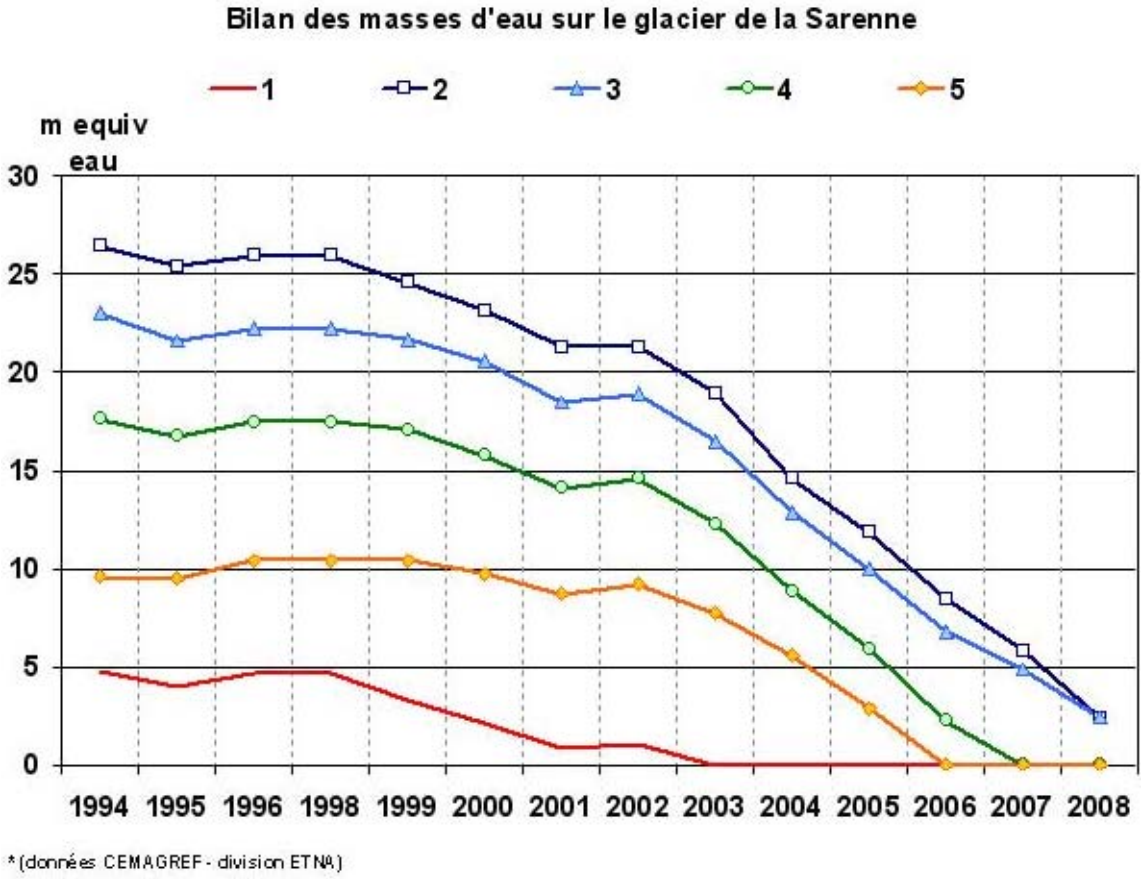




*Figure 46 : Bilan des masses d'eau en différents points de suivi du glacier (1 à 5) – Source Base de données Glacioclim*

L'analyse de l'hydrogramme instantané ci-dessous montre que l'intensité de la fonte est variable dans la saison mais aussi au sein de la journée avec des fluctuations instantanées entre le jour et la nuit tout à fait considérables rappelant un régime d'éclusées. Le régime de restitution des eaux de fonte est essentiellement centré sur la période estivale de juin à

septembre. Le temps de transfert entre les glaciers et la future prise est d'environ 3 h en eaux moyennes.

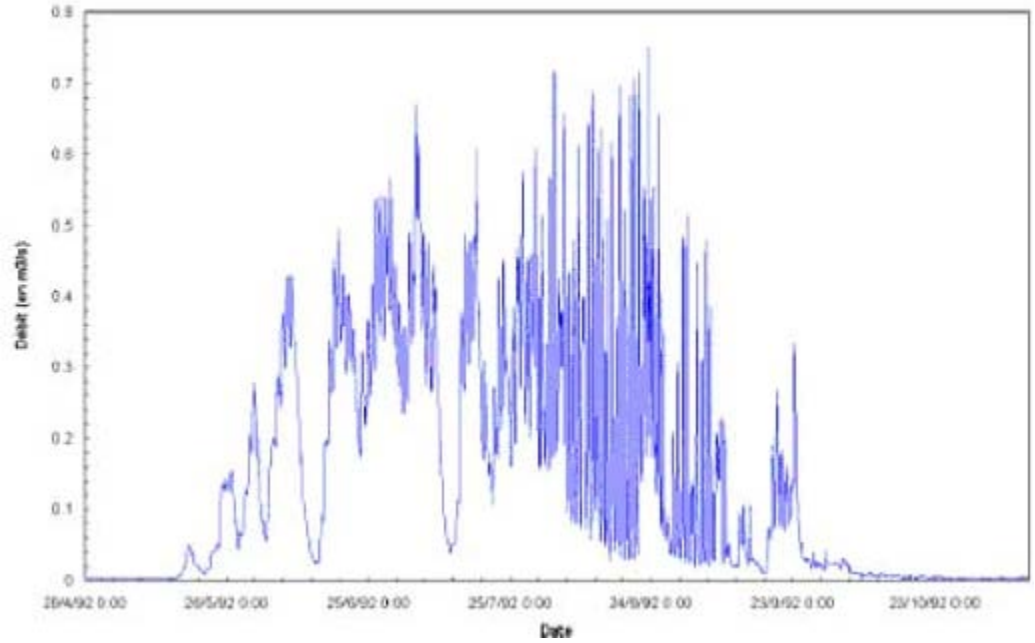



*Figure 47 : Hydrogramme quasi-instantané (résolution horaire fine) de la Sarenne amont (source : Cemagref Grenoble ENGR)*

### 5.1.6.3. Débits caractéristiques à la future prise d'eau

Le module interannuel (débit moyen annuel), calculé à partir d'un historique de vingt-six années complètes de valeurs journalières, est de 1,08 $m^3/s$ soit un débit spécifique moyen de 38,3 l/s/km².

| Mois | Jan | Fév | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Août | Sept | Oct | Nov | Déc | An |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Débit moyen (en $m^3/s$) | 0,27 | 0,29 | 0,60 | 1,29 | 2,52 | 2,28 | 1,89 | 1,16 | 0,81 | 0,78 | 0,61 | 0,39 | 1,08 |
| Débit spécifique (en l/s/km²) | 9,6 | 10,3 | 21,3 | 45,7 | 89,5 | 80,9 | 67,2 | 41,1 | 28,7 | 27,8 | 21,6 | 13,7 | 38,3 |

*Tableau 7 : Débits moyens de la Sarenne à la prise d'eau (cote 1 456 m NGF)*

| Débit caractéristique | Définition | Débit ($m^3/s$) | Spécifique ($l/s/km^2$) |
|---|---|---|---|
| DCC 180 | Débit dépassé 6 mois par an | 0,82 | 20,7 |
| DCC 30 | Débit dépassé 30 jours par an | 2,4 | 85 |
| DCC 10 | Débit dépassé 10 jours par an | 2,8 | 100 |

*Tableau 8 : Débits caractéristiques de la Sarenne à la prise d'eau*

Les valeurs statistiques de débits d'étiage ont été calculées sur la base des débits mesurés sur la période 1977/2002 :

1) le QMA 5 (débit mensuel minimum de fréquence un an sur cinq) est de 256 l/s, soit 9 l/s/km².
2) le VCN 10 quinquennal (plus faible moyenne de débit pendant 10 jours consécutifs observée un an sur cinq) est de 183 l/s soit 6,5 l/s/km².

### 5.1.6.4. Estimation des débits de crues exceptionnelles de la Sarenne

Les valeurs débits journaliers maxima résultent du traitement des données brutes de 1977 à 2002.

L'estimation retenue pour le débit décennal est la moyenne des valeurs calculées avec cinq formules : les quatre premières sont assez proches et prennent en compte comme paramètres principaux la surface du bassin versant, la pluie décennale de durée 24 heures et un coefficient de ruissellement variable selon la méthode utilisée. Ces méthodes sont les suivantes :

1) la méthode dite « rationnelle », ou méthode CIA,
2) la méthode Crupedix, établie en 1979 au niveau de la France pour des bassins versants de 10 à 2 000 km² de surface,
3) la méthode Cemagref, application régionalisée de la méthode Crupedix proposée en 1982,
4) la méthode Cemagref - LAMA (Laboratoire de la Montagne Alpine), résultant de travaux plus récents entrepris par ces deux organismes, publiée en 1991[(2)].

La dernière estimation a été obtenue avec une formule de corrélation entre le débit de pointe décennale et la surface du bassin versant de torrents proches du secteur d'étude. **La valeur du débit de pointe de crue décennale retenue est la moyenne, soit 16 $m^3/s$.**

Le débit de pointe de crue centennale a été calculé par deux méthodes :

1) la méthode rationnelle appliquée avec la pluie centennale de durée 24 heures,
2) la méthode du gradex (3), développée par Électricité de France.

La valeur retenue est la moyenne des deux résultats obtenus. Remarque : l'application stricte de la méthode rationnelle et de la méthode du gradex conduisent à des résultats jugés souvent élevés.

Pour tenir compte de la proportion de surfaces englacées et en pierriers (environ 20 %) dans le bassin versant de la Sarenne, ces méthodes ont été appliquées en corrigeant par un coefficient multiplicatif égal à 0,8 la contribution au ruissellement de l'excédent de la pluie centennale sur la pluie décennale.

| | |
|---|---|
| Débit maximum journalier décennal $Q_{10\,j}$ | 5 $m^3/s$ |
| Débit de pointe de crue décennale $Q_{10\,p}$ | 16 $m^3/s$ |
| Débit maximum journalier centennal $Q_{100\,j}$ | 15 $m^3/s$ |
| Débit de pointe de crue centennale $Q_{100\,p}$ | 60 $m^3/s$ |

[2] *Synthèse cartographique des connaissances des crues observables dans le Sud-Est de la France*. D. Faure, G. Galéa, N. Mathys, G. Oberlin, J.L. Edouard, H. Vivian. La Houille Blanche n°5 - 1991.

[3] *Les crues de projet des barrages : méthode du gradex*. Bulletin du Comité Français des Grands Barrages N° 2 - 1994.

*L'incertitude sur les débits de pointe de crue est de 20 %*

*Tableau 9 : Débits caractéristiques de crue de la Sarenne à la prise d'eau*

**Estimation des pluies décennales en 24 h dans le bassin de la Sarenne**

| Nom de la station | Altitude (m) | $P_{10c/24\ h}$ (mm) | Gradex $_{/24\ h}$ (mm) | Paramètre B de Montana |
|---|---|---|---|---|
| Allemond (Le Rivier) | 1270 | 113,3 | 14,3 | 0,6 |
| Besse-en-Oisans | 1470 | 80,7 | 11,0 | 0,68 |
| Bourg d'Oisans | 720 | 77,0 | 10,7 | 0,67 |
| Vaujany (Le Verney) | 772 | 93,3 | 10,5 | 0,57 |
| **Moyenne** | 1058 | 91,1 | 11,6 | 0,63 |

**Source 1 :**
"Analyse des fortes pluies de 1 à 10 jours sur 300 postes du Sud Est de la France".
C.E.M.A.G.R.E.F. (Décembre 1982)

| Nom de la station | Altitude (m) | $P_{10/24\ h}$ (mm) | Gradex $_{/24\ h}$ (mm) | Paramètre B de Montana |
|---|---|---|---|---|
| Allemond (Le Rivier) | | 93,0 | 18,0 | |
| Besse-en-Oisans | | 66,0 | 13,4 | |
| Bourg d'Oisans | | 68,0 | 14,0 | |
| Vaujany (Le Verney) | | 84,0 | 17,2 | |
| **Moyenne** | | 77,8 | 15,7 | 0,63 |

**Source 2 :**
"Pré-détermination des pluies et crues extrêmes dans les Alpes Franco-italiennes". A. Djerboua.
Thèse I.N.P.G. Avril 2001. (Valeurs extraites de cette étude sauf paramètre B de Montana).

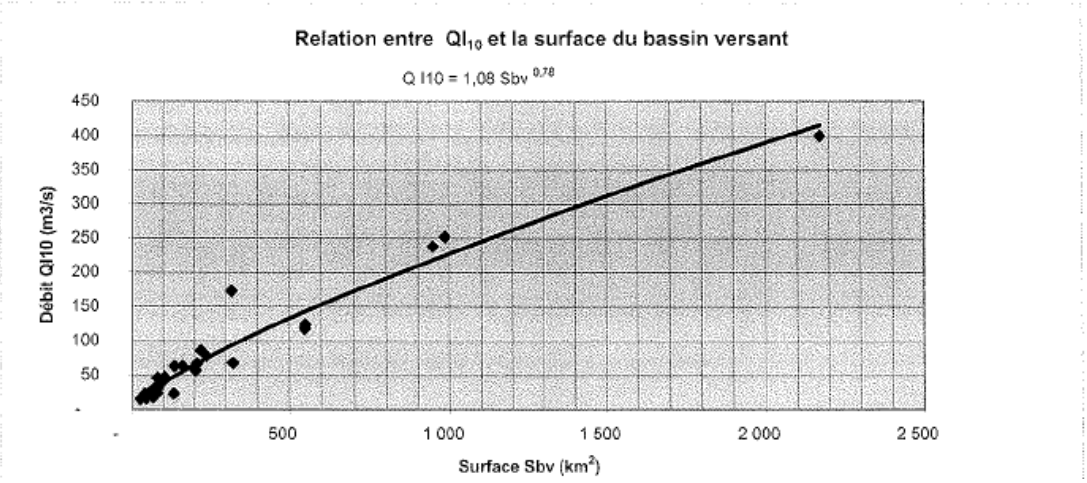
**Débits de crue décennale pour 26 torrents proches de la Sarenne**

| Dépt. | Torrent | Site | Sbv ($km^2$) | $(Sbv)^{0,77}$ | $QI_{10}$ | $QI_{10}$ calc. | $QJ_{10}$ | $QI_{10}/QJ_{10}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Bachelard | Bayasse | 39 | 17 | 23 | 19 | 15 | 1,53 |
| 4 | Ubaye | Larches | 66 | 25 | 18 | 28 | 12 | 1,50 |
| 4 | Ubaye | Barcelonnette | 549 | 128 | 124 | 144 | 82 | 1,51 |
| 4 | Ubaye | Roche Rousse | 946 | 194 | 238 | 218 | 172 | 1,38 |
| 5 | Ancelle | Ancelle | 25 | 12 | 15 | 13 | 10 | 1,50 |
| 5 | Clarée | Névache | 88 | 31 | 36 | 35 | 34 | 1,06 |
| 5 | Drac | Les Ricous | 208 | 61 | 67 | 68 | 57 | 1,18 |
| 5 | Durance-Clarée | La Vachette | 203 | 59 | 57 | 67 | 45 | 1,27 |
| 5 | Durance | Briançon aval | 548 | 128 | 118 | 143 | 97 | 1,22 |
| 5 | Durance | La Roche de Rame | 984 | 200 | 252 | 225 | 193 | 1,31 |
| 5 | Durance | La Clapière | 2 170 | 368 | 400 | 413 | 338 | 1,18 |
| 5 | Guisanne | Monetier-les-Bains | 79 | 29 | 24 | 32 | | |
| 5 | Petit Buëch | Veynes | 318 | 84 | 173 | 94 | 108 | 1,60 |
| 5 | Romanche | Plan de l'Alpe | 43 | 18 | 16 | 20 | 12 | 1,33 |
| 38 | Romanche | Le Chambon | 220 | 63 | 86 | 71 | 57 | 1,51 |
| 5 | Séveraisse | Villar-Loubières | 133 | 43 | 23 | 48 | 20 | 1,15 |
| 38 | Ferrand | Mizoën | 80 | 29 | 46 | 33 | 23 | 2,00 |
| 38 | Souloise | L'Infernet | 160 | 50 | 63 | 56 | 51 | 1,24 |
| 38 | Vénéon | Les Etages | 103 | 35 | 47 | 40 | 38 | 1,24 |
| 38 | Vénéon | Bourg d'Arud | 238 | 67 | 78 | 76 | 57 | 1,37 |
| 73 | Arc | Bonneval | 81 | 29 | 31 | 33 | 22 | 1,41 |
| 73 | Arc | Lanslebourg | 322 | 85 | 68 | 95 | 56 | 1,21 |
| 73 | Avérole | Bessans | 45 | 19 | 21 | 21 | 17 | 1,24 |
| 73 | Avérole | Bessans | 72 | 27 | 31 | 30 | 22 | 1,41 |
| 73 | Torrent de Bissorte | Bissorte | 51 | 21 | 24 | 23 | 17 | 1,41 |
| 73 | Valloirette | Valloire | 136 | 44 | 63 | 49 | 48 | 1,31 |
| | | | | | | | | |
| | | Moyenne | 304 | 97 | 82 | 109 | 64 | 1,36 |
| | | Minimum | 25 | 13 | 15 | 13 | 10 | 1,06 |
| | | Maximum | 2 170 | 467 | 400 | 413 | 338 | 2,00 |

| Km = | 1,12 |
|---|---|

**Notations**

| | |
|---|---|
| Sbv ($km^2$) | Surface du bassin versant |
| $QI_{10}$ | Débit de pointe décennale observé |
| $QJ_{10}$ | Débit décennal journalier |
| $QI_{10}$ calc. | Débit de pointe décennale calculé |



**Evaluation des débits de crues décennales**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Pluie $P_{10}$ centrée / 24 h (mm) | 91,1 | | | |
| Paramètre A | 28,1 | Paramètre B | 0,63 | |
| Gradex (mm)/24 h | 11,6 | | | |
| Pluie $P_{100}$ c/ 24 h (mm) | 118,4 | | | |
| **Bassin versant** | **La Sarenne** | | | |
| **Point de calcul** | Pont des Moulins (Huez) | | | |
| L thalweg (m) | Cote amont (m) | Cote aval (m) | Sbv (ha) | Coeff $C_{10}$ |
| 10000 | 3200 | 1450 | 2820 | 0,15 |
| Dénivellations singulières à déduire (m)) | 400 | | | |
| Pente moyenne du plus long parcours | 0,135 | Temps (h) | | |
| Temps de concentration Sogreah (mn) | 77 | 1,3 | | |
| Temps adopté (mn) | 77 | 1,3 | | |
| Temps de base (mn) | 215 | 3,6 | | |
| Pluie maximale (mm) | 20,7 | | | |
| Intensité (mm/s) | 0,004 | 16,2 mm/heure | | |

| | | Incertitudes |
|---|---|---|
| **$Q_{10}$ selon méthode C.I.A. ($m^3/s$)** | **19** | |
| **$Q_{10}$ selon Crupedix ($m^3/s$) (R=1)** | **14** | |
| **$Q_{10}$ selon Cemagref ($m^3/s$) (Cr=1,00)** | **17** | **13 < Q < 20** |
| **$Q_{10}$ selon Cemagref - Lama ($R_{23d}$=0,75)** | **15** | **10 < Q < 20** |
| **$Q_{10}$ selon corrélation régionale ($m^3/s$)** | **15** | |
| **$Q_{10}$ (valeur moyenne retenue)** | **16** | **13 < Q < 20** |
| Module spécifique ($m^3/s/km^2$) | 0,57 | |

**Evaluation des débits de crues centennales**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Pluie $P_{100}$ centrée / 24 h (mm) | 118,4 | | | |
| Paramètre A | 36,5 | Paramètre B | 0,63 | |
| Gradex (mm)/24 h | 11,6 | | | |
| **Bassin versant** | **La Sarenne** | | | |
| **Point de calcul** | Pont des Moulins (Huez) | | | |
| L thalweg (m) | Cote amont (m) | Cote aval (m) | Sbv (ha) | Coeff $C_{100}$ |
| 10000 | 3200 | 1450 | 2820 | 0,33 |
| Dénivellations singulières à déduire (m)) | 400 | (Surface englacée et pierriers : 20 %) | | |
| Pente moyenne du plus long parcours | 0,135 | Temps (h) | | |
| Temps de concentration Sogreah (mn) | 58 | 1,0 | | |
| Temps adopté (mn) | 58 | 1,0 | | |
| Temps de base (mn) | 162 | 2,7 | | |
| Pluie maximale (mm) | 24,2 | | | |
| Gradex correspondant | 3,5 | | | |
| Intensité (mm/s) | 0,007 | 25,1 mm/heure | | |

| | | Incertitudes | |
|---|---|---|---|
| **$Q_{100}$ selon méthode C.I.A. ($m^3/s$)** | **66** | | |
| **Coefficient de pointe Cp (Füller)** | **1,98** | | |
| **$Q_{100}$ selon méthode du gradex ($m^3/s$)** | **54** | | |
| **$Q_{100}$ (valeur moyenne retenue)** | **60** | **50 < Q < 75** | |
| Module spécifique ($m^3/s/km^2$) | 2,13 | Ratio $Q_{100}/Q_{10}$ | 3,76 |

### 5.1.7. *Tendance climatique*

Les changements climatiques se traduisent au niveau hydrologique par des effets complexes. Le paramètre le plus fiable dans les simulations climatiques internationales et régionalisées est la température. Quels que soient les scénarios de développement économique, tous les modèles s'accordent sur une augmentation des températures. Le principal effet sera une modification du régime pluie/neige et probablement une disparition de la part glaciaire pour la Sarenne. On peut s'attendre à un déplacement vers le début du printemps du maximum de débit et une montée en puissance de la part pluviale dans le régime estival et à l'automne.

Les autres effets dépendent du volume des précipitations. Nous ne disposons pas d'informations spécifiques pour le bassin de la Sarenne. Néanmoins, les suivis des débits de la Sarenne et de la Romanche, peuvent servir de témoins des changements globaux. Nous notons sur les modules spécifiques de ces deux rivières une tendance à la décroissance.

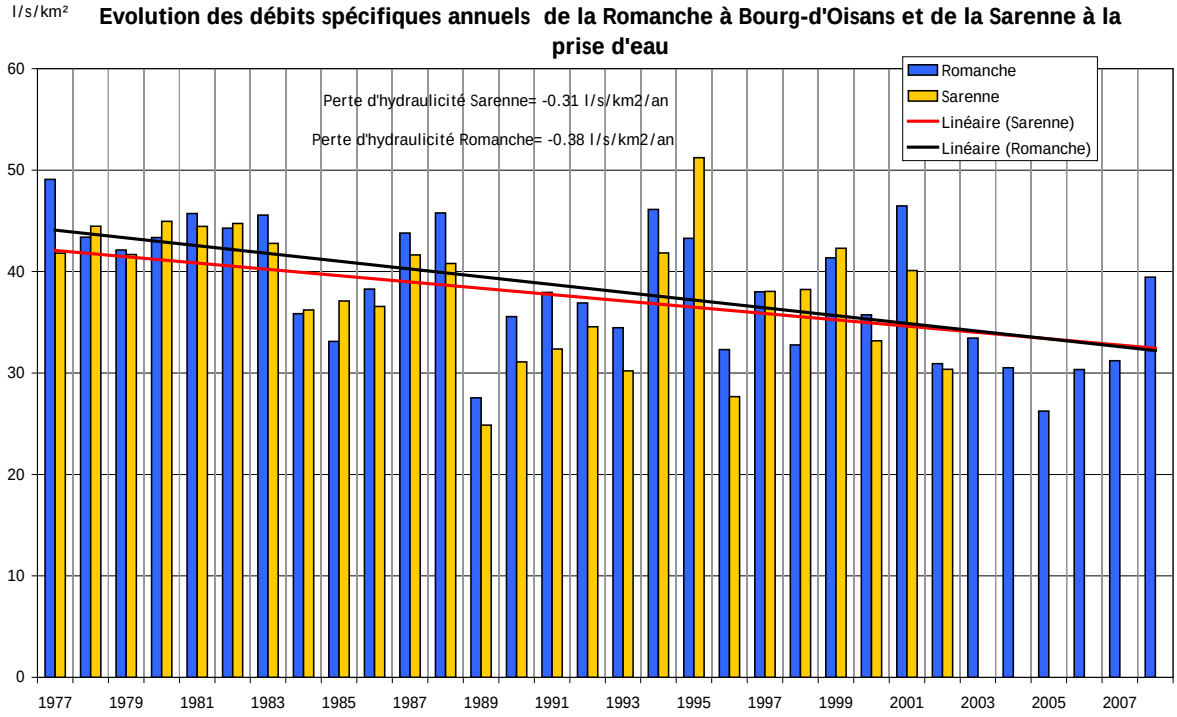



*Figure 48 : Évolution des débits spécifiques de la Romanche et de la Sarenne*

### 5.1.8. *Physico-chimie de l'eau et qualité de l'eau*

#### 5.1.8.1. **Sources de pollution**

Depuis le transfert des eaux usées des communes vers la station Aquavallée (69 000 équivalents habitant), restituant directement les eaux épurées à la Romanche en aval de Bourg d'Oisans, les rejets domestiques directs au milieu naturel sont limités. Des travaux réguliers permettent l'extension progressive des réseaux de collecte et leur fiabilisation. Certaines analyses d'eau présentées ici sont antécédentes à cette situation en théorie plus favorable à la Sarenne.

La cartographie du diagnostic du SAGE Drac Romanche classe d'ailleurs la Sarenne dans la catégorie « très bonne qualité des eaux ».

### 5.1.8.2. Hydrochimie

L'outil de classement qualitatif des eaux a évolué avec la substitution progressive du concept de classe d'aptitude (système SEQ Eau) à celui de classe de qualité. Pour les principaux paramètres de suivi de la qualité générale, les « gammes » caractéristiques sont présentées ci-après.

En l'absence de prélèvement direct pour des usages destinés à l'alimentation en eau potable (le plus exigeant) c'est l'aptitude à la biologie qui constitue le référentiel le plus pertinent.

La qualité des eaux de la Sarenne a été appréciée à partir des résultats de plusieurs campagnes de mesures réalisées en 1999-2000, 2000-2001 et 2003.

**En 1999-2000**, deux campagnes de mesures physico-chimiques ont été réalisées à la fin de l'hiver (23/03/1999) et au cours de l'été (03/08/1999). Les prélèvements ont été réalisés par le demandeur. Les analyses ont été effectuées par le laboratoire régional d'analyses des eaux, agrée par le ministère de la santé.

**En 2000-2001**, deux campagnes ont été menées sur la Sarenne en aval de Bourg d'Oisans (station au lieu-dit « Les Trois Ponts »). Ce sont les seules données disponibles en 2009 sur le site du Systèmes d'Information sur l'Eau Rhône-Méditerranée.

**I- CLASSES D'APTITUDE A LA BIOLOGIE**

| *Classe d'aptitude →* | *Bleu* | *Vert* | *Jaune* | *Orange* | *Rouge* |
|---|---|---|---|---|---|
| *Indice d'aptitude →* | *80* | *60* | *40* | *20* | |
| **MATIERES ORGANIQUES ET OXYDABLES** | | | | | |
| Oxygène dissous (mg/l $O_2$) | 8 | 6 | 4 | 3 | |
| Taux de saturation en oxygène (%) | 90 | 70 | 50 | 30 | |
| DBO5 (mg/l $O_2$) | 3 | 6 | 10 | 25 | |
| DCO (mg/l $O_2$) | 20 | 30 | 40 | 80 | |
| Carbone organique (mg/l C) | 5 | 7 | 10 | 15 | |
| $NH_4^+$ (mg/l $NH_4$) | 0,5 | 1,5 | 4 | 8 | |
| NKJ (mg/l N) | 1 | 2 | 6 | 12 | |

| *Classe d'aptitude →* | *Bleu* | *Vert* | *Jaune* | *Orange* | *Rouge* |
|---|---|---|---|---|---|
| *Indice d'aptitude →* | *80* | *60* | *40* | *20* | |
| **MATIERES AZOTEES HORS NITRATES** | | | | | |
| $NH_4^+$ (mg/l $NH_4$) | 0,1 | 0,5 | 2 | 5 | |
| NKJ (mg/l N) | 1 | 2 | 4 | 10 | |
| $NO_2^-$ (mg/l $NO_2$) | 0,03 | 0,3 | 0,5 | 1 | |
| **NITRATES** | | | | | |
| Nitrates (mg/l $NO_3$) | 2 | | | | |
| **MATIERES PHOSPHOREES** | | | | | |
| $PO_4^{3-}$ (mg/l $PO_4$) | 0,1 | 0,5 | 1 | 2 | |
| Phosphore total (mg/l P) | 0,05 | 0,2 | 0,5 | 1 | |
| **EFFETS DES PROLIFERATIONS VEGETALES** | | | | | |
| Chlorophylle a + phéopigments (µg/l) | 10 | 60 | 120 | 240 | |
| Taux de saturation en $O_2$ [1] | 110 | 130 | 150 | 200 | |
| PH [1] | 8,0 | 8,5 | 9,0 | 9,5 | |
| ΔO2 (mini-maxi) (mg/l $O_2$) [2] | 1 | 3 | 6 | 12 | |
| **PARTICULES EN SUSPENSION** | | | | | |
| MES (mg/l) | 25 | 50 | 100 | 150 | |
| Turbidité (NTU) | 15 | 35 | 70 | 100 | |
| Transparence SECCHI (cm) | 200 | 100 | 50 | 25 | |

### 5.1.8.3. Campagnes de 1999-2000

- ***Résultats de la campagne hivernale de 1999***

Compte tenu de l'abondance des précipitations neigeuses au cours de l'hiver 1998-1999, la campagne n'a pu être réalisée qu'à la fin de l'hiver, le 23 mars 1999. Le débit observé est élevé pour la saison.

| **Paramètres mesurés in situ et au laboratoire** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Débit (l/s) | | Température (°c) | | $0_2$ dissous (mg/l) | | pH | Oxydabilité (mg/l) | |
| | | air | eau | | | | | |
| 700 | | 9 | 3 | 11,3 | | 8,14 | 1,1 | |
| **Paramètres analysés au laboratoire** | | | | | | | | |
| $DBO_5$ (mg/l) | DCO (mg/l) | MEST (mg/l) | NTK (mg/l) | $NH_4^+$ (mg/l) | $NO_2^-$ (mg/l) | $NO_3^-$ (mg/l) | $P_2O_5$ (mg/l) | $PO_4$ (mg/l) |
| 1,5 | < 10 | 6,5 | < 0,5 | < 0,02 | < 0,02 | 1,4 | 0,3 | 0,04 |

*Tableau 10 : Qualité des eaux : campagne hivernale du 23 mars 1999*

Les conditions météorologiques de l'hiver 1999 n'ont pas permis d'observer un étiage sévère du torrent. Le débit était de 700 l/s, soit 3,4 fois le débit caractéristique d'étiage DCE 355 à cette station (207 l/s).

En évaluant les flux transportés et en les ramenant à un débit de 350 l/s, plus proche des conditions normales d'étiage, il est possible d'apprécier la qualité des eaux de la Sarenne par référence à la grille de qualité de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse.

La Sarenne est en limite des classes bonne et très bonne ce qui correspond à un bon état physicochimique.

- ***Résultats de la campagne estivale de 1999***

La campagne estivale a été réalisée le 3 août 1999, après un mois de juillet plutôt ensoleillé et chaud et avant l'arrivée d'une période orageuse au cours de la première quinzaine d'août.

Le débit observé (1 530 l/s) est deux fois plus élevé que celui mesuré lors de la campagne hivernale, mais il correspond à la valeur du débit moyen mensuel d'août.

| **Paramètres mesurés in situ et au laboratoire** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Débit (l/s) | Température (°c) | | $0_2$ dissous (mg/l) | | pH | | Oxydabilité (mg/l) | |
| | air | eau | | | | | | |
| 1 530 | 13 | 7,5 | 8,99 | | 7,85 | | 0,1 | |
| **Paramètres analysés au laboratoire** | | | | | | | | |
| $DBO_5$ (mg/l) | DCO (mg/l) | MEST (mg/l) | NTK (mg/l) | $NH_4^+$ (mg/l) | $NO_2^-$ (mg/l) | $NO_3^-$ (mg/l) | $P_2 0_5$ (mg/l) | $P0_4$ (mg/l) |
| < 0,5 | < 10 | 6,7 | 0,6 | 0,6 | < 0,02 | 0,8 | < 0,1 | < 0,03 |

*Tableau 11 : Qualité des eaux : campagne estivale du 3 août 1999*

Pour le débit observé, la Sarenne peut être classée en qualité très bonne, sauf pour la teneur en ammonium (qualité moyenne), ce qui sous-entend une pollution diffuse depuis les versants.

#### 5.1.8.4. Campagnes de 2000-2001

Les deux campagnes ont été réalisées les 11/08/2000 et 19/02/2001 à la station 820100 sur la Sarenne qui se situe au lieu-dit « Aux Trois Ponts », en aval de l'usine hydroélectrique, sur la commune du Bourg-d'Oisans. Les mesures effectuées concernent la physico-chimie, la bactériologie et l'hydrobiologie. Les résultats sont homogènes pour les deux campagnes d'été et d'hiver.

| | Date du prélèvement | | |
|---|---|---|---|
| **Nom du paramètre** | 11/08/2000 | 19/02/2001 | *Unité* |
| Débit | 1 | 0.36 | m3/s |
| Température | 10.5 | 5.3 | °C |
| Ammonium | 0.07 | 0.1 | mg(NH4)/L |
| Carbone organique | 1 | 1 | mg(C)/L |
| Conductivité à 25°C | 295 | 400 | µS/cm |
| DBO | 1 | 1.1 | mg(O2)/L |
| Indice permanganate acide à chaud | 1 | 1 | mg(O2)/L |
| MeS | 20 | 10 | mg/L |
| Nitrates | 1 | 1.4 | mg(NO3)/L |
| Nitrites | 0.02 | 0.02 | mg(NO2)/L |
| Oxygène dissous | 10 | 11 | mg(O2)/L |
| Oxygène dissous (saturation) | 93 | 90 | % |
| pH | 7.4 | 7.8 | unité pH |
| Phosphates | 0.05 | 0.07 | mg(PO4)/L |

*Tableau 12 : Mesures physicochimiques*

La qualité physico-chimique est très bonne à bonne, sauf pour les particules en suspension et les micro-organismes (présence de traces de rejets domestiques).

#### 5.1.8.5. Objectif qualitatif pour la Sarenne

Logiquement eu égard à la bonne qualité actuelle et au niveau d'usage sur le bassin, le SDAGE (octobre 2009) fixe pour la Sarenne (masse d'eau FRDR334) un objectif de bon état écologique et chimique en 2015. Le transfert des rejets polluants vers la station Aquavallée a notablement réduit les risques de pollution domestique.

### 5.1.9. *Aspect thermique et enjeu écologique*

La SAS la Sarenne a confié au bureau d'étude GREBE l'exploitation des données d'un suivi thermique mené sur la Sarenne au niveau de trois stations, entre octobre 2006 et mars 2007. L'analyse des données prend en compte les exigences écologiques liées à la reproduction de la truite fario, espèce cible sur la Sarenne (données transmises par la Société SERHY).

L'évolution des températures moyennes journalières est similaire sur l'ensemble de la zone d'étude. Elle montre, en particulier, un brusque rafraîchissement de l'eau début novembre.

| | période de suivi |
|---|---|
| Aval future prise d'eau | 1 octobre au 20 mars 2007 |
| Aval cascade | 1 octobre au 20 mars 2007 |
| Aval centrale | 1 octobre au 20 mars 2007 |

*Tableau 13 : Suivi thermique de la Sarenne*

La station aval cascade, située dans l'actuel tronçon court-circuité, présente des eaux moins froides que les deux autres stations. Les eaux les plus froides sont logiquement observées au niveau de la station la plus en amont (aval future prise d'eau).

À noter que les stations aval future prise d'eau et aval centrale présentent des températures négatives sur plusieurs jours consécutifs ce qui laisse supposer que les sondes ont pu être implantées en berge dans des zones d'eau calme, propices à une prise par les glaces. Les

températures mesurées sont alors inférieures à la température réelle de l'eau en milieu courant. Les valeurs les plus basses sont d'ailleurs relevées en aval de la centrale. Les données hivernales de ces sondes sont considérées comme indicatives. Pour rappel, les températures négatives sont létales pour le développement des œufs de truite.

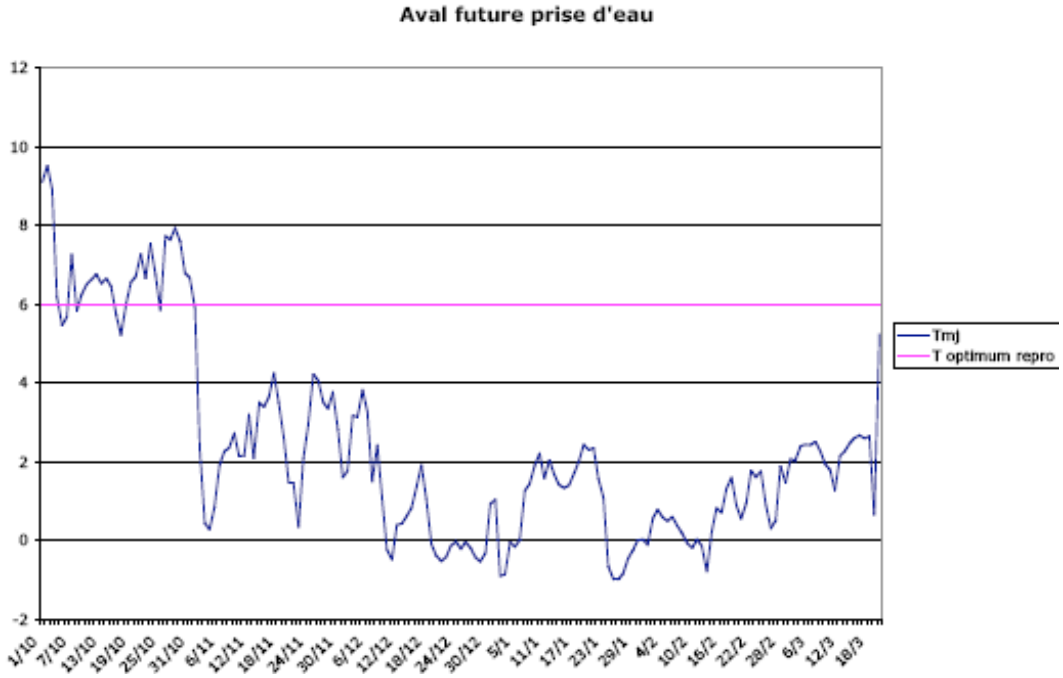



*Figure 49 : Température moyenne journalière de l'eau – Station aval prise d'eau*

Les données 2007 montrent que la température de l'eau est favorable à la reproduction de la truite dès le mois d'octobre. Les valeurs sont assez proches de l'optimum pour la station aval future prise d'eau (5 à 6 °C). Pour la station aval cascade, l'optimum est plutôt atteint durant le mois de novembre.

Pour la station aval cascade, où la reproduction des truites est plutôt centrée sur novembre, la période de développement des œufs et d'émergence des alevins couvre la période novembre à mars 2007. L'émergence déborde sur le mois d'avril. Pour les individus qui peuvent se reproduire dès octobre, l'émergence a lieu courant mars 2007.

Pour les autres stations, les températures mesurées sont certainement biaisées par l'implantation des sondes (glace en bordure). Il est très probable que la période de reproduction déborde également sur le mois d'avril 2007.

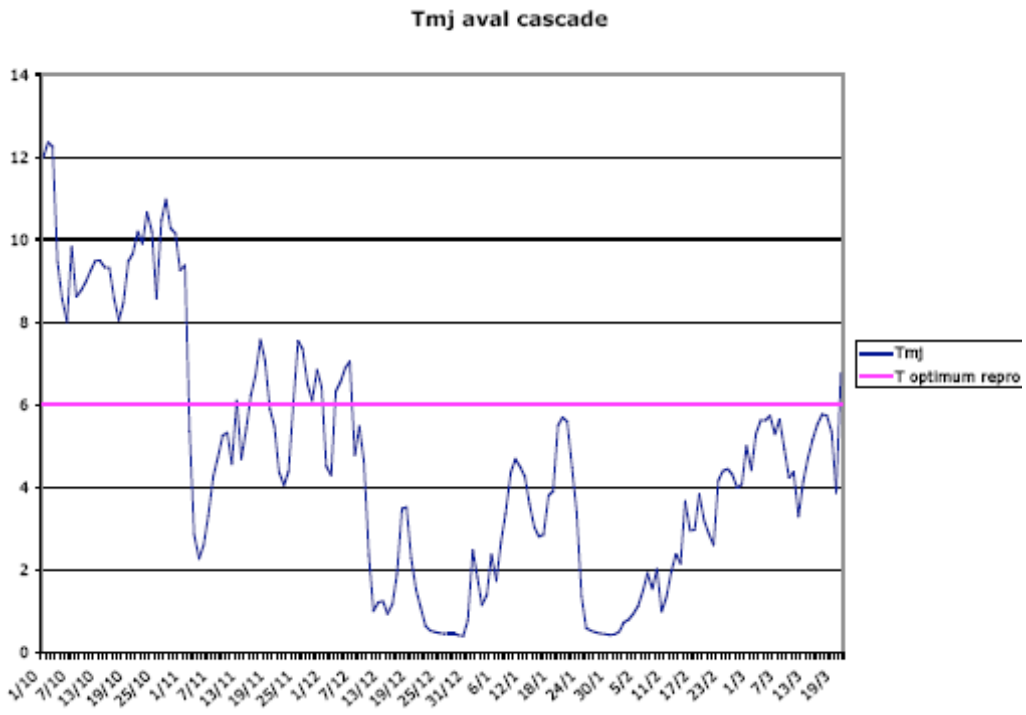



*Figure 50 : Température moyenne journalière de l'eau – Station aval cascade*

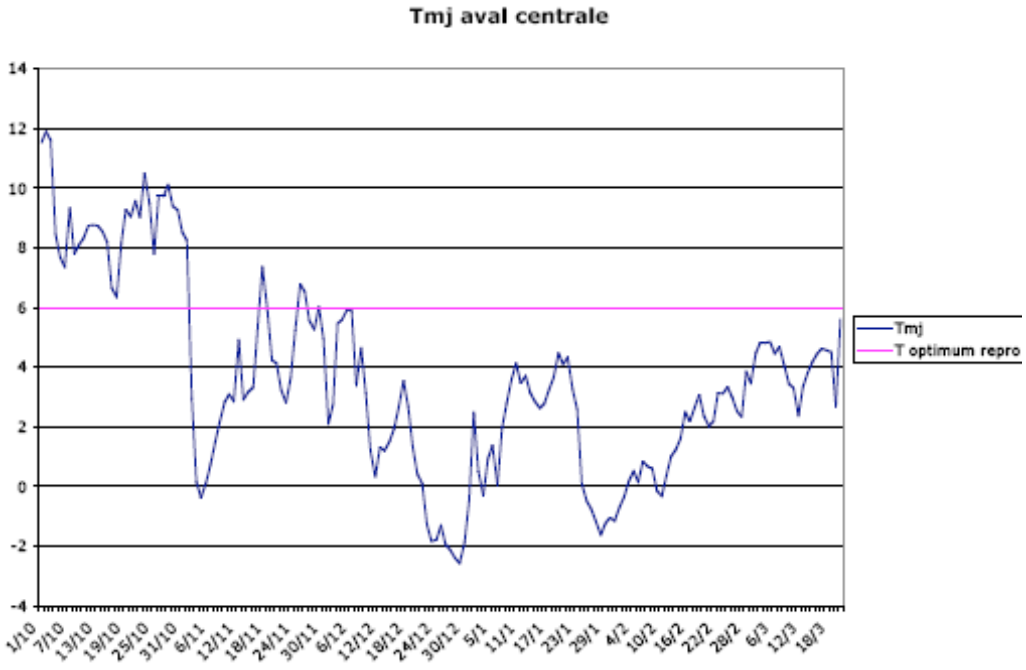



*Figure 51 : Température moyenne journalière de l'eau – Station aval centrale*

| | octobre | novembre | décembre | janvier | février | mars ** | Somme octobre à mars | Somme novembre à mars |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aval future prise d'eau * | 213 | 80 | 26 | 25 | 19 | 79 | 441 | 228 |
| Aval cascade | 291 | 125 | 78 | 84 | 72 | 167 | 817 | 526 |
| Aval centrale * | 278 | 116 | 40 | 54 | 44 | 138 | 670 | 392 |

(* données indicatives, ** température estimée du 21 au 31 mars 2007)

*Tableau 14 : Somme des températures moyennes journalières – Sarenne 2007*

## 5.2. FACTEURS HUMAINS

### 5.2.1. *Situation administrative du site*

#### 5.2.1.1. **Documents d'urbanisme**

Les terrains destinés à accueillir les ouvrages de la prise d'eau sont situés :

1) en zone NC du POS de la Commune de La Garde ;
2) en zone Nch du PLU de la commune d'Huez, approuvé le 11 novembre 2015 et opposable depuis le 6 janvier 2016.

Par ailleurs, le secteur est concerné par le risque de chute de pierre et de blocs, qui nécessite l'application des prescriptions pour limiter l'exposition des personnes.

Le terrain destiné à recevoir la centrale est situé en zone Ui du POS de la Commune du Bourg-d'Oisans, soit en « zone équipée, réservée aux activités économiques (artisanat, bureaux, industrie) ».

Le secteur de la centrale est exposé à des risques naturels : aléa faible d'inondation et aléa moyen de chutes de pierres.

#### 5.2.1.2. **Situation administrative par rapport aux servitudes**

Il n'existe pas à ce jour de PPRN (Plan de Prévention des Risques Naturels) approuvé.

Le secteur a fait l'objet d'une cartographie dans le cadre de la réglementation issue de l'ancien article R.111-3 du Code de l'Urbanisme (article abrogé par le décret du 5 octobre 1995).

Le projet s'inscrit en conséquence dans les prescriptions découlant de cette réglementation.

Compte tenu des dispositifs de prévention (filets de protections conte les chutes de pierres) et de l'enfouissement d'une partie des installations, il ressort que le projet est techniquement compatible avec le risque de chute de pierres répertorié.

En outre, les terrains concernés par les différentes installations ne sont inclus dans aucun périmètre de protection de captage d'eau potable.

Les terrains concernés par les différentes installations ne sont soumis à aucune servitude au titre de la protection des monuments historiques, du patrimoine archéologique ou des sites inscrits ou classés.

### 5.2.2. *Usages de l'eau*

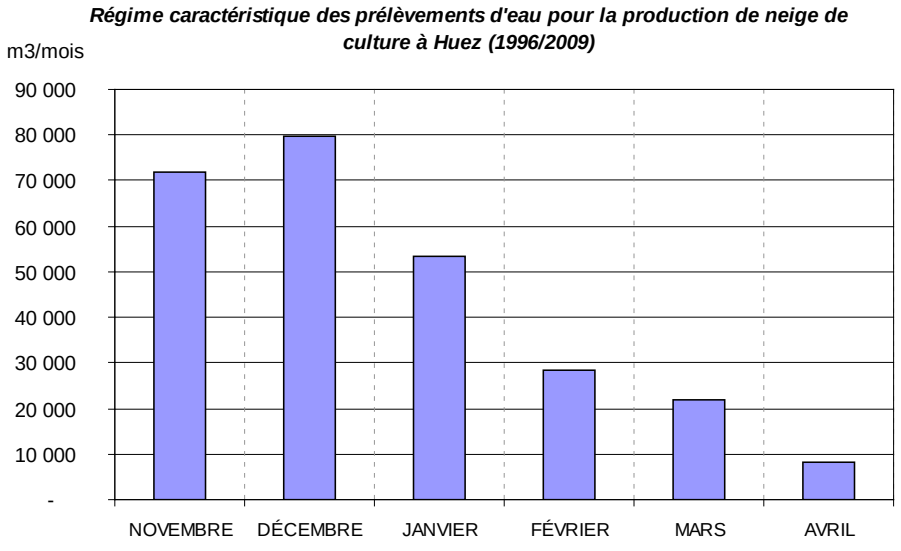
#### 5.2.2.1. **Prélèvements d'eau**

Les données concernant les usages de l'eau proviennent :

1) du SAGE Drac Romanche,
2) des données de redevance Agence de l'Eau,
3) d'une enquête directe auprès de la commune de l'Alpe d'Huez et de la Société d'Aménagement Touristique de l'Alpe d'Huez et des Grandes Rousses (SATA),
4) des informations issues de la police de l'Eau (autorisation).

Les prélèvements sur le bassin en amont de la prise d'eau appartiennent à trois catégories d'usage particulier :

1) L'usage d'adduction d'eau potable (AEP) avec la desserte depuis deux prises d'eau des communes de l'Alpe d'Huez, Auris, Lagarde et Villard-Reculas. Cet usage est prioritaire sur les autres usages (Loi sur l'eau et milieux aquatiques de 2006). Selon une enquête auprès de la mairie d'Huez, quelques prélèvements domestiques ponctuels (< 1 000 $m^3$/an) pourraient subsister.
2) L'usage pour la neige de culture (assimilable à un usage industriel) représente des volumes conséquents et fait fréquemment l'objet de nouvelles demandes. Il s'agit de prélèvements saisonniers, concentrés sur la période de novembre à avril, la majeure partie des prélèvements (près de 80 % en moyenne) s'effectuant entre novembre et janvier.




*Distribution des prélèvements en eau pour la production de neige de culture*

| Saison | NOVEMBRE | DÉCEMBRE | JANVIER | FÉVRIER | MARS | AVRIL | **TOTAL** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1996/97 | 49 552 | 20 359 | 25 245 | 32 348 | 38 353 | 27 435 | **193 292** |
| 1997/98 | 58 999 | 58 009 | 25 487 | 15 929 | 44 985 | 13 224 | **216 633** |
| 1998/99 | 116 029 | 71 440 | 49 758 | 7 963 | 200 | - | **245 390** |
| 1999/00 | 110 104 | 45 352 | 40 042 | 17 708 | 7 305 | 330 | **220 841** |
| 2000/01 | 49 241 | 38 277 | 57 217 | 30 651 | 4 048 | 7 271 | **186 705** |
| 2001/02 | 60 721 | 144 928 | 74 208 | 34 588 | 12 757 | 12 719 | **339 921** |
| 2002/03 | 49 337 | 53 699 | 82 404 | - | 2 100 | 9 295 | **196 835** |
| 2003/04 | 44 275 | 95 344 | 40 443 | 53 306 | 26 400 | 8 042 | **267 810** |
| 2004/05 | 64 406 | 75 276 | 71 457 | 51 814 | 17 731 | 9 839 | **290 523** |
| 2005/06 | 94 764 | 99 709 | 56 533 | 46 019 | 4 579 | 693 | **302 297** |
| 2006/07 | 12 422 | 142 857 | 91 487 | 30 151 | 57 552 | 8 667 | **343 136** |
| 2007/08 | 105 430 | 109 982 | 18 548 | 28 585 | 58 879 | 226 | **321 650** |
| 2008/09 | 120 310 | 82 353 | 63 120 | 21 809 | 8 310 | | **295 902** |
| **Moyenne** | **71 968** | **79 814** | **53 535** | **28 529** | **21 785** | **8 145** | **263 149** |

*Tableau 15 : Prélèvements d'eau (en m³) pour la production de neige de culture*

3) L'usage agricole, en désuétude à cette altitude, s'appuie essentiellement sur le canal des Sarrazins qui prend sa source à l'exutoire du Lac Blanc. Il s'agit d'un ouvrage fondé en titre de 13 km de long, destiné à l'arrosage des pâturages et s'achevant par un transfert de bassin versant (quelques litres par seconde le jour de l'observation). Les prélèvements sont saisonniers, concentrés sur la période d'avril à octobre.



*Figure 52 : Vues du canal des Sarrazins*

5.2.2.2. **Approche quantitative**

La répartition par usage est approchée par trois indicateurs :

1) le niveau de prélèvement autorisé en débit et ou en volume annuel ;
2) le niveau de prélèvement effectué ;
3) le niveau de consommation effectif, c'est-à-dire le différentiel entre prélèvement et restitution sur le même bassin versant.

La quasi-totalité de ces prélèvements s'appuie sur le lac Blanc (13 ha et 2,35 $hm^3$), seul capable de fournir une ressource en eau liquide permanente en amont des lieux de consommations. Deux autres réservoirs relais (Marmotte 1 et 2), alimentés depuis le canal des Sarrazins, permettent une augmentation de la capacité utile stockée sur la station (35 000 et 53 000 $m^3$) et participent à la production de neige de culture.

Une retenue supplémentaire, la retenue de l'Herpie, au pied du glacier de la Sarenne (2 735 m d'altitude) est aujourd'hui construite. Elle a une capacité de stockage de 165 000 $m^3$, destinée à la production de neige de culture.

Le niveau de prélèvement réel est estimé à partir des redevances Agence de l'eau, corrigé pour la neige de culture selon les indications de l'exploitant.

| Volume capté annuel (en milliers de $m^3$) | | Année | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Usage | Nom ouvrage prélèvement | 2005 | 2006 | 2007 | Moyenne |
| Distribution publique | Prise dans le lac Blanc | 774.1 | 865 | 793.7 | 810.933 |
| | Source de Chavannus | 13.4 | 13.4 | 18.8 | 15.2 |
| Fabrication de neige artificielle | Les Prises | 254.05 | 258 | 313.35 | 275.133 |
| Total | | 1295.6 | 1394.4 | 1439.2 | 1376.4 |

*Tableau 16 : Répartition des volumes annuels de prélèvements d'eau*

Le niveau de prélèvement autorisé est estimé comme suit :

1) Débit « fondé en titre » du canal des Sarrazins qui, ne fonctionnant pas en période de gel, couvre l'alimentation en eau des retenues de production de neige artificielle soit environ 100 000 $m^3$/an (les retenues se remplissent plusieurs fois) auquel s'ajoute l'usage agricole (quelques litres par seconde) que nous supposons constant depuis l'origine et dont les conséquences hydrologiques se retrouvent dans les observations de débits de la station hydrométrique de la Sarenne. À noter que le dispositif de prise réserve un débit minimum au cours d'eau.
2) Débit autorisé pour la distribution publique soit selon l'arrêté du 30 septembre 1966, 70 l/s (soit un potentiel de 2,2 $hm^3$/an). Sur ce volume, l'arrêté préfectoral de 1988 autorise un soutirage pour la production de neige artificielle de 200 000 $m^3$.

#### 5.2.2.3. **Prospective**

Le PLU de l'Alpe d'Huez prévoit une gestion raisonnée de la ressource en eau et prend en compte l'ensemble des contraintes d'urbanisme. Il table sur un accroissement potentiel de l'ordre de 5000 lits correspondant à une hypothèse de consommation de 250 l/j/lits pendant les 45 jours d'hiver soit environ 60 000 $m^3$/an de plus en hiver et arrondi à 100 000 $m^3$/an de plus sur l'année. L'hypothèse retenue sur la distribution publique parfois assimilée à l'eau potable est donc en pointe annuelle de 960 000 $m^3$/an. La valeur de 1 000 000 $m^3$/an sera retenue dans le cadre de cette étude.

Ces prélèvements n'ont pas d'effet direct sur le débit instantané de la Sarenne dans la mesure où ils se font dans le lac Blanc, ramenant la problématique à de la gestion de stock et de maîtrise du marnage. Cependant, toute l'eau potable prélevée dans le lac Blanc, qui fait partie du bassin versant intéressant le projet hydroélectrique, est exportée via la station d'épuration Aquavallée.

Actuellement, la production de neige de culture est attachée au lac Blanc et au droit fondé en titre du canal des Sarrazins ; il n'y a donc pas d'addition à envisager. Le maximum enregistré sur la dernière décennie a été de 340 000 $m^3$ concentré sur la période de novembre à avril. La répartition altitudinale de la neige produite favorise un rallongement de la période de fonte par rapport aux déversements du lac Blanc en situation naturelle. Ce phénomène favorise une meilleure répartition de l'eau, favorable à la production électrique. Néanmoins une part estimée à 25 % peut être considérée comme perdue par sublimation. Si l'on considère que 90% de la neige est produite sur le bassin versant, c'est donc environ 70 % (0.9*.25) de la neige de culture qui se retrouvera sous forme liquide en amont de la prise d'eau. La consommation nette actuelle de la neige de culture est donc estimée à 30 % de la production soit environ 100 000 $m^3$/an qui manqueront à la ressource hydroélectrique.

La **retenue de l'Herpie** (commune du Freney-d'Oisans), a pour vocation le stockage de 165 000 $m^3$ d'eau de fonte du glacier de la Sarenne, à 2 735 m d'altitude. L'objectif de la retenue est de permettre la production de neige de culture pour environ 46 ha de piste de ski sur le bassin versant de la Sarenne. Par analogie avec les autres impacts hydrologiques de la neige de culture, la consommation est estimée à environ 45 000 $m^3$/an. Les prélèvements destinés à l'alimentation de la retenue de l'Herpie (seuls prélèvements directs sur un cours d'eau dans le bassin de la Sarenne) ont été évalués à 17 l/s continus en moyenne, sur la période de mai à août. Une convention réglera les modalités de gestion de la prise d'eau gravitaire et donc de débit instantané. Le principe général serait de concentrer le remplissage sur les périodes d'hydrologie excédentaire. Les capteurs hydrologiques de l'usine hydroélectrique permettraient de déclencher le remplissage de la retenue de l'Herpie lors des périodes de déversement à la prise d'eau.

Le canal des Sarrazins ne devrait pas voir sa consommation augmenter par rapport à la situation actuelle, sachant qu'une part sert déjà à la production de neige de culture et que son écoulement est nul en période de production de neige de culture.

Le projet de rehausse du lac Blanc viserait à renforcer sa capacité de réponse aux sollicitations précédentes tout en réduisant le marnage. Le régime des apports est mal connu.

En conclusion, le niveau d'autorisation actuel des prélèvements opérés dans le bassin versant en amont de la prise d'eau projeté est estimé à :

1) Pour le fondement en titre : 100 000 $m^3$ depuis le canal des Sarrazins pour la neige de culture, dont 30 000 $m^3$ sont consommés. On peut considérer que ce niveau restera stable. Un volume indéterminé mais constant de besoin en eau agricole est déjà intégré dans les enregistrements hydrométriques.
2) Pour les prélèvements dans le lac Blanc : 800 000 $m^3$ AEP + 200 000 $m^3$ neige soit 1 000 000 $m^3$ dont 850 000 $m^3$ « consommés ».

3) Pour les augmentations de prélèvement nous retenons 100 000 $m^3$ pour l'AEP depuis le lac blanc et 165 000 $m^3$ pour la neige sur l'Herpie (45 000 $m^3$ consommés), soit une augmentation de la consommation nette estimée à 145 000 $m^3$.

Le cumul des prélèvements futurs est donc estimé à 1 372 500 $m^3$/an se traduisant par une **consommation nette de 1 025 000 $m^3$/an**. Néanmoins des augmentations de consommation non envisagées à ce jour sont possibles. Le niveau d'autorisation actuel accordé par l'État est aujourd'hui de 2 200 000 $m^3$/an, soit deux fois le volume consommé. Il subsiste donc une marge d'augmentation des consommations nettes de plus de 1 000 000 $m^3$/an.

Au-delà de ces volumes, les hypothèses d'augmentation de prélèvements susceptibles d'affecter la rentabilité du projet de concession hydroélectrique sont considérées à ce jour comme peu probables. En intégrant les implications des projets de développement locaux, le concessionnaire et les représentants des communes concernées s'engageront par convention dans une gestion partenariale et raisonnée de la ressource en eau.

Toutefois, afin de ne pas contraindre les usages d'intérêt général en amont de la prise d'eau, le concessionnaore a proposé en 2014 de réserver un volume de 500 000 $m^3$/an pour les prélèvements susceptibles de s'exprimer à l'horizon 2030 dans le bassin versant de la Sarenne en amont de la prise d'eau projetée (200 000 $m^3$/an pour la retenue de l'Herpie + 300 000 $m^3$/an pour des prélèvements supplémentaires non identifiés).



*Figure 53 : Le lac Blanc (sources : SAS La Sarenne, 2003 et IGN, 2015)*



*Figure 54 : Les retenues de Marmotte 1 et 2 (sources : SAS La Sarenne, 2003 et IGN, 2015)*

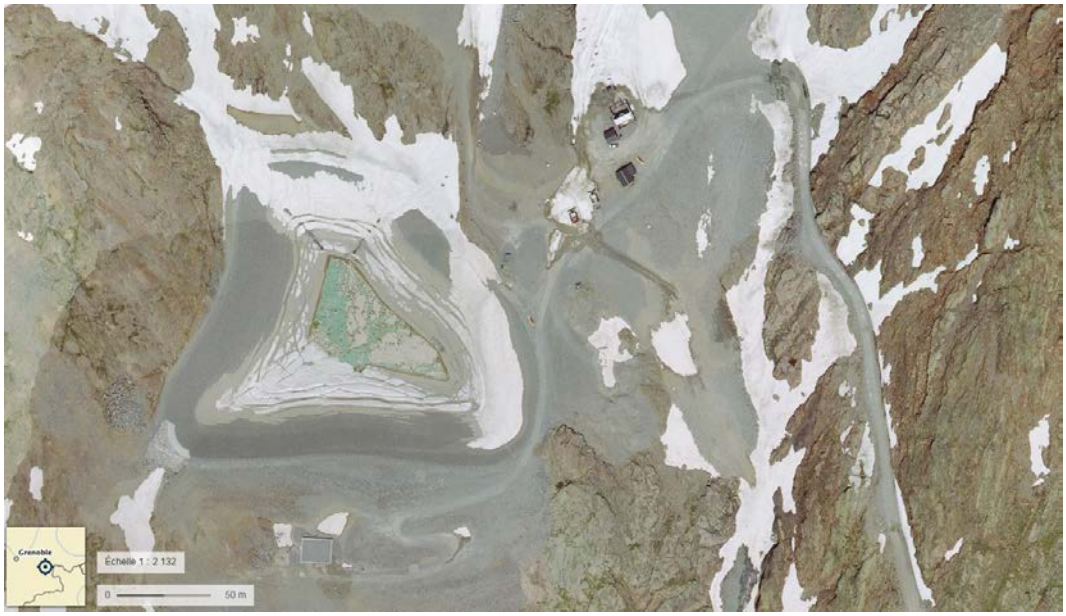



*Figure 55 : Vue aérienne de la retenue de l'Herpie (orthophoto IGN, 2015)*

### 5.2.3. *Agriculture*

L'agriculture est extrêmement restreinte sur le périmètre du projet. Les anciennes terres cultivées sont soit retournées à la prairie et valorisées par le pastoralisme (ovins), dont la première fonction est l'entretien des prairies, soit abandonnées et en cours de colonisation spontanée par la végétation (déprise agricole). Aucune exploitation agricole n'est concernée par le projet.

### 5.2.4. *Tourisme*

L'ensemble du bassin versant amont est largement concerné par l'activité de la station de l'Alpe d'Huez.

La pratique du cyclisme dans la mythique montée de l'Alpes d'Huez (RD211) constitue le principal enjeu de l'organisation du chantier de réalisation du projet. C'est dans une moindre mesure que la RD211a (La Garde / Auris-en-Oisans) est concerné par cette pratique.

#### 5.2.4.1. Sites classés et inscrits

L'objectif d'une classification de site est la conservation ou la préservation d'espaces naturels ou bâtis présentant un intérêt certain au regard des critères prévus par la loi (artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque). Le classement offre une protection renforcée en comparaison de l'inscription, en interdisant, sauf autorisation spéciale, la réalisation de tous travaux tendant à modifier l'aspect du site.

Les autorisations de construction et d'aménagement dans le périmètre d'un site classé sont délivrées en fonction de l'ampleur des travaux (cf. décret n°88-1124 du 15 décembre 1988 portant déconcentration de la délivrance d'autorisations) :

1) soit par le ministre chargé des sites après avis de la commission départementale des sites et, si le ministre le juge utile, de la commission supérieure des sites, perspectives et paysages ;
2) soit par le préfet de département, après avis de l'Architecte des Bâtiments de France et chaque fois qu'il le juge utile, de la CDS.

Le seul site classé recensé à proximité est le Lac Blanc des Rousses qui se trouve à l'amont du bassin et ne recouvre pas le périmètre du projet de site hydroélectrique.

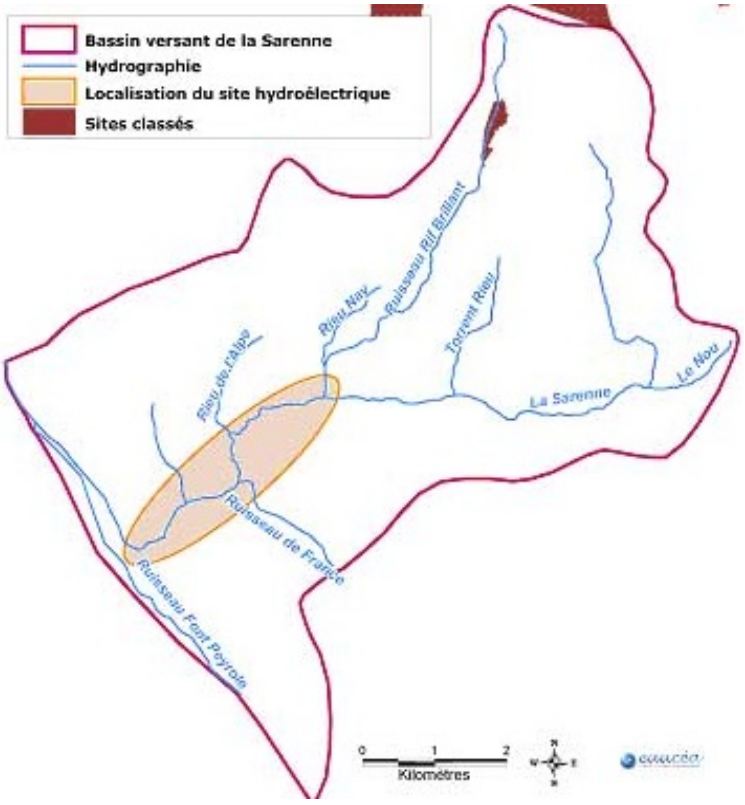



*Figure 56 : Localisation des sites classés à proximité du projet*

#### 5.2.4.2. **Potentiel touristique**

Le secteur des gorges de la Sarenne (partie amont du futur aménagement) connaît une fréquentation touristique axée sur les activités sportives et de loisirs, liées au cadre naturel et montagnard du site. L'intérêt paysager est localement renforcé par la présence d'un petit patrimoine hydraulique (fontaines, bassins, vestiges de moulins, ponts anciens, …), partiellement mis en valeur. En été, la fréquentation touristique est principalement due aux cyclistes, promeneurs et randonneurs. En hiver, il s'agit principalement d'un tourisme basé sur les sports de neige.

Le GR 54, chemin de randonnée du Tour de l'Oisans, relie Le Bourg d'Oisans à Huez puis Besse-en-Oisans par le Col de Sarenne (Topo-guides « Tour de l'Oisans » et « Massifs et lacs en Dauphiné »). Il remonte le versant gauche de la gorge de la Sarenne, arrive à La Ville (hameau de La Garde-en-Oisans, continue vers les hameaux de Maronne et du Rosay et aboutit au Pont des Moulins où il traverse la Sarenne, un peu en aval du site de la prise d'eau projetée. À ce niveau, un parcours de santé a été aménagé, ainsi qu'un sentier pour les pêcheurs.

À un peu plus d'un kilomètre en amont, un sentier botanique alpin a été créé au pied de la falaise (rochers « Sur la Mure »), où sont aménagées deux Via Ferrata. Ce secteur est très fréquenté en hiver (Gare du Télésiège L'AlpAuris et bar-restaurant).

La partie centrale des gorges concernée par l'aménagement hydroélectrique est par contre peu accessible. La végétation arborée présente dans la gorge de la Sarenne est peu abondante compte tenu de la nature très rocheuse des versants et des conditions édaphiques pauvres. La gorge de la Sarenne est un secteur encaissé, sauvage et impressionnant et peu fréquenté.

Il existe sous l'église Saint-Ferréol à Huez un sentier qui descend jusqu'à la cascade de la Piche.

La route départementale RD 211a traverse la gorge à la cote 977. Le sentier reliant le hameau de la Salle à la Ville (commune de La Garde) traverse la Sarenne en aval du pont de la RD 211a et remonte vers le hameau de La Ville en passant au pied de la future zone de dépôt des matériaux issus du creusement de la galerie intermédiaire et du forage dirigé amont.

La partie aval de l'aménagement est visible depuis le GR 54 en rive gauche de la Sarenne. La voie d'accès à la prise d'eau actuelle est un cheminement piétonnier s'appuyant parfois sur la conduite forcée. Il est entretenu par l'exploitant mais reste peu fréquenté.

Le site de la cascade de la Sarenne attire quelques pêcheurs et promeneurs. Peu mis en valeur sur le plan paysager, il souffre de la négligence du public et du manque d'entretien.

Les potentialités touristiques de ce site sont limitées, mais l'importante fréquentation touristique de Bourg d'Oisans en été et la proximité de trois terrains de camping entourant le site d'implantation de la future centrale hydroélectrique sont à prendre en considération dans l'organisation du chantier de la prise d'eau.

#### 5.2.4.3. Campings et environnement de l'usine

Le camping « La Cascade » se situe à proximité immédiate de l'emplacement retenu pour l'implantation de la future centrale hydroélectrique, sur la berge opposée de la Sarenne (rive gauche).

Par ailleurs, deux autres campings sont implantés à proximité, de l'autre côté de la RD 211 : le camping « La Piscine » et le camping « À la rencontre du soleil ».

L'usine est donc implantée dans un secteur largement urbanisé et avec une forte vocation d'accueil touristique.

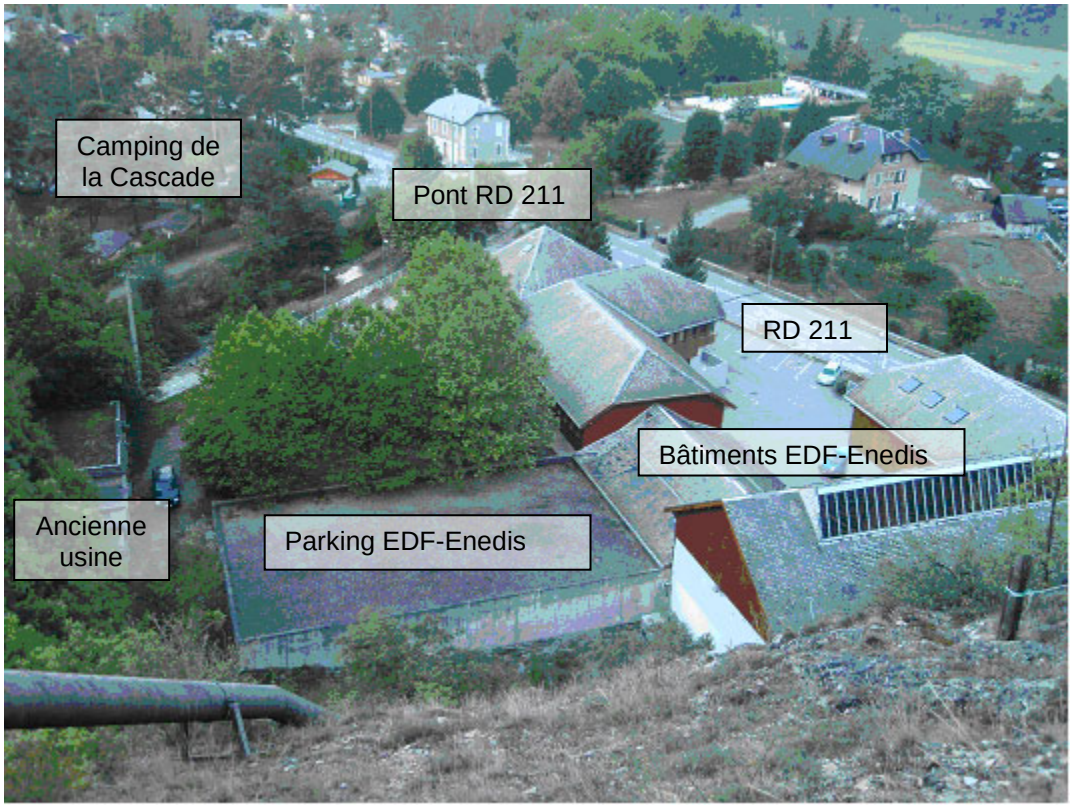



*Figure 57 : Vue d'ensemble sur la zone d'implantation de l'usine hydroélectrique*

### 5.2.5. *Pêche*

Les informations présentées dans cette partie ont été fournies par l'Association Agréée de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique (AAPPMA) de Bourg-d'Oisans « les Pêcheurs de l'Oisans », par l'AAPPMA de Grenoble « l'Union des pêcheurs » et par la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt de l'Isère (DDAF).

La Sarenne est classée en 1ère catégorie piscicole, indiquant un peuplement à dominante salmonicole. Le domaine de pêche est réparti entre deux AAPPMA : l'Union des pêcheurs de Grenoble sur le tronçon en amont de la cascade de Sarenne et le Pêcheurs de l'Oisans de Bourg-d'Oisans sur la partie aval, jusqu'à la confluence avec la Romanche.

La pêche est autorisée du deuxième samedi de mars au deuxième dimanche d'octobre. Le nombre de captures par pêcheur est également réglementé. Il est fixé à 6 prises par jour et par pêcheur. La taille légale de capture des salmonidés est de 23 cm.

La pression de pêche est considérée comme moyenne sur la zone d'étude. La pratique d'alevinage, y compris avec des truites arc-en-ciel, influence le peuplement piscicole de la Sarenne, tant en quantité qu'en qualité.

| Aval de la cascade de la Sarenne | |
|---|---|
| alevins à résorption | 10 000 individus |
| Truites surdensitaires | 20 kg en mars et 20 kg en juin |

| Amont de la cascade de la Sarenne | |
|---|---|
| alevins à résorption | 10 000 individus |
| Truites surdensitaires | 50 kg en juillet (1 km aval Col de la Sarenne) |

*Tableau 17 : Pratique d'alevinage en 2008 (données AAPPMA)*

L'intérêt halieutique de la Sarenne, malgré sa bonne qualité, reste cependant limité compte tenu du caractère torrentiel marqué de son cours et de la présence de cascades infranchissables, limitant la capacité des reproducteurs à atteindre les zones de frayères.

Le potentiel piscicole du tronçon en aval de la cascade de Sarenne est associé à celui de la Romanche. Le calibrage du lit de la Romanche, ainsi que son morcellement par les aménagements hydroélectriques et la présence de rejets d'industries polluantes ont contribué à un appauvrissement du peuplement piscicole et de son intérêt halieutique.

### 5.2.6. *Niveaux sonores de référence*

#### 5.2.6.1. **Données issues de l'étude d'impact initiale**

| | DATE : 18/08/06 21H TURBINE EN MARCHE | | DATE : 25/09/06 19H TURBINE EN MARCHE | |
|---|---|---|---|---|
| POINTS DE MESURE SITUATIONS GEOGRAPHIQUE | CENTRALE A L'ARRET | CENTRALE EN FONCTIONNEMENT | CENTRALE A L'ARRET | CENTRALE EN FONCTIONNEMENT |
| Cascade côté camping 20m rive gauche | 68 db | 68 db | 73 db | 73 db |
| Cascade au pied | 72 db | 72 db | 78 db | 78 db |
| Rive gauche côté camping face à la centrale | 64 db | 64 db | 68 db | 68 db |
| Au niveau du pont vers l'Alpe d'Huez | 65 db | 65 db | 63 db | 63 db |
| Sur parking centrale côté entrée bureaux EDF | 62 db | 62 db | 61 db | 61 db |
| Devant porte centrale à 2m | 66 db | 73 db | 68 db | 74 db |
| Devant porte centrale à 10m | 62 db | 67 db | 65 db | 66 db |
| A l'intérieur | 60 db | 84db | 60 db | 88 db |

*Tableau 18 : Résultats des relevés sonométriques réalisés en 2006*

Des mesures sonométriques (sonomètre marque Digital Instrument *LUTRON* SL4001) ont été réalisées en 2006 sur le site actuel avec centrale en marche et centrale à l'arrêt. Ces mesures permettent de définir l'état initial hors aménagement (centrale à l'arrêt) en différents points (dont le camping en rive gauche). Pour simple information, la centrale actuelle crée

une émergence sonore qui rentre dans la norme à partir d'une distance supérieure à 10 m du local.

#### 5.2.6.2. **Données complémentaires**

Des mesures de bruit ambiant et de bruit résiduel complémentaires ont été réalisées en 2015 par la société ACOUPLUS.

La méthode de mesure in situ utilisée suit celle décrite dans la norme NF S 31.010 « Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement » de décembre 1996. Les mesures ont été réalisées du 25 au 26 août 2015 sur une période de 24h. Elles ont été effectuées usine en fonctionnement dans un premier temps puis usine à l'arrêt.

Les mesures ont été réalisées en trois emplacements dont un point de référence à l'intérieur de la centrale. Le point 1 a été placé à l'extérieur de la centrale ; le point 2 a été placé en limite de propriété du camping « La Cascade », au plus proche de la centrale.



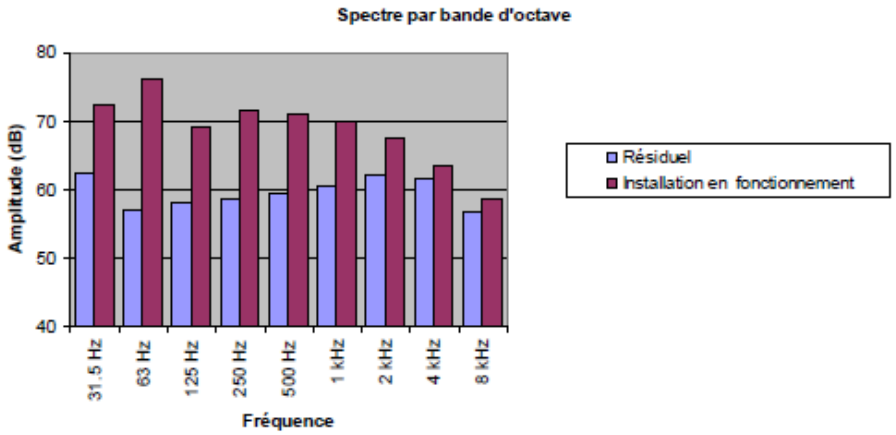

*Figure 58 : Localisation des points de mesures de bruit à l'extérieur de l'usine*

Les niveaux sonores extérieurs à proximité de l'usine (point 1) sont de 74,6 dB(A) en fonctionnement et de 67,8 dB(A) à l'arrêt.

Au niveau du camping, en limite de propriété, les niveaux extérieurs sont de 57 dB(A) en fonctionnent et de 59,7 dB(A) à l'arrêt.

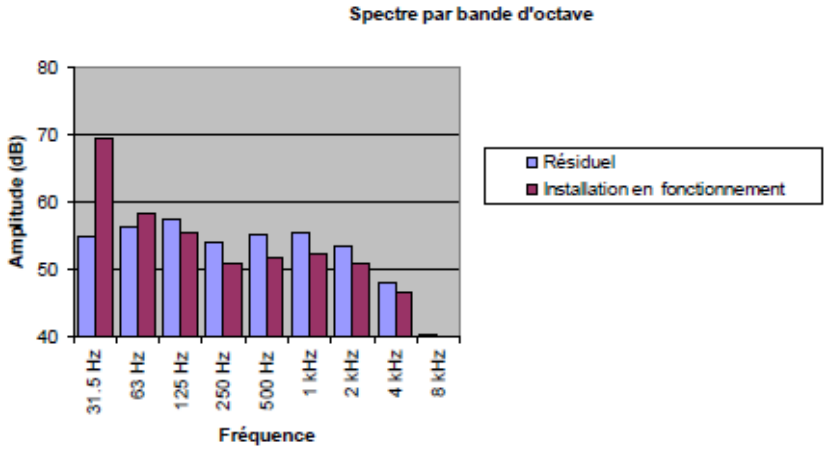
Les niveaux supérieurs constatés au niveau du camping avec la centrale à l'arrêt sont liés aux rejets d'eau plus importants dans la cascade qui induisent une augmentation du niveau de bruit résiduel.

Il a été clairement mis en évidence que les composantes basses fréquences de la centrale étaient perçues au niveau du camping. Ces émergences, situées dans les bandes d'octaves 31,5 Hz et 63 Hz ne sont cependant pas réglementées.




| | A l'arrêt | En fonctionnement | Emergences mesurées |
|---|---|---|---|
| 31.5 Hz | 62.4 | 72.5 | 10.1 |
| 63 Hz | 57.2 | 76.3 | 19.1 |
| 125 Hz | 58.1 | 69 | 10.9 |
| 250 Hz | 58.7 | 71.7 | 13 |
| 500 Hz | 59.6 | 71.1 | 11.5 |
| 1 kHz | 60.5 | 69.8 | 9.3 |
| 2 kHz | 62.2 | 67.4 | 5.2 |
| 4 kHz | 61.7 | 63.5 | 1.8 |
| 8 kHz | 56.8 | 58.8 | 2 |
| dB(A) | 67.8 | 74.6 | |

*Figure 59 : Résultat des mesures de bruit au point 1 (extérieur usine)*




| | A l'arrêt | En fonctionnement | Emergences mesurées | Emergences autorisées |
|---|---|---|---|---|
| 31.5 Hz | 54.9 | 69.4 | 14.5 | |
| 63 Hz | 56.4 | 58.3 | 1.9 | |
| 125 Hz | 57.4 | 55.4 | | 7 |
| 250 Hz | 54 | 51 | | 7 |
| 500 Hz | 55.2 | 51.8 | | 5 |
| 1 kHz | 55.3 | 52.4 | | 5 |
| 2 kHz | 53.4 | 50.9 | | 5 |
| 4 kHz | 48.1 | 46.5 | | 5 |
| 8 kHz | 40.3 | 39.3 | | |
| dB(A) | 59.7 | 57.0 | | |

*Figure 60 : Résultat des mesures de bruit au point 2 (bordure camping)*

### 5.2.7. *Trafic routier*

Deux routes départementales sont concernées par la zone d'étude :

1) la RD 211 entre Le Bourg-d'Oisans et l'Alpe d'Huez, célèbre en raison du passage fréquent du Tour de France cycliste (montée de l'Alpe d'Huez),
2) la RD 211a reliant La Garde à Auris-en-Oisans, réputée pour la vue panoramique qu'elle offre sur la vallée de la Romanche, entre le hameau de l'Armentier-le-Haut et Auris (les balcons d'Auris).

La Direction des mobilités du Département de l'Isère réalise des comptages permanents du trafic routier sur la RD 211. En 2016, le trafic moyen journalier annuel s'est établi à 2 800 véhicules, dont 6,5 % de poids lourds (182 PL par jour).

Aucun comptage ou estimation du trafic routier n'est disponible pour la RD 211a.

Compte tenu de l'étroitesse de la chaussée et des difficultés de croisement rencontrées le long de la RD 211a, la circulation est interdite aux véhicules de plus de 7 m de long et de 3,20 m de haut.

## 5.3. CONTEXTE ECOLOGIQUE

L'essentiel de l'aménagement hydroélectrique étant souterrain (galerie, forages dirigés), l'impact sur les milieux terrestres se concentrera au niveau de la prise d'eau, du secteur du Pont de Sarenne (jonction galerie intermédiaire et forage dirigé aval + plateformes en bordure de la RD 211a) et de l'usine.

La future **usine hydroélectrique** se situe au cœur d'une zone urbanisée et vient en remplacement de l'usine hydroélectrique déjà existante qui sera démolie.

Pour les milieux aquatiques, l'enjeu principal se situe sur le tronçon de la Sarenne qui sera court-circuité par l'aménagement hydroélectrique : entre la prise d'eau et le point de restitution en aval de l'usine. La problématique du maintien de la continuité écologique entre l'amont et l'aval du seuil de la prise d'eau est également à prendre en compte.

### 5.3.1. *Délimitation de la zone d'étude*

La zone d'étude élargie comprend le tronçon de la Sarenne, de la confluence avec le Rif Brillant au point de restitution en aval de la future usine hydroélectrique, ainsi que les milieux associés. Elle inclut également les emprises des travaux en surface sur la zone amont (prise d'eau), le secteur du Pont de Sarenne et la zone aval (future usine).

La **zone amont** intègre l'espace susceptible d'être ennoyé par la retenue, l'emprise des futurs ouvrages en rive gauche de la Sarenne (dessableur et chambre de mise en charge notamment), la zone d'installation de chantier en rive droite et les voies d'accès en phase travaux et définitives.

Le **secteur intermédiaire**, jonction des tronçons amont et aval du chemin d'eau au niveau du Pont de Sarenne considère : la plateforme d'attaque de la galerie intermédiaire, la plateforme de stockage des viroles de la conduite forcée en bordure de RD211a (maintenue en exploitation pour maintenance exceptionnelle sur le tronçon amont de la conduite) et la piste d'accès réalaisée pour les soendage géotechnique, utilisée pour réliser la plateforme de stockage des viroles.

La **zone aval** inclut l'ensemble de la plateforme comprise entre le site EDF/Enedis, en bordure de la RD 211 et la rive droite de la Sarenne en aval de la cascade de Sarenne.

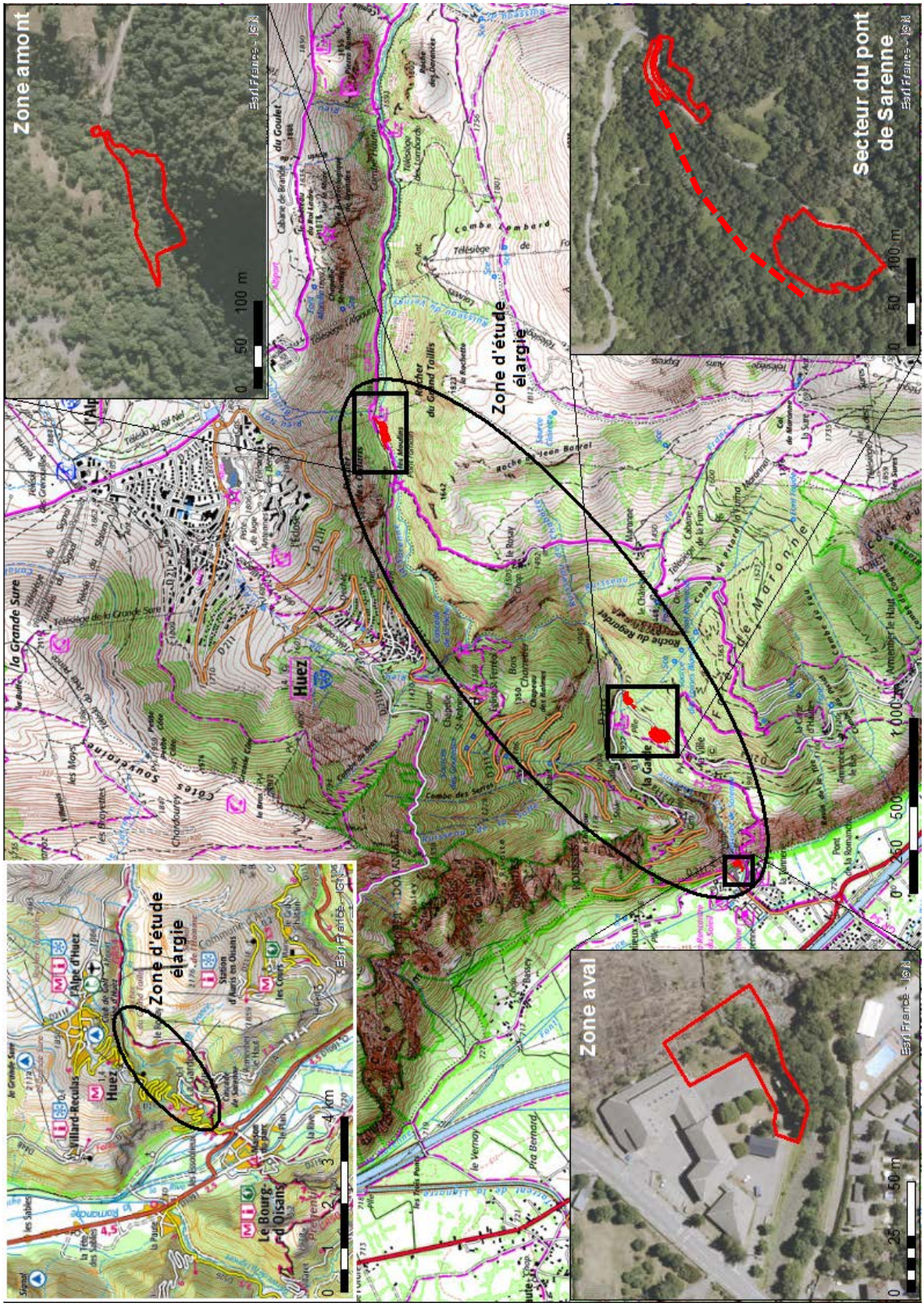



*Figure 61 : Localisation de la zone d'étude et des emprises de travaux*

### 5.3.2. *Espaces naturels patrimoniaux*

La collecte d'informations concernant les périmètres de protection, d'inventaires et de concertation a été réalisée auprès de la DREAL et de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel. Les données administratives concernant les milieux naturels, le patrimoine écologique, la faune et la flore sont de trois types : zonages de protection, zonages d'inventaire et zonages de concertation.

#### 5.3.2.1. **Zonages de protection**

Il s'agit d'espaces naturels protégés de façon réglementaire, contractuelle, par maîtrise foncière ou au titre de conventions et d'engagements européens ou internationaux. L'implantation d'un ouvrage peut être interdit ou contraint au sein de ces périmètres.

Cinq espaces naturels protégés sont présents dans un rayon de 5 km autour de la zone d'étude élargie :

1) La commune du Bourg-d'Oisans fait partie de **l'aire d'adhésion du Parc National des Écrins**. Il s'agit d'un espace de développement durable fondé sur la préservation et la valorisation du patrimoine naturel, culturel et paysager. Les aménagements et activités de l'aire d'adhésion doivent être envisagés au regard du Parc National dans son ensemble. Ils ne doivent pas avoir de répercussions négatives sur les mesures de protection engagées dans le cœur du parc national. Les décisions pour le développement dans l'aire d'adhésion doivent être prises en cohérence avec la politique menée dans le cœur.
2) Quatre **arrêtés de protection de biotopes** assurent la protection des zones humides les plus emblématiques de la partie sud du massif des Grandes Rousses : la **tourbière de Chavannus**, la **tourbière du lac Faucille**, le **marais du col de Sarenne** et les **tourbières de Chourier et de la Rochette**.

Seule la zone aval du projet (zone d'implantation de l'usine hydroélectrique) est incluse dans un de ces périmètres (aire d'adhésion du Parc National des Écrins). Rappelons toutefois qu'il s'agit d'un site industriel.

| Type de périmètre | Nom | Référence | Situation par rapport au projet |
|---|---|---|---|
| Parc National | Parc National des Écrins (aire d'adhésion) | FR3300005 | Zone aval incluse dans le périmètre |
| Arrêté préfectoral de protection de biotope | Tourbières de Chourier et de la Rochette | FR3800829 | 500 m |
| | Tourbière de Chavannus | FR3800828 | 3 000 m |
| | Marais du col de Sarenne | FR3800836 | 4 500 m |
| | Tourbière du lac Faucille | FR3800834 | 4 700 m |

*Tableau 19 : Synthèse des zonages de protection à proximité de la zone d'étude*

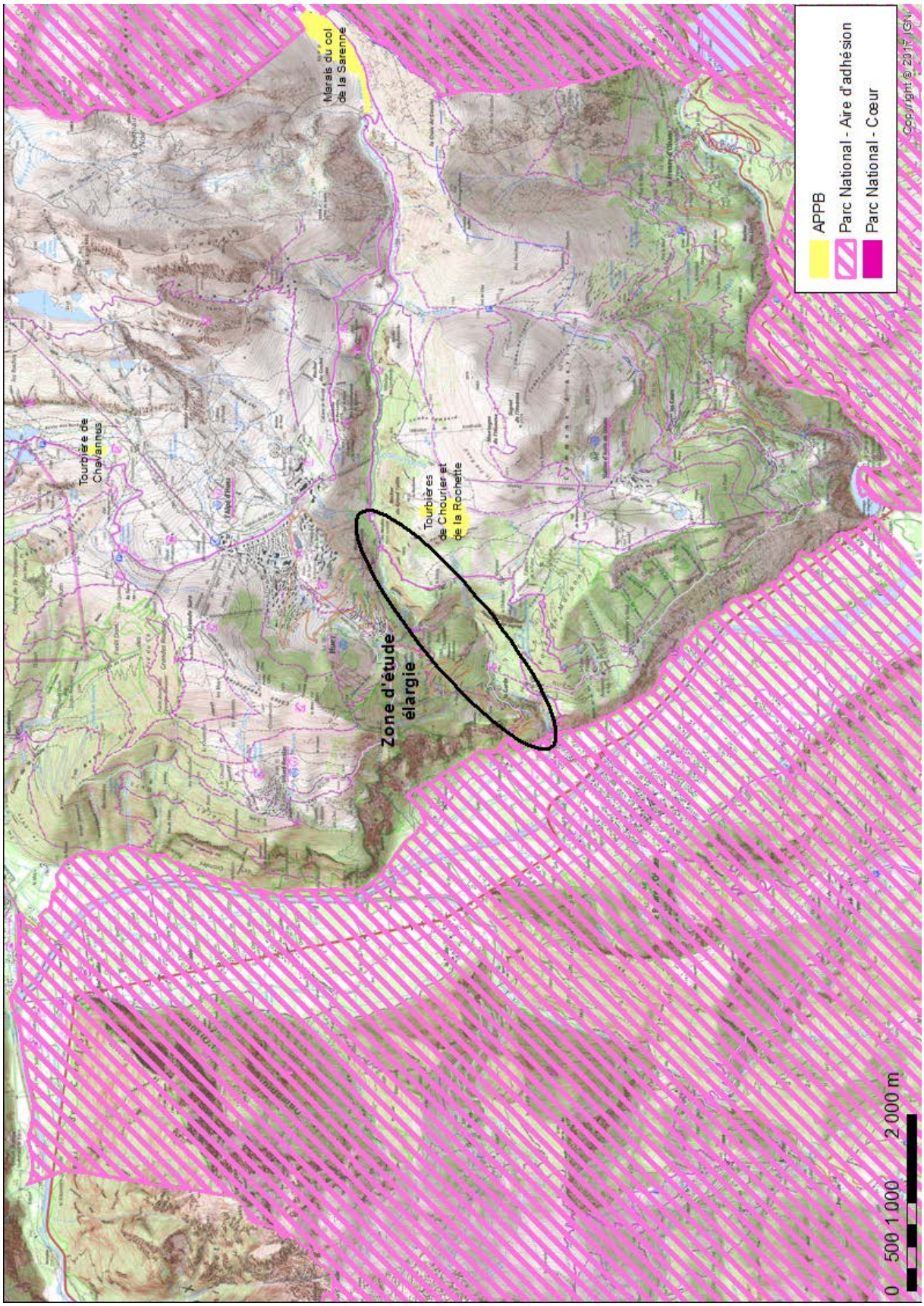



*Figure 62 : Zonages de protection à proximité de la zone d'étude élargie*

#### 5.3.2.2. Zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique

Ces zones ne confèrent aux sites concernés aucune protection réglementaire. Par contre, il est recommandé une attention particulière à ces zones lors de l'élaboration de projets d'aménagement ou de gestion.

Les ZNIEFF sont des territoires présentant des éléments rares, remarquables, protégés ou menacés du patrimoine naturel (faune, flore et habitats naturels). Il existe deux sortes de ZNIEFF (types I et II) différenciées par leur taille, l'étendue et/ou l'homogénéité des milieux qui les composent :

1) **ZNIEFF de type I** : ce sont des secteurs caractérisés par la présence d'espèces ou d'habitats naturels rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional, justifiant une valeur patrimoniale plus élevée que celle du milieu environnant. Elles sont de superficie plus faible que les ZNIEFF de type II dans lesquelles elles sont généralement incluses, et correspondent à une ou plusieurs unités écologiques homogènes.
2) **ZNIEFF de type II** : ce sont de grands ensembles naturels (massifs forestiers, vallées alluviales, montagnes, estuaires…) peu modifiés et riches ou offrant des potentialités biologiques importantes. Elles contiennent des milieux naturels formant un ou plusieurs ensembles possédant une cohésion élevée et entretenant de fortes relations entre eux. Elles se distinguent des territoires environnants par leur patrimoine naturel plus riche et leur degré d'artificialisation plus faible.

Quinze ZNIEFF de type 1 sont situées dans un rayon de 5 km autour de la zone d'étude élargie, mais une seule d'entre elles (n° 820031928 « Rocher de l'Armentier ») est directement touchée par le projet.

| Nom | Référence | Situation par rapport au projet |
|---|---|---|
| Rocher de l'Armentier | 820031928 | Zone aval + secteur du Pont de Sarenne |
| Plaine du Bourg-d'Oisans partie Nord | 820030564 | 200 m |
| Source Clairette | 820031870 | 350 m |
| Versant rocheux de Côte Alamèle | 820031933 | 1 600 m |
| Rocher des Darances | 820031972 | 1 600 m |
| Les Grenouilles | 820031878 | 1 700 m |
| Forêts et rochers du Bout-du-monde | 820032350 | 1 700 m |
| Plaine du Bourg-d'Oisans partie Sud | 820030563 | 2 300 m |
| Zones humides du plateau de Roche Noire | 820031868 | 2 900 m |
| Combe de Grand Renaud | 820031948 | 3 900 m |
| Versant rocheux sous Villard-Notre-Dame | 820032365 | 3 900 m |
| Pente montagneuse du col de Sarenne | 820031867 | 4 000 m |
| Gorges de l'Infernet | 820031935 | 4 200 m |
| Versant rocheux de la pointe Nord du massif du Taillefer | 820031979 | 4 200 m |
| Versant de la Croix de Trévoux | 820031936 | 4 600 m |

*Tableau 20 : Synthèse des ZNIEFF de type 1 à proximité de la zone d'étude*

La ZNIEFF de type 1 n° 820031928 « Rocher de l'Armentier » correspond à un versant aux pentes raides et escarpées, exposées au sud-ouest, surmontant la plaine de Bourg-

d'Oisans, en rive droite de la Romanche. Si les associations végétales des éboulis et des escarpements rocheux, siliceux, secs et ensoleillés occupent une grande partie du site, celui-ci recèle également une importante variété d'habitats naturels où se combinent des pelouses pionnières sur rocailles, des prairies et pelouses sèches, des landes et des fruticées xérophiles d'adret. Parmi les espèces animales remarquables, il faut signaler la présence d'espèces d'intérêt communautaire au niveau de l'avifaune (faucon pèlerin, hibou Grand-Duc, martin-pêcheur d'Europe) mais aussi des amphibiens avec le sonneur à ventre jaune.

Quatre ZNIEFF de type 2 sont situées dans un rayon de 5 km autour de la zone d'étude élargie. Deux d'entre elles sont directement touchées par le projet.

La zone d'étude est en partie incluse dans la ZNIEFF de type 2 n° 820000393 « Massif des Grandes Rousses ». Malgré la présence de nombreux aménagements notamment liés à la pratique des sports d'hiver, le massif des Grandes Rousses recèle d'habitats naturels, d'une flore (nombreuses androsaces, cypéracées caractéristiques des tourbières d'altitude), d'une avifaune (perdrix bartavelle, aigle royal, faucon pèlerin ou encore tétras lyre) et d'une entomofaune (damier de la Succise) remarquables.

La zone d'étude est également partiellement incluse dans la ZNIEFF de type 2 n° 820003755 « Adrets de la Romanche ». Les associations végétales inféodées aux éboulis et escarpements rocheux siliceux secs et ensoleillés occupent une grande partie du site décrit. Celui-ci recèle cependant également une importante variété d'habitats naturels : pelouses pionnières sur rocailles à joubarbes et orpins, prairies et pelouses sèches aux affinités steppiques marquées, landes et des fruticées xérophiles (adaptées à la sécheresse) d'adret. La faune, bien que moins spécifique, n'en est pas moins représentée par plusieurs espèces remarquables (papillon Apollon, bouquetin des Alpes, bruant ortolan, crave à bec rouge, perdrix bartavelle).

| Nom | Référence | Situation par rapport au projet |
|---|---|---|
| Massif des Grandes Rousses | 820000393 | Zone amont incluse |
| Adrets de la Romanche | 820003755 | Zone aval + secteur du Pont de Sarenne |
| Massif de l'Oisans | 820031930 | 1 600 m |
| Ensemble formé par le massif du Taillefer, du Grand Armet et du Coiro | 820003754 | 2 800 m |

*Tableau 21 : Synthèse des ZNIEFF de type 2 à proximité de la zone d'étude*

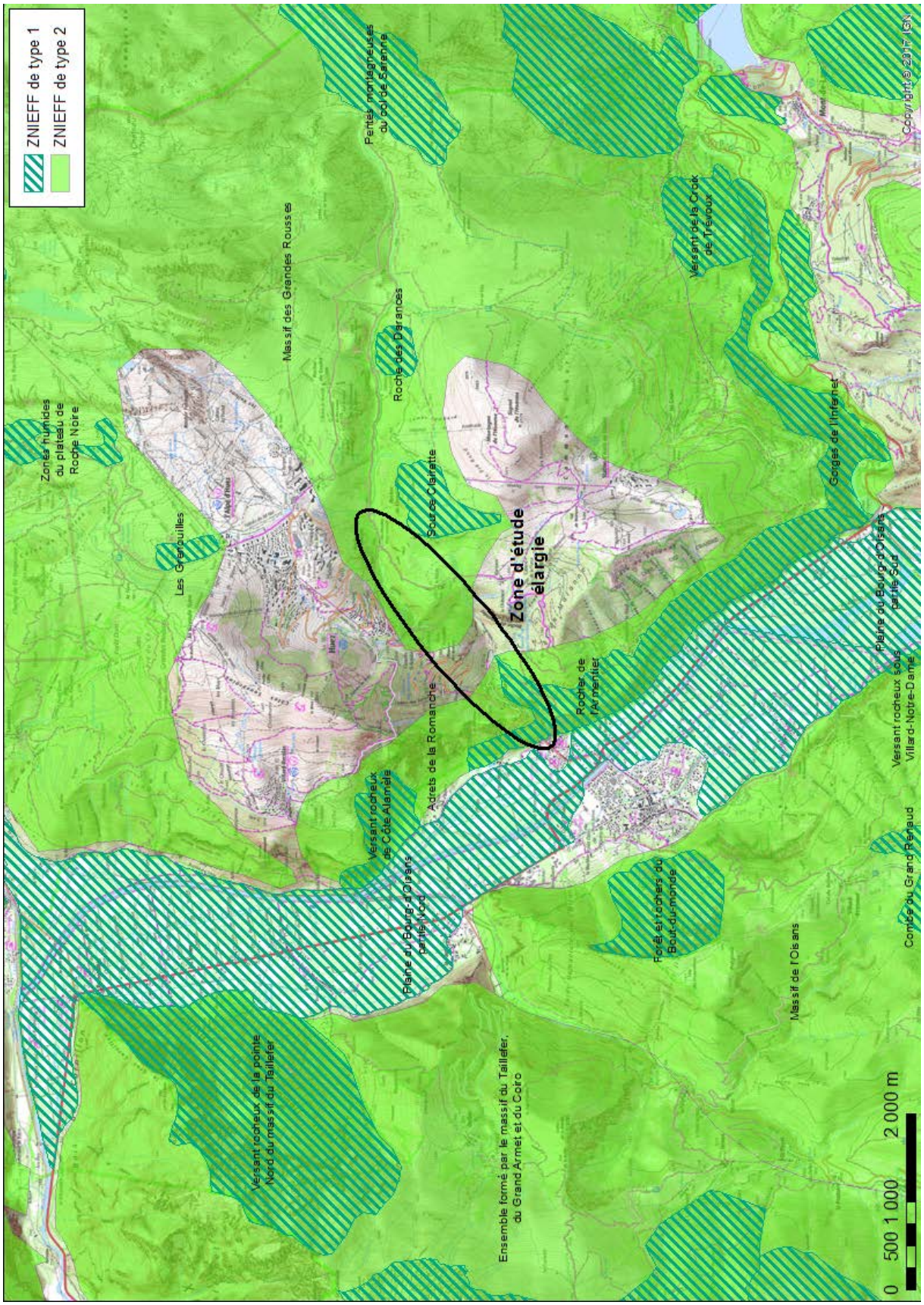



*Figure 63 : Carte des ZNIEFF à proximité de la zone d'étude élargie*

#### 5.3.2.3. Autres zonages d'inventaire

Le conservatoire d'espaces naturels Isère – Avenir réalise depuis 2006 un inventaire exhaustif des zones humides du département de l'Isère, pour le compte de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse et la Région Rhône-Alpes. Les inventaires départementaux de Rhône-Alpes et les cartographies associées constituent des outils privilégiés d'identification de zones humides répondant à la définition de l'article L. 211-1 du Code de l'environnement. Ils sont des supports méthodologiques et d'alerte à l'attention des différents acteurs du territoire et des services de police de l'eau de l'État. Les zones humides de ces inventaires départementaux ne constituent pas directement des zonages opposables, mais sont pris en compte dans le cadre d'élaboration ou de révision d'un plan local d'urbanisme (PLU), de demandes d'autorisation au titre de la police de l'eau, d'élaboration de mesures compensatoires, de mise en œuvre des SDAGE, etc.

**Aucune zone humide identifiée** à l'inventaire du CEN Isère n'est directement concernée par le projet.

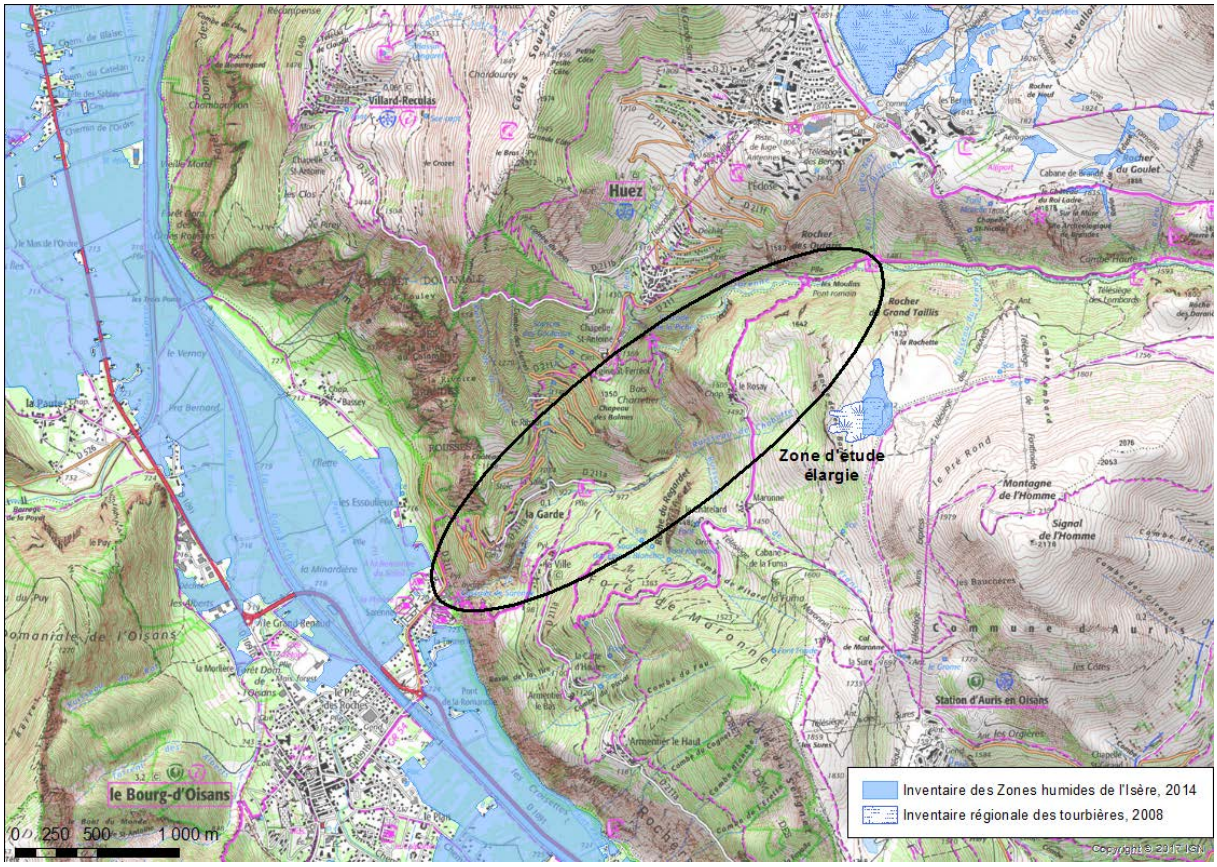



*Figure 64 : Inventaire des zones humides de l'Isère (source : CEN Isère – Avenir, 2014)*

### 5.3.3. *Équilibres biologiques, continuités et fonctionnement écologiques*

#### 5.3.3.1. Fonctionnalités écologiques à l'échelle du territoire

La zone d'étude se situe dans l'Oisans et plus précisément dans la partie occidentale du massif des Grandes Rousses. Au sud, on retrouve le massif des Écrins, au nord le massif de Belledonne et à l'ouest le Taillefer.

La plaine de la Romanche, en contrebas, contraste fortement avec les reliefs environnants. Elle est relativement plate et les activités humaines y sont beaucoup plus développées avec le principal village du secteur (Bourg-d'Oisans). L'agriculture est prédominante, avec des parcelles de prairies de fauches et de cultures structurées en bocage.

Sur les reliefs, l'agriculture est beaucoup moins présente, seul le pâturage est pratiqué. En revanche, les activités humaines y sont ici bien représentées avec le village d'Huez, les stations de skis et les nombreux aménagements pour le tourisme de plein air.

Des paysages agraires, naturels, ruraux-patrimoniaux et de loisirs se succèdent donc selon un gradient altitudinal.

Dans le Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE), une large partie de la vallée de la Romanche et des massifs alentours apparaissent en tant que réservoirs de biodiversité à préserver ou à remettre en bon état. Une continuité écologique d'importance nationale est présente sur ce secteur : elle traverse tous les massifs internes des Alpes du nord au sud. Des enjeux de maintien et/ou de restauration des continuités écologiques d'altitude au sein de grands domaines skiables sont signalés sur Huez et ses alentours.

À un niveau plus local, deux axes de fragmentation des continuités écologiques terrestres encadrent la zone d'étude :

1) un axe NO/SE, le long de la vallée de la Romanche, correspondant à la RD 1091, à fort trafic routier ;
2) un axe SO/NE, correspondant à une succession presque continue d'obstacles aux déplacements faunistiques : secteurs urbanisés, RD 211, contraintes du relief, …

Par ailleurs, dans l'emprise de la zone d'étude, la **Sarenne n'est pas reconnue comme tronçon de cours d'eau d'intérêt écologique pour la Trame bleue**.

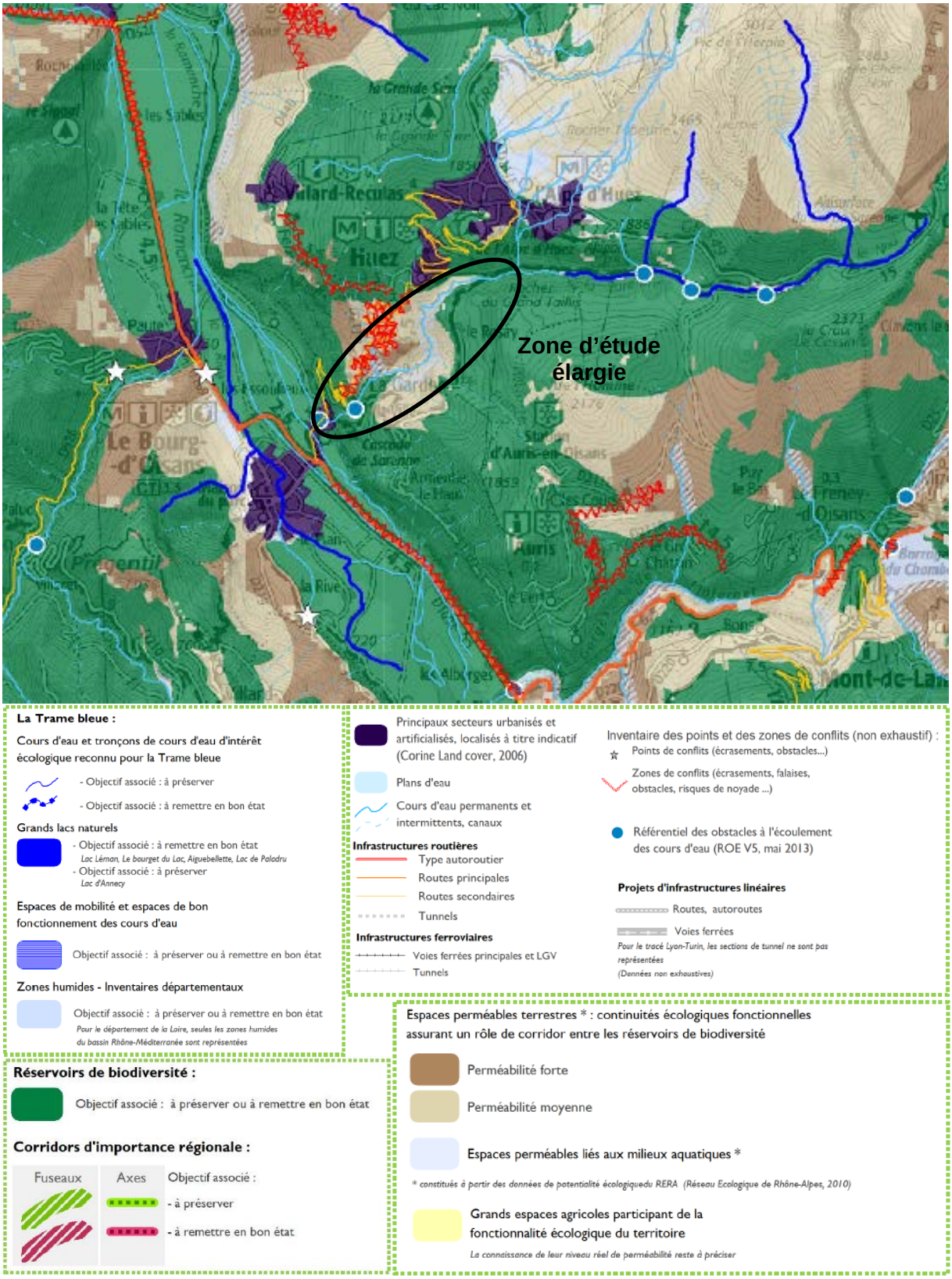



*Figure 65 : Cartographie des composantes de la Trame verte et bleue – SRCE*

### 5.3.3.2. Fonctionnalités écologiques à l'échelle locale

D'un point de vu local, les emprises terrestres du projet (hors chemin d'eau souterrain) sont situées en contexte forestier (zone amont, secteur du pont de Sarenne) ou urbanisé (zone aval). La déprise agricole, particulièrement marquée sur les communes d'Huez et de La

Garde, se traduit par le développement du couvert arboré sur d'anciennes zones de pâturage. Ce phénomène s'observe nettement au niveau du secteur du Pont de Sarenne.

D'une manière générale, les milieux sont relativement riches et bien préservés, mais tendent vers une **fermeture progressive** et une **homogénéisation au bénéfice des secteurs boisés**. Cette dynamique est d'autant plus dommageable que les quelques secteurs ouverts encore présents montrent une grande richesse faunistique et floristique (Lépidoptères notamment).

Le **continuum forestier local est donc ici dominant**. Il s'étend tout d'abord d'est en ouest, suivant le cours de la Sarenne, puis prend une orientation plutôt nord-sud avec, dans la continuité de la ripisylve de la Sarenne, les forêts de Maronne et des Grandes Rousses. On retrouve des boisements de feuillus, de résineux et mixtes. Les systèmes pastoraux en cours de fermeture sont également utilisés comme corridor de déplacement par les espèces forestières, reliant les grandes zones nodales entre elles. La route départementale D 211a constitue un élément de fragmentation local très facilement franchissable pour la majorité des espèces.

Le continuum humide est formé par la Sarenne et ses affluents (Rif Brillant, cascade de la Piche, source des Épines, ruisseau de Chabotte, etc.). La rivière s'écoule tout d'abord le long d'un axe est-ouest, puis s'engage dans un secteur de gorges, avant d'arriver dans la plaine de la Romanche où elle prend une orientation NE/SO. Le tronçon en plaine, déconnecté du tronçon amont par la cascade de la Sarenne qui forme une discontinuité physique infranchissable par la faune aquatique, est canalisé sur plus de 3 km avant de se jeter dans la Romanche, elle aussi totalement canalisée.

La contrainte du relief (forte pente, lit encaissé et resserré) se traduit par un développement très limité des formations rivulaires et une faible diversité des habitats aquatiques (relative homogénéité du substrat). Le tronçon en amont de la cascade de la Sarenne est donc principalement constitué de milieux lotiques en contexte forestier. Les espèces présentes sont liées à des eaux rapides, fraiches et bien oxygénées.

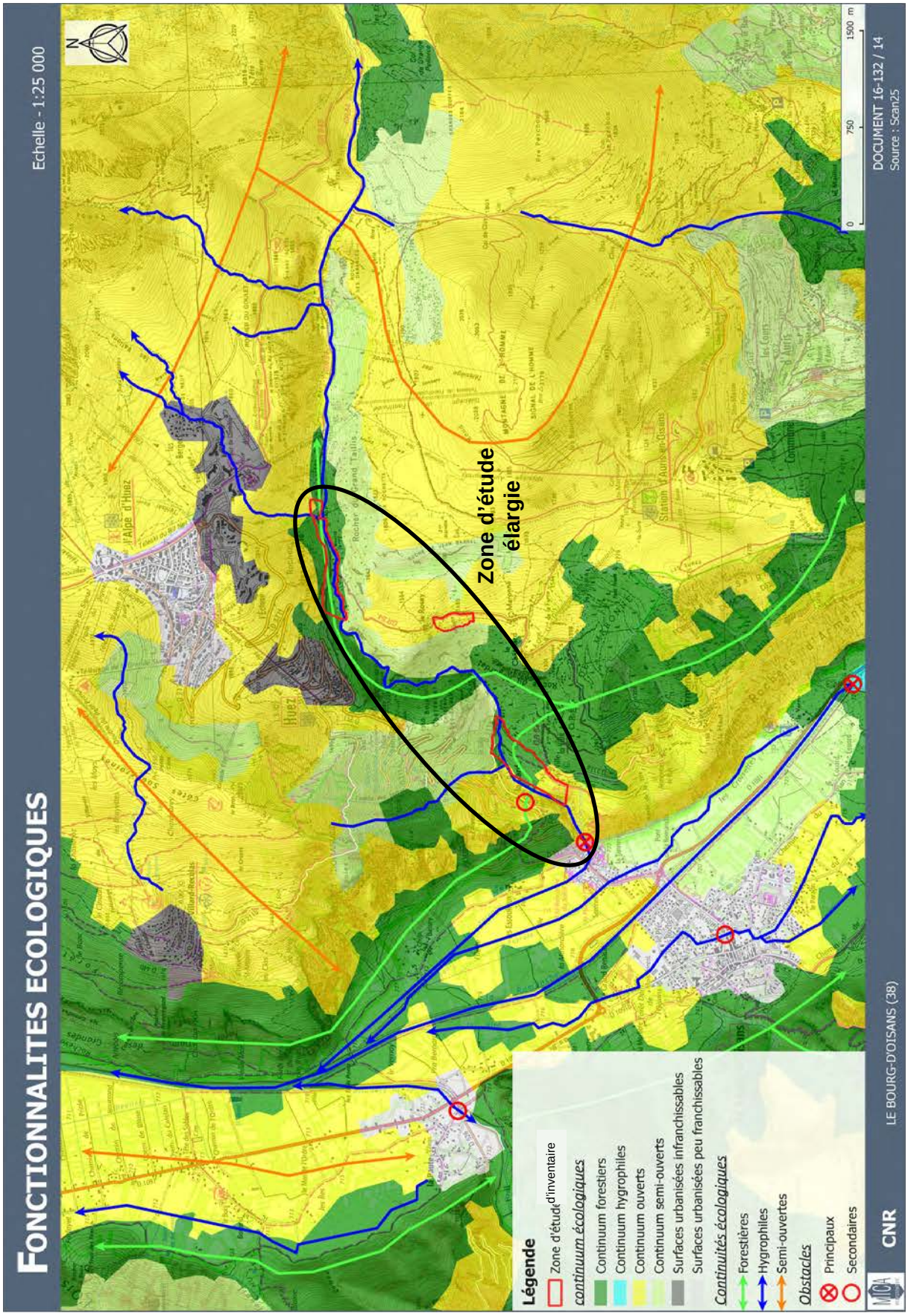



*Figure 66 : Cartographie des fonctionnalités écologiques à l'échelle locale*

### 5.3.4. *Réseau Natura 2000*

Le réseau des sites NATURA 2000 s'appuie sur deux directives européennes :

1) la **Directive Oiseaux** n° 2009/147/CE qui a motivé la désignation des Zones de Protection Spéciale (ZPS) ;
2) la **Directive Habitats**, Faune, Flore n° 92/43/CEE qui a motivé la désignation des Sites d'Importance Communautaire (SIC), ces derniers devenant par arrêté ministériel, des Zones Spéciales de Conservation (ZSC).

L'État s'est appuyé sur l'inventaire des Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) pour désigner par arrêté ministériel les Zone de Protection Spéciale (ZPS).

L'État s'est basé sur les ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique) pour proposer des sites d'importance communautaire (pSIC.) à la Commission européenne. Après évaluation communautaire, les sites retenus sont devenus des Sites d'Importance Communautaire (SIC). Après la rédaction pour chaque SIC d'un document d'objectifs (DOCOB), l'État les a alors désignés en droit français sous le nom de Zone Spéciale de Conservation (ZSC).

Les zones à habitats naturels ou à habitats d'espèce ainsi désignées doivent alors faire l'objet de mesures de protection, de gestion voire de restauration. Pour sa part, la France a fait le choix de la voie contractuelle pour l'application de ces mesures. Un animateur de la ZSC ou ZPS assure la mise en œuvre du DOCOB sous le contrôle d'un Comité de suivi.

Le zone d'étude est en partie incluse dans la **ZSC FR8201738 « Plaine de Bourg d'Oisans et ses versants »**, désignée par arrêté ministériel le 16 avril 2016. Avant sa désignation en ZSC, le SIC était dénommé « Milieux alluviaux, pelouses steppiques et pessières du bassin de Bourg-d'Oisans ». Son Document d'objectif a été validé en Comité de pilotage le 6 novembre 2007.

Le site est localisé dans la zone biogéographique alpine au cœur de l'Oisans. Il fait partie du canton de Bourg-d'Oisans situé à environ 50 km de Grenoble, au sud-est du département de l'Isère. Il est composé de la plaine de Bourg-d'Oisans, de son versant nord-est et du début de la vallée de la Romanche en direction du Freney-d'Oisans. Le site est centré sur la vallée de la Romanche et inclut ses confluences avec le Vénéon (en limite sud de la zone Natura 2000), la Rive, la Sarenne, la Lignarre et l'Eau-d'Olle (dans sa limite nord-est). Il s'étage en altitude de 709 m dans le secteur de Rochetaillée à la confluence de la Romanche et de l'Eau-d'Olle, jusqu'à 1 875 m au niveau de la pessière d'Auris. Il couvre une superficie de 3 360 ha.

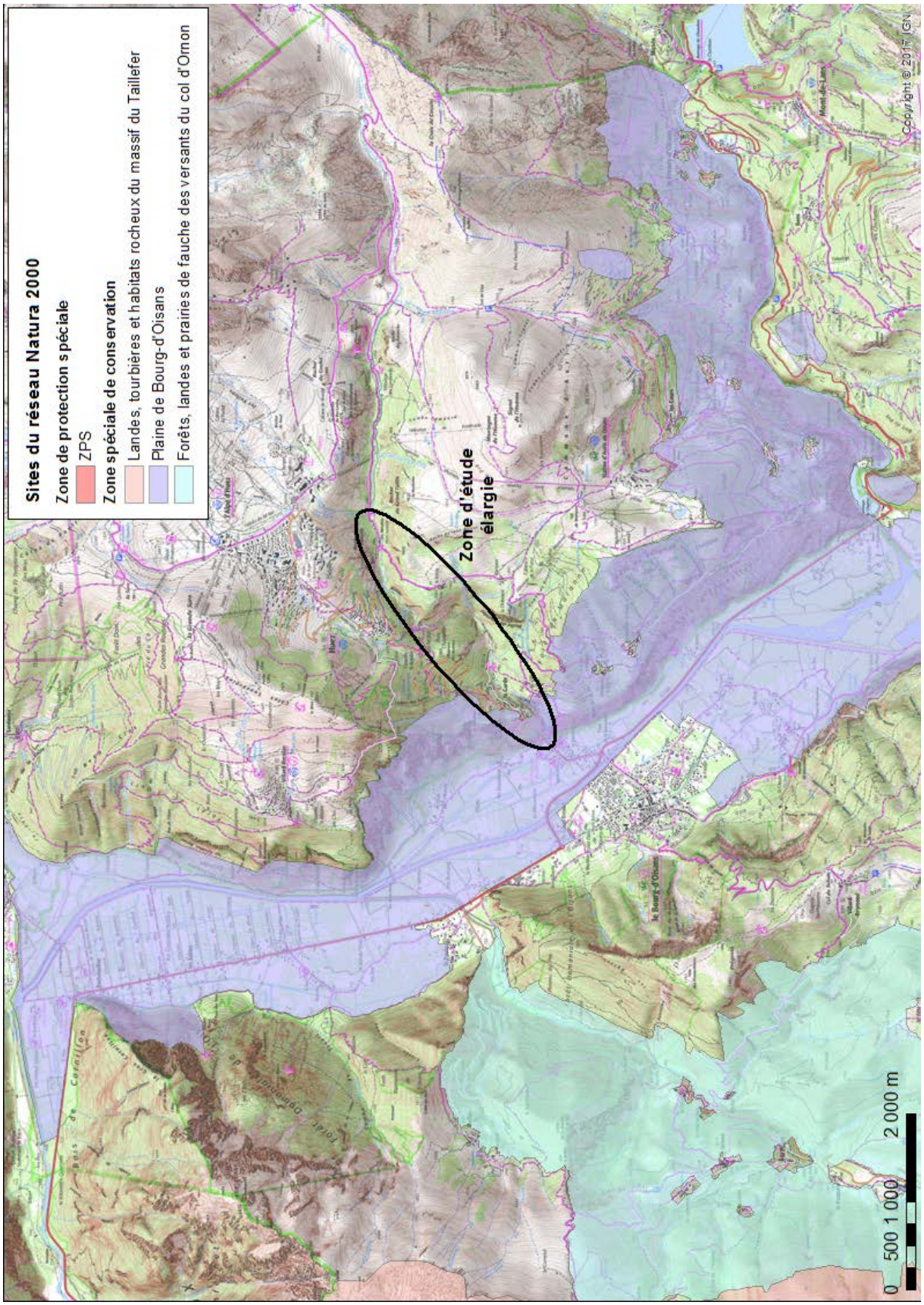



*Figure 67 : Sites Natura 2000 à proximité de la zone d'étude*

## 5.4. DIAGNOSTIC DES MILIEUX, DE LA FLORE ET DE LA FAUNE

Dans le cadre de l'étude d'impact initiale, des relevés de terrain ont été réalisés par les bureaux d'études EMC Environnement, GREBE et Eaucéa, entre 2003 et 2009 (première version et actualisation de l'étude suite aux évolutions réglementaires induites par la LEMA en 2006).

Des relevés floristiques et faunistiques complémentaires ont été menés en 2016, par le bureau d'études MICA Environnement, afin de mettre à jour l'état initial des enjeux écologiques. Ces prospections couvrent les emprises de la **zone de travaux amont** (prise d'eau) et du **secteur du Pont de Sarenne**.

Des inventaires chiroptérologiques ont été réalisés en janvier 2016 par le bureau d'étude MICA Environnement, au niveau de l'ancienne usine et de la galerie existante, afin de s'assurer de l'absence de gîtes d'hivernage.

La configuration du projet d'aménagement hydroélectrique, avec une partie importante des travaux réalisée en souterrain, implique de distinguer quatre secteurs pour le diagnostic des habitats naturels, de la flore et de la faune :

1) Trois secteurs concernant les milieux terrestres, qui correspondent aux trois zones de travaux : **zone amont** (prise d'eau), **secteur du Pont de Sarenne** (jonction du chemin d'eau) et **zone aval** (usine hydroélectrique).
2) Un secteur ciblant les milieux aquatiques et associés. Le diagnostic écologique se concentre principalement sur le tronçon de la Sarenne compris entre la prise d'eau et le point de restitution de l'usine mais englobe également les tronçons amont et aval, en particulier vis-à-vis de l'enjeu de continuité écologique.

### 5.4.1. *Zone amont*

#### 5.4.1.1. **Habitats naturels et semi-naturels**

Les relevés de terrain réalisés par le bureau d'études MICA Environnement en 2016 ont permis de répertorier 13 types d'habitats dans une zone d'étude élargie autour du site d'implantation de la prise d'eau. Trois de ces habitats se retrouvent dans l'emprise des travaux de la zone amont, dont un habitat pouvant être rapproché de l'habitat d'intérêt communautaire 9180-7 « Érablaies à Alisier blanc du montagnard supérieur et du subalpin ».

Cet habitat est bien représenté sur l'ensemble de la zone d'étude. La strate arborée se compose essentiellement d'Érables sycomores. La strate arbustive est riche en Alisier blanc, en Noisetiers et Chèvrefeuille. Ces boisements sont assez hétérogènes en termes de composition et de recouvrement (présence de clairières). Il s'agit d'une formation végétale affectionnant les pentes exposées au sud et les zones planes au-dessus des falaises. En situation plus humide, le Frêne et l'Aulne deviennent davantage présents et, en situation plus fraîche, l'Épicéa devient plus abondant.

| Nom de l'habitat | CB/EUNIS | Emprise dans la zone d'étude | Présence zone travaux | DH | Enjeu régional |
|---|---|---|---|---|---|
| Érableraies | 41.43/G1.A43 | 7,0 ha (27%) | **Oui** | 9180-7 | Fort |
| Érableraies enrichies en Épicéas | 41.43/G1.A43 | 0,4 ha (2%) | Non | (9180-7) (9410-10 ?) | Modéré |
| Érableraies enrichies en Frênes | 41.43/G1.A43 | 1,6 ha (6%) | Non | **91E0-5*** | Fort |
| Fourrés | 31.812/F3.112 | <0,1 ha (0%) | Non | - | Négligeable |
| Pelouses sèches | 34.3/E1.2 | 0,4 ha (2%) | Non | 6210 | Fort |
| Pelouses pionnières à Orpins et Joubarbes | 34.112/E1.112 | 0,2 ha (1%) | Non | **6110-2*** | Très fort |
| Pelouses pionnières sur éboulis instables | 34.11/E1.11 | 0,1 ha (0%) | Non | 6210(*) | Très fort |
| Prairies pâturées | 38.3/E2.3 | 2,4 ha (9%) | Non | 6210-16 | Fort |
| Talus herbacés | 87/E5.1 | <0,1 ha (0%) | Non | - | Faible |
| Éboulis | 61.3/H2.6 | <0,1 ha (0%) | Non | 8120 ? | Faible |
| Cours d'eau | 24.11/C2.16 | 0,5 ha (2%) | **Oui** | - | Modéré |
| Routes, pistes et sentiers | 86/J1 | 1,2 ha (5%) | **Oui** | - | Négligeable |
| Bâti / ruines | 86.4/J2.61 | 0,3 ha (1%) | Non | - | Faible |

CB/EUNIS : codes habitats d'après les typologies CORINE biotopes et EUNIS
DH : rapprochement avec les habitats communautaires de la Directive "Habitats" n°92/43/CEE ; * : habitat prioritaire

*Tableau 22 : Habitats identifiés au niveau de la zone amont (MICA Environnement, 2016)*

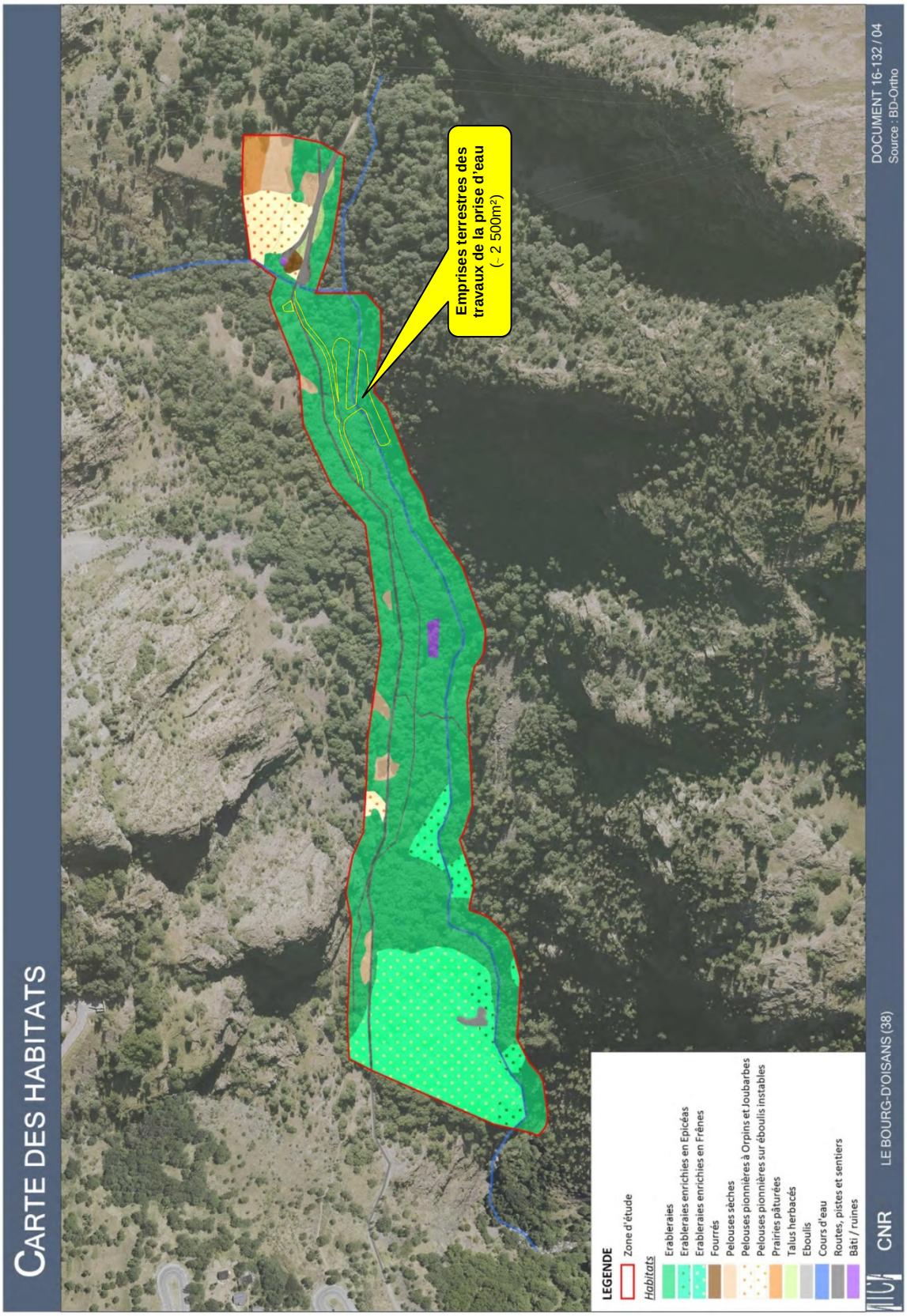



*Figure 68 : Carte des habitats naturels et semi-naturels – Zone amont*

#### 5.4.1.2. Inventaires et bioévaluation de la flore

L'analyse bibliographique et les campagnes de prospection menées par MICA Environnement ont permis d'identifier 13 espèces végétales à enjeu local de conservation, présentes ou susceptibles d'être présentes au niveau de la zone d'étude élargie autour du site d'implantation de la prise d'eau.

Aucune de ces espèces n'a été observée dans l'emprise projetée de la zone de travaux amont. Les habitats favorables à ces espèces se situent également en dehors de l'emprise des travaux.

| Taxref | Nom latin | Nom vernaculaire | Statuts | Enjeu régional |
|---|---|---|---|---|
| 79914 | *Achillea nobilis* | Achillée noble | **LRR (EN) ; DC** | Très fort |
| 123899 | *Sisymbrium strictissimum* | Sisymbre raide | **LRN (VU) ; LRR (VU) ; DC** | Très fort |
| 81875 | *Alyssoides utriculata* | Faux alysson renflé | **DS** | Fort |
| 87712 | *Campanula rapunculus* | Campanule raiponce | **DC** | Modéré |
| 97277 | *Erysimum virgatum* | Vélar à feuilles d'épervière | **DC** | Modéré |
| 105979 | *Lilium bulbiferum* | Lis orangé à bulbille | **DC** | Modéré |
| 106919 | *Lychnis flos-jovis* | Œil-de-Dieu | **DC** | Modéré |
| 129034 | *Veronica verna* | Véronique printanière | **DC** | Modéré |
| 129260 | *Vicia onobrychioides* | Vesce fausse esparcette | **DC** | Modéré |
| 105989 | *Lilium martagon* | Lis martagon | C | Faible |
| 112778 | *Petasites albus* | Pétasite blanc | C | Faible |
| 115061 | *Polystichum lonchitis* | Polystic lonchyte | C | Faible |
| 122062 | *Scutellaria alpina* | Scutellaire des Alpes | C | Faible |

**PR :** taxon protégé en région Rhône-Alpes
**LRR :** Liste rouge des taxons menacés en région Rhône-Alpes (Ex : disparu, CR : en danger extrême, EN : en danger, VU : vulnérable, NT : quasi-menacé)
**Taxons déterminants** pour la désignation des ZNIEFF en région Rhône-Alpes (DS : Déterminant strict, DC : Déterminant à critère(s) réalisé(s), C : Déterminant à critère(s) non réalisé(s) = taxon complémentaire)

*Tableau 23 : Flore à enjeu de conservation recensées au niveau de la zone amont*

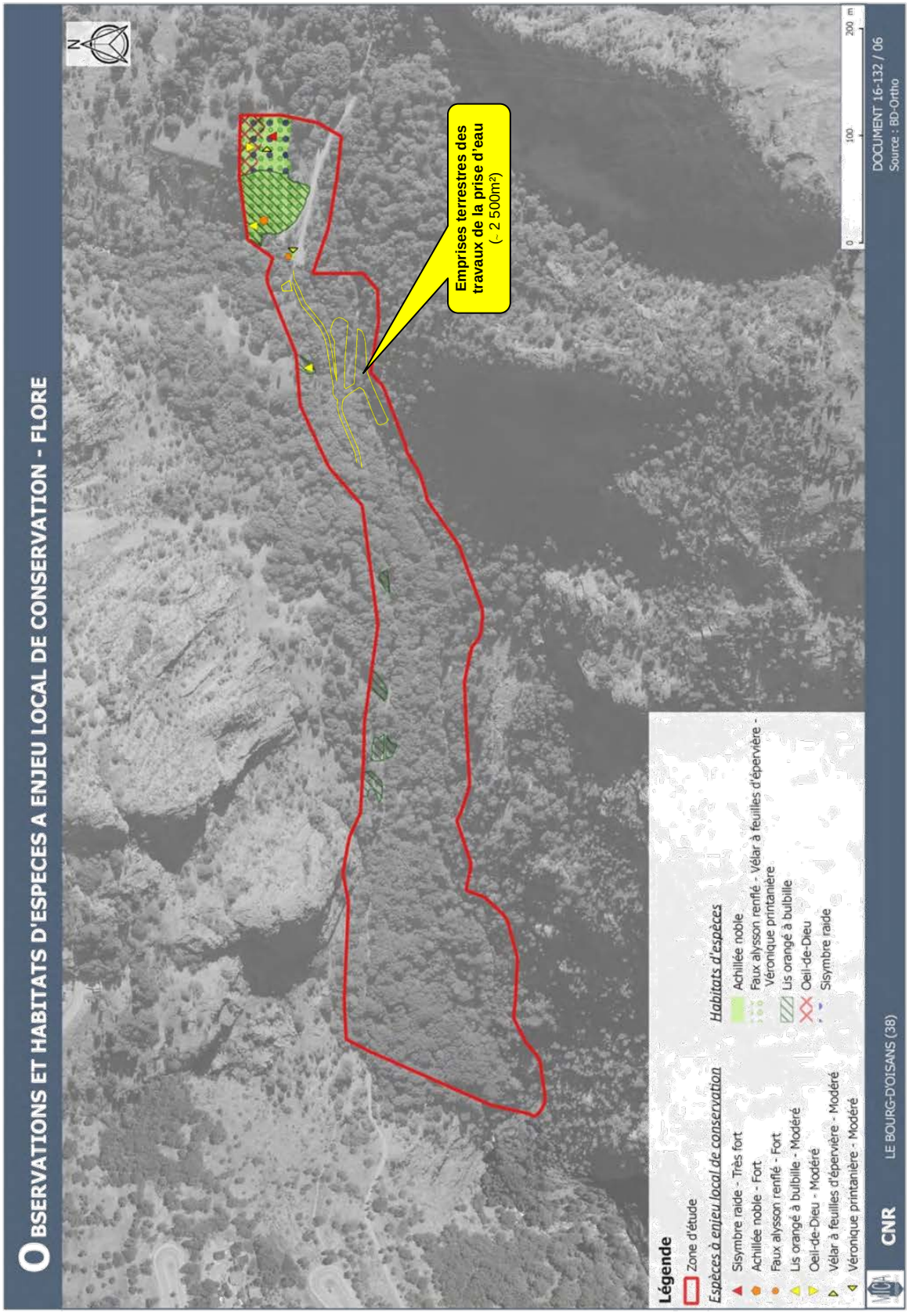



*Figure 69 : Cartographie de l'enjeu « Flore » – Zone amont*

### 5.4.1.3. Inventaires et bioévaluation de la faune

La consultation des bases de données locales a permis d'identifier des espèces à enjeu de conservation potentiellement présentes. À partir de cette liste d'espèces et suite aux prospections de terrain menées par MICA Environnement, une liste d'espèces à enjeu de conservation et à forte probabilité de présence dans la zone d'étude ou ses abords immédiats a été définie pour chaque groupe faunistique prospecté.

- ***Insectes***

Les alpages, zones rocailleuses, clairières ainsi que les ripisylves forment une mosaïque d'habitats favorables à une diversité importante de Lépidoptères, notamment en amont de la confluence entre la Sarenne et le Rif Brillant.

Quatre espèces de Lépidoptères présentant un enjeu régional de conservation ont été observées sur ou aux abords de la zone d'étude. Aucune observation directe d'individus n'a été faite dans l'emprise directe de la zone de travaux amont. Ce secteur pourrait toutefois abriter des milieux favorables au Semi-Apollon (*Parnassius mnemosyne*).

| Nom vernaculaire | Nom latin | LRN | LRR | Be | DH | PN | ZNIEFF | Enjeu régional |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Apollon | *Parnassius apollo* | LC | QM | Be2 | DH4 | Oui | DC | Fort |
| Azuré du Serpolet | *Maculinea arion* | LC | QM | Be2 | DH4 | Oui | DC | Fort |
| Hespérie du Marrube | *Carcharodus floccifer* | LC | R | - | - | - | D | Modéré |
| Semi-Apollon | *Parnassius mnemosyne* | NT | QM | Be2 | DH4 | Oui | DC | Fort |

**Be** : Convention de Berne du 3 décembre 1981 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe ; Be2 : espèces strictement protégées (article 2) ; Be3 : espèces protégées (article 3)
**LR** : Liste Rouge (N : nationale / R : Régionale) ; CR ; en grave danger ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé LC : préoccupation mineure ; NA : non applicable
**DH** : Directive « Habitats » n°92/43/CEE du 21 mai 1992 ; DH2 : espèces de l'annexe 2 ; DH4 : espèces de l'annexe 4
**PN** : Arrêté du 23/04/2007 fixant la liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection
**ZNIEFF** : Espèces utilisées pour la désignation des ZNIEFF

*Tableau 24 : Insectes à enjeu de conservation recensés au niveau de la zone amont*

Le **Semi-Apollon** (*Parnassius mnemosyne*), se rencontre sur les lisières forestières et les ripisylves. La chenille se nourrit de Corydales (*Corydalis cava* et *solida*). Le Semi-Apollon est bien réparti au sein des massifs internes des Alpes dans le département. Il y a 24 mailles où l'espèce est présente sur l'atlas Faune-Isère (pour 82 données).

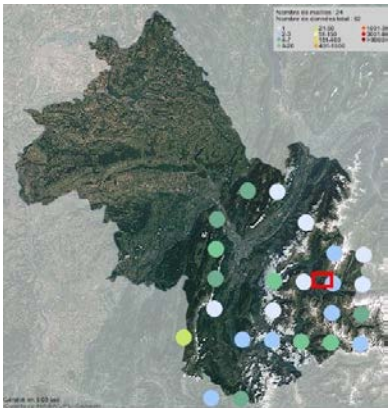


*Figure 70 : Extrait de l'atlas Faune-Isère 2007-2016 – Semi-Apollon*

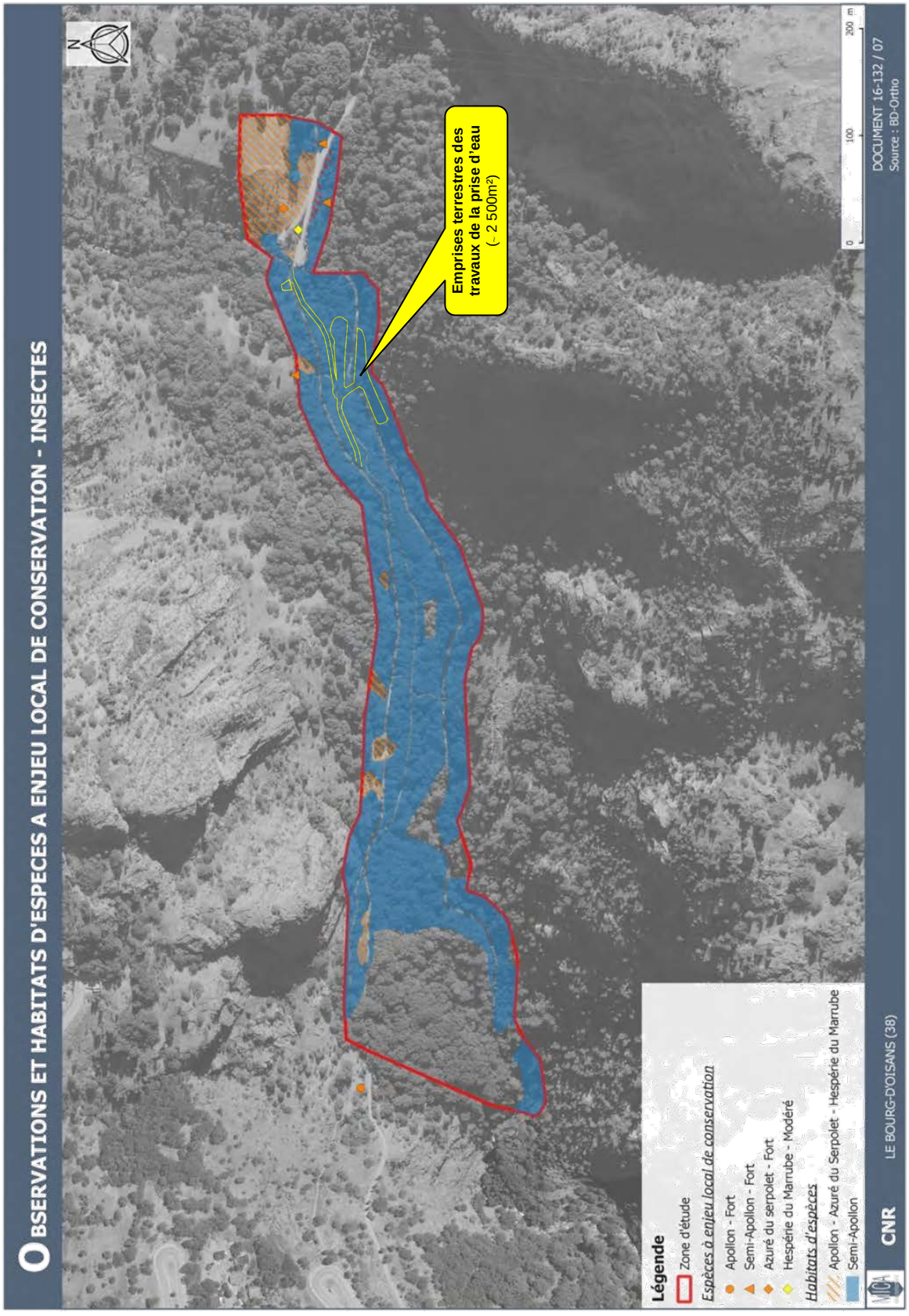



*Figure 71 : Cartographie de l'enjeu « Insectes » – Zone amont*

- ***Amphibiens et reptiles***

Seule une espèce a été contactée durant les inventaires : la Grenouille rousse (*Rana temporaria*).

Plusieurs individus adultes ont été observés dans la ripisylve en bordure de la Sarenne, notamment au niveau de la confluence avec le Rif Brillant, pour le secteur le plus proche de la zone de travaux.

La reproduction de cette espèce est possible dans les secteurs calmes de la Sarenne et de ses affluents. Cette grenouille occupe l'ensemble du département de l'Isère, affectionnant particulièrement les secteurs frais et humides d'altitude. Néanmoins, le déclin observé de ses populations a entrainé son inscription en tant qu'espèce quasi-menacée sur la liste rouge régionale.

| Nom vernaculaire | Nom latin | LRN | LRR | Be | ZNIEFF | Enjeu régional |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Grenouille rousse | *Rana temporaria* | LC | NT | Be3 | DC | Modéré |

**Be** : Convention de Berne du 3 décembre 1981 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe ; Be2 : espèces strictement protégées (article 2) ; Be3 : espèces protégées (article 3)
**LR** : Liste Rouge (N : nationale / R : Régionale) ; CR ; en grave danger ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé LC : préoccupation mineure ; NA : non applicable

*Tableau 25 : Amphibiens à enjeu de conservation recensés au niveau de la zone amont*

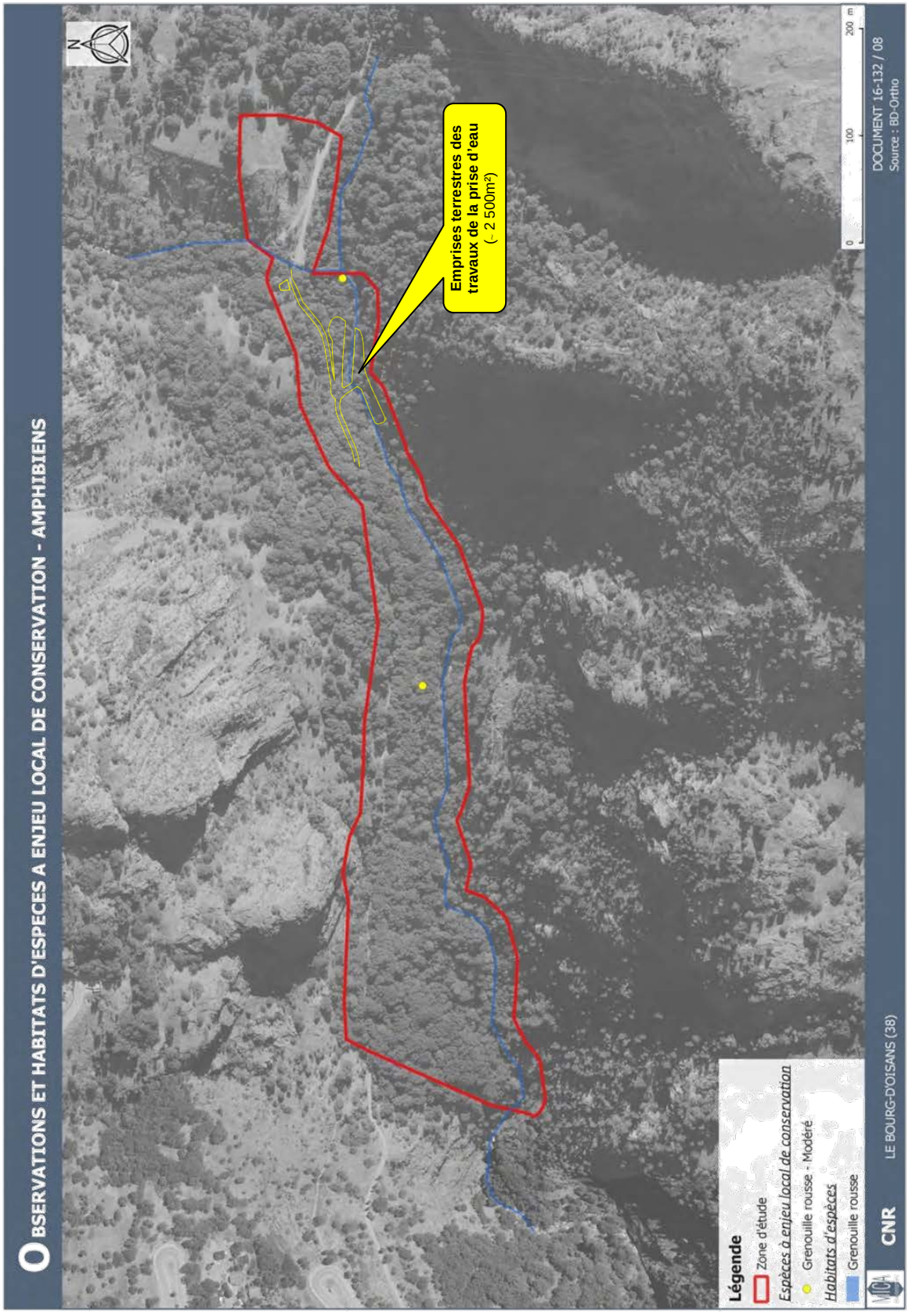



*Figure 72 : Cartographie de l'enjeu « Amphibiens » – Zone amont*

- ***Avifaune***

Aucun rassemblement particulier n'a été observé au cours du passage de mai, seule véritable période de migration inventoriée. Étant donné les caractéristiques du site d'étude et sa localisation géographique, ce dernier ne constitue pas une halte migratoire particulière pour l'avifaune.

Les milieux arborés de la zone d'étude, le plus souvent rivulaires à la Sarenne et dans de fortes pentes, contiennent la très grande majorité des espèces d'oiseaux recensées. Pour l'essentiel, il s'agit d'espèces communes telles que la Fauvette à tête noire, le Grimpereau des jardins, le Pinson des arbres, etc. Néanmoins, deux passereaux présentent des enjeux régionaux de conservation, de par leur déclin généralisé au niveau national et/ou régional : le **Bouvreuil pivoine** (*Pyrrhula pyrrhula*) et la **Mésange noire** (*Periparus ater*). Ils sont nicheurs probables au sein des massifs boisés du site. Le Bouvreuil affectionne les boisements de résineux, mixtes et même de feuillus. La Mésange noire en revanche est ici strictement associée aux forêts de résineux.

Deux rapaces nocturnes, la **Chevêchette d'Europe** (*Glaucidium passerinum*) et la **Chouette de Tengmalm** (*Aegolius funereus*) n'ont pu être observés durant les inventaires, néanmoins, étant donné les milieux présents, les altitudes des sites et la présence de nombreuses cavités favorables à la reproduction dans les boisements, ils sont considérés comme potentiellement présents dans la zone d'étude. Ces deux espèces sont des hôtes des forêts d'altitudes de feuillus, de résineux ou mixtes. Elles sont classées vulnérables sur les listes rouges régionale et/ou nationale et inscrites à l'annexe I de la Directive Oiseaux.

| Nom vernaculaire | Nom latin | LRN | LRR | Be | DO | PN | ZNIEFF | Enjeu régional |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bouvreuil pivoine | *Pyrrhula pyrrhula* | VU | LC | Be3 | - | PN3 | - | Modéré |
| Chevêchette d'Europe | *Glaucidium passerinum* | VU | VU | Be2 | DO1 | PN3 | D | Fort |
| Chouette de Tengmalm | *Aegolius funereus* | LC | VU | Be2 | DO1 | PN3 | c | Fort |
| Cincle plongeur | *Cinclus cinclus* | LC | LC | Be2 | - | PN3 | c | Modéré |
| Mésange noire | *Periparus ater* | NT | LC | Be2 | - | PN3 | - | Modéré |

**LR** : Liste Rouge (N : nationale / R : Régionale) ; CR ; en grave danger ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé LC : préoccupation mineure ; NA : non applicable
**Be** : Convention de Berne du 3 décembre 1981 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe ; Be2 : espèces strictement protégées (article 2) ; Be3 : espèces protégées (article 3)
**DO** : Directive « Oiseaux » n°2009/147/CE du 30 novembre 2009 ; DOI : espèces figurant à l'annexe 1
**PN** : Arrêté du 29/10/2009 fixant la liste des Oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection

*Tableau 26 : Oiseaux à enjeu de conservation recensés au niveau de la zone amont*

La Sarenne ainsi que les ruisseaux et sources associés sont favorables à la nidification et à l'alimentation de trois espèces liées aux milieux aquatiques : la Bergeronnette des ruisseaux (*Motacilla cinerea*), la Bergeronnette grise (*Motacilla alba*) et le **Cincle plongeur** (*Cinclus cinclus*). Ces espèces nichent potentiellement dans des cavités situées juste au-dessus de l'eau (dans la roche, les ponts, des murs, etc.). Le **Cincle plongeur**, classé en préoccupation mineure au niveau national et régional, est classée en quasi-menacée sur la liste rouge départementale.

L'ensemble des espèces observées sont jugées potentiellement nicheuses dans la zone d'étude et ses environs.

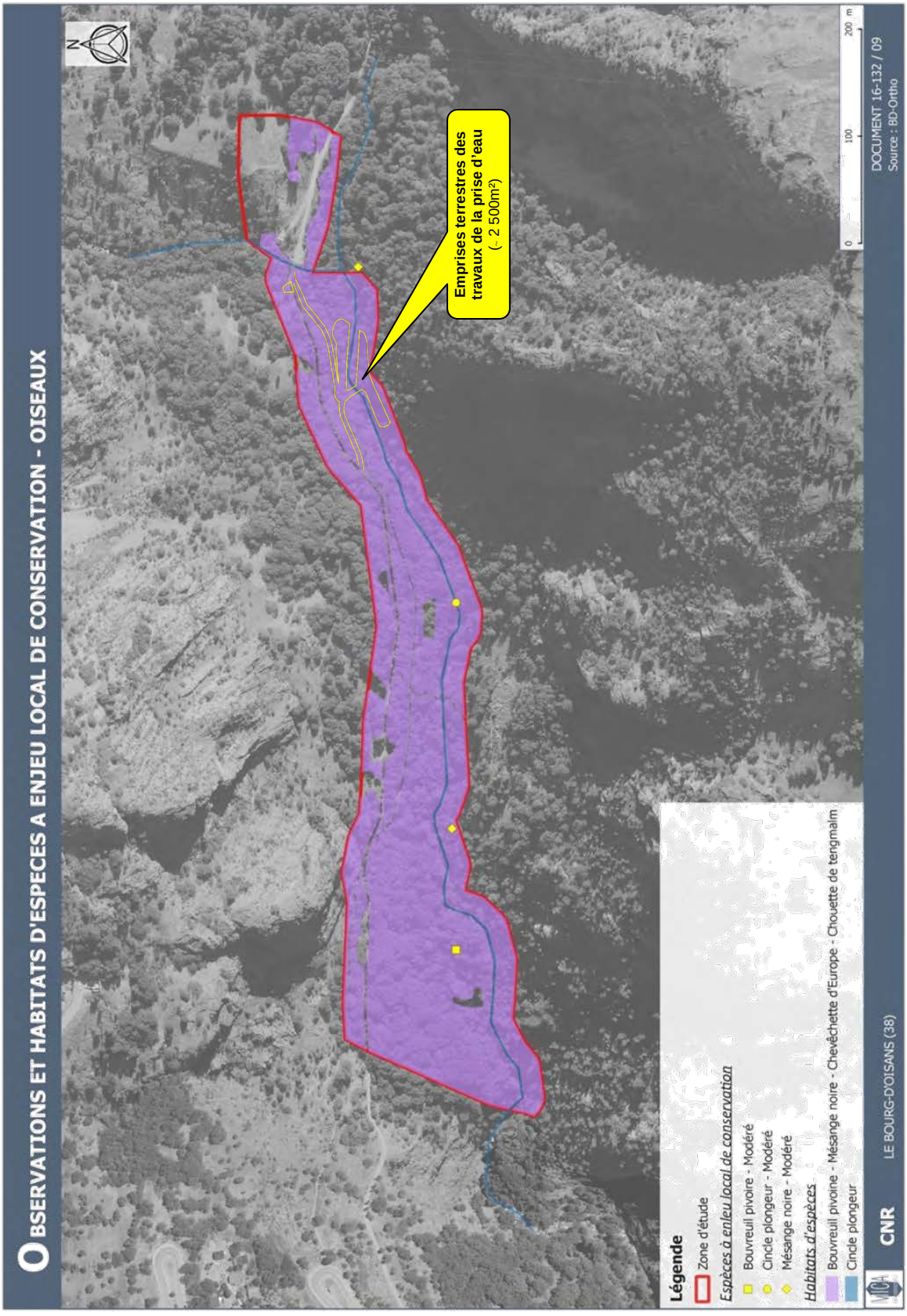



*Figure 73 : Cartographie de l'enjeu « Avifaune » – Zone amont*

- ***Mammifères (hors chiroptères)***

6 espèces de Mammifères ont été contactées durant les inventaires. Aucune espèce ne présente d'enjeu de conservation particulier.

Le chamois (*Rupicapra rupicapra*) et la marmotte des Alpes (*Marmota marmota*) sont deux espèces assez spécifiques aux montagnes alpines en France. L'hermine (*Mustela erminea*) apprécie particulièrement les zones de montagne. Les autres espèces sont présentes un peu partout dans le pays (blaireau européen, chevreuil, renard roux).

- ***Chiroptères***

Trois espèces et un « groupe acoustique » (complexe des « Grands Myotis » composé de *Myotis blythii* et *Myotis myotis*) ont été identifiés de manière certaine à partir des écoutes actives et des stations d'enregistrement passif au cours des investigations de terrain réalisées sur le site d'étude. Elles présentent toutes un enjeu régional de conservation et sont protégées au niveau national et européen.

Ces espèces ont en commun une préférence pour les milieux boisés dans leurs choix de terrains de chasse.

| Nom vernaculaire | Nom latin | LRN | LRR | Protection | ZNIEFF | Enjeu régional |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Barbastelle d'Europe | *Barbastella barbastellus* | LC | LC | DH2/DH4/PN2/Be2/Bo2 | D | Modéré |
| Murin de Daubenton | *Myotis daubentonii* | LC | LC | DH4/PN2/Be2/Bo2 | DC | Faible |
| Murin de Natterer | *Myotis nattereri* | LC | LC | DH4/PN2/Be2/Bo2 | DC | Faible |
| Grands Myotis | *Myotis blythii / Myotis myotis* | NT/LC | VU | DH2/DH4/PN2/Be2/Bo2 | D | Fort |

**LR** : Liste Rouge (N : nationale / R : Régionale) ; CR ; en grave danger ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé LC : préoccupation mineure ; NA : non applicable
**DH** : Directive « Habitats » n°92/43/CEE du 21 mai 1992 ; DH2 : espèces de l'annexe 2 ; DH4 : espèces de l'annexe 4
**Be** : Convention de Berne du 3 décembre 1981 ; Be2 : espèces strictement protégées (article 2) ; Be3 : espèces protégées (article 3)
**PN** : Arrêté du 23/04/2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection
**Bo2** : Espèces citées à l'article 2 de la Convention de Bonn du 24 juin 1982

*Tableau 27 : Chiroptères à enjeu de conservation recensés au niveau de la zone amont*

La **Barbastelle d'Europe** fréquente les milieux boisés clairs, de feuillus comme de résineux, apprécie les fonds de vallons humides et de manière générale les milieux aquatiques ainsi que les espaces agricoles extensifs et structurés par des linéaires de haies. Elle gîte généralement sous les écorces décollées des vieux arbres mais peut également occuper les constructions humaines, mais toujours au contact du bois.

L'espèce est présente sur l'essentiel du territoire français (localement rare sur le pourtour méditerranéen et dans le Nord). En Rhône-Alpes, d'après l'Atlas régional des Chauves-souris (LPO, 2014), l'espèce est présente dans tous les départements mais est plus ou moins abondante selon les localités. Elle est présente de manière dispersé dans les massifs préalpins tout comme dans les Alpes internes. Elle évite globalement les secteurs de haute montagne (peu fréquente au-delà de 750 m d'altitude). La Barbastelle d'Europe est classée « peu préoccupante » d'après la liste rouge Rhône-Alpes.

Aisée d'identification via sa signature ultrasonore, la Barbastelle d'Europe a été contactée uniquement sur la station d'enregistrement SM2Bat n°1, localisée sur une pelouse pionnière,

à proximité d'une lisière forestière. Toutefois, la grande offre en gîtes arboricole du secteur laisse penser que cette espèce pourrait potentiellement gîter dans l'un d'eux.

Le complexe des « **Grands Myotis** » regroupe deux espèces en France continentale, le **Grand murin** (*Myotis myotis*) et le **Petit murin** (*Myotis blythii*) dont la distinction aussi bien acoustique qu'anatomique est difficile. Une colonie mixte de Grand/Petit murins est connue dans un bâtiment communal de la commune de Bourg d'Oisans, à quelques kilomètres de la zone d'étude. Les individus contactés proviennent potentiellement de cette colonie.

Au vu des habitats présents sur les zones d'étude et de la colonie mixte à proximité, il n'est pas possible de faire la distinction entre ces deux espèces.

Le **Petit murin** est une espèce de milieux ouverts, appréciant les pelouses et les prairies, en plaine comme en altitude, dont le régime alimentaire est composé en grande majorité d'orthoptères qu'il capture sur la végétation herbacée.

Le **Grand murin** est l'une des plus grandes chauves-souris d'Europe. Cette espèce gîte généralement dans les combles des bâtiments au cours de la saison estivale. Elle exploite pour la chasse les milieux forestiers, tels que les vieilles forêts de feuillus ou les boisements mixtes mais peut aussi montrer un fort intérêt pour les milieux bocagers.

Ces deux espèces sont notées « vulnérables » sur la liste rouge de Rhône-Alpes et leurs enjeu de conservation régional est considéré fort.

Le **Murin de Natterer** (*Myotis nattereri*) est bien répandu sur l'ensemble du territoire français. Espèce adaptable, elle est présente aussi bien dans les massifs forestiers, les milieux agricoles extensifs ou l'habitat humain dispersé. C'est une chauve-souris typiquement cavernicole pour ses gîtes d'hivernage mais ses gîtes estivaux sont plus diversifiés, situés aussi bien dans les arbres que dans les bâtiments, les ponts, etc.

En Rhône-Alpes, l'espèce est présente sur les 8 départements et fréquente aussi bien la plaine que la montagne dès lors que des boisements sont présents et il est noté « peu préoccupant » sur la liste rouge régionale.

Son enjeu de conservation régional est évalué faible.

De nombreux contacts ont pu être attribués à cette espèce sur la zone d'étude et elle est susceptible d'utiliser les nombreux arbres à cavités comme gîtes d'été.

Les investigations acoustiques ainsi que l'analyse des structures paysagères et des habitats ont permis d'identifier les zones de chasse d'intérêt pour les Chiroptères. Si tous les types d'habitats peuvent à un moment ou un autre être utilisés pour la chasse par les Chauves-souris, certains, du fait de leur état de conservation, de leurs ressources en proies, de leur proximité des gîtes ainsi que de la qualité de leur connexion, revêtent une importance particulière.

Ces terrains de chasse préférentiels, identifiées sur la carte suivante, correspondent aux zones de prairies pâturées, de clairières bordées de haies et de lisières forestières. Les

boisements possèdent aussi un intérêt intrinsèque en offrant une ressource en proies pour les espèces forestières.

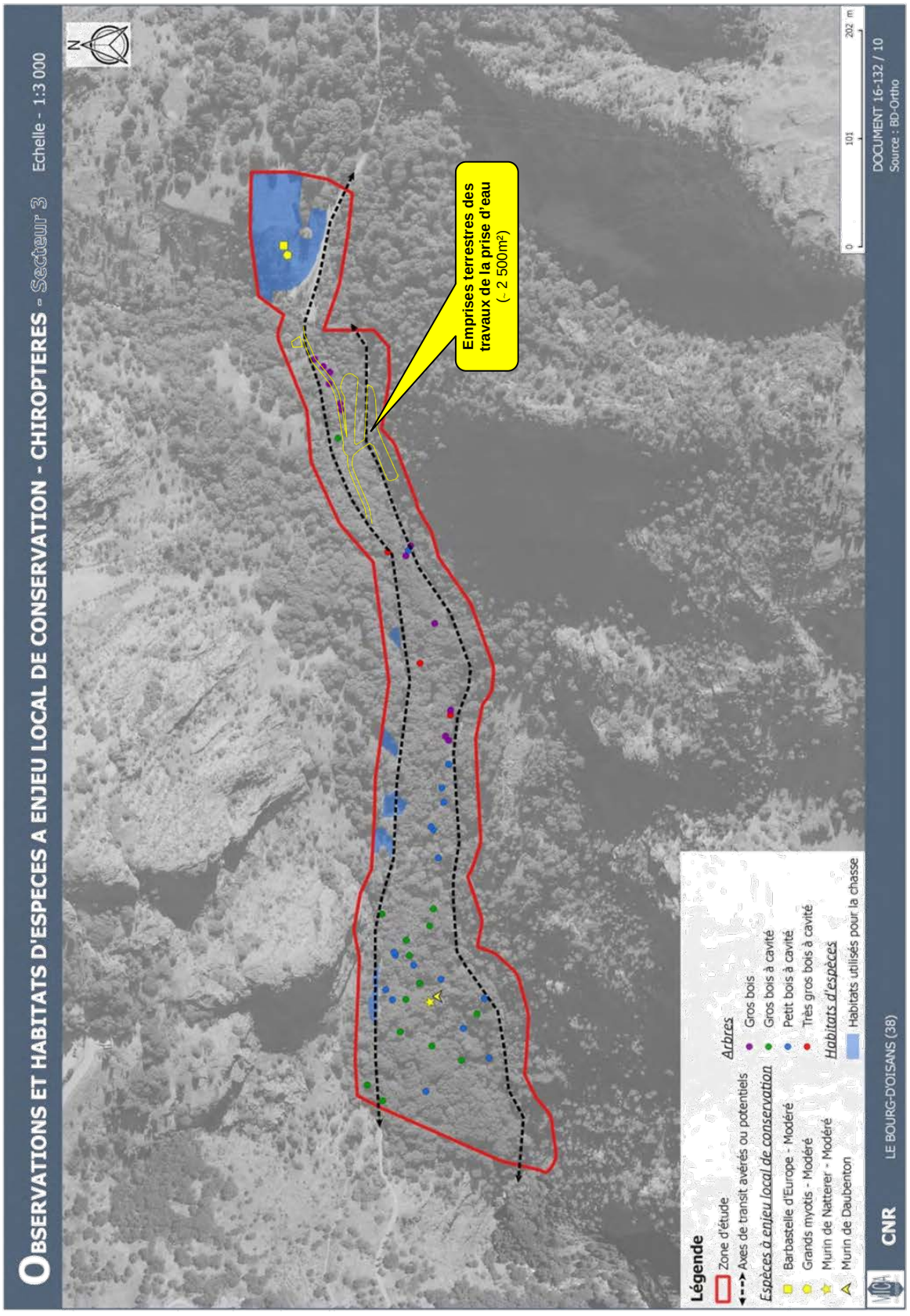



*Figure 74 : Cartographie de l'enjeu « Chiroptères » – Zone amont*

Enfin, le lit de la Sarenne présente un intérêt pour le transit des Chiroptères. Cet axe constitue un élément important au niveau local en reliant les gîtes et les terrains de chasse mais aussi en connectant entre eux les boisements qui la bordent. Elle possède aussi un rôle en tant que réservoirs de proies pour les Chauves-souris qui viennent y chasser les insectes issus de larves aquatique.

Lors d'un inventaire spécifique complémentaire le 16 mars 2017, seuls 2 arbres à cavités/fissures ont été identifiés sur le tracé de la piste amont d'accès au chantier de prise d'eau, l'un pouvant être favorable pour les oiseaux (passereaux) et l'autre aux chiroptères. Ils ont été marqués par l'écologue. Les recherches endoscopiques n'ont pour ce dernier pas permis de confirmer la présence d'individus de chiroptères.

### 5.4.2. *Secteur du Pont de Sarenne*

#### 5.4.2.1. **Habitats naturels et semi-naturels**

Les relevés de terrain réalisés par le bureau d'études MICA Environnement en 2016 ont permis de répertorier 15 types d'habitats dans une zone d'étude élargie autour de l'emprise projetée des travaux sur le secteur du Pont de Sarenne. Huit de ces habitats se retrouvent dans l'emprise directe des travaux.

| Nom de l'habitat | CB/EUNIS | Emprise dans la zone d'étude | Présence zone travaux | DH | Enjeu régional |
|---|---|---|---|---|---|
| Boisements mélangés | 41.43/G1.A43 | 7,5 ha (29%) | Oui | 9180-7 **91E0-5*** ? | Modéré à Fort |
| Boisements mélangés riches en Épicéas | 41.43/G1.A43 | 2,0 ha (8%) | Oui | (9180-7) | Modéré |
| Boisements de conifères (Épicéas, Sapins) | 42.21/G3.1B | 0,4 ha (1%) | Oui | 9410-10 ? | Modéré |
| Boisements de Noyers | 83.13/G1.D2 | 0,1ha (0%) | Non | | Faible |
| Érableraies | 41.43/G1.A43 | 7,0 ha (27%) | Non | 9180-7 | Fort |
| Formations de Noisetiers | 31.8C/F3.17 | 0,2 ha (1%) | Oui | 9180-7 | Modéré |
| Clairières | 31.871/G5.84 | 0,5 ha (2%) | Non | | Modéré |
| Zones déboisées | 41.43/G1.A43 | 0,1 ha (0%) | Oui | | Faible |
| Friches | 87.1/I1.52 | 0,3 ha (1%) | Non | | Faible |
| Prairies pâturées | 38.3/E2.3 | 2,4 ha (9%) | Non | 6210-16 | Fort |
| Pelouses sèches | 34.3/E1.2 | 0,4 ha (2%) | Non | 6210 | Fort |
| Falaises | 62/H3 | 0,5 ha (2%) | Oui | 8210 ? | Modéré |
| Cours d'eau | 24.11/C2.16 | 0,5 ha (2%) | Oui | | Modéré |
| Routes, pistes et sentiers | 86/J1 | 1,2 ha (5%) | Oui | | Négligeable |
| Bâti / ruines | 86.4/J2.61 | 0,3 ha (1%) | Non | | Faible |

CB/EUNIS : codes habitats d'après les typologies CORINE biotopes et EUNIS
DH : rapprochement avec les habitats communautaires de la Directive "Habitats" n°92/43/CEE ; * : habitat prioritaire

*Tableau 28 : Habitats identifiés sur le secteur du Pont de Sarenne*

La plupart des habitats forestiers peuvent être rapproché d'une forme dégradée de l'habitat d'intérêt communautaire 9180-7 « Érablaies à Alisier blanc du montagnard supérieur et du subalpin ».

Cet habitat est bien représenté sur l'ensemble de la zone d'étude. La strate arborée se compose essentiellement d'Érables sycomores. La strate arbustive est riche en Alisier blanc, en Noisetiers et Chèvrefeuille. Ces boisements sont assez hétérogènes en termes de composition et de recouvrement (présence de clairières). Il s'agit d'une formation végétale affectionnant les pentes exposées au sud et les zones planes au-dessus des falaises. En

situation plus humide, le Frêne et l'Aulne deviennent davantage présents et, en situation plus fraîche, l'Épicéa devient plus abondant.

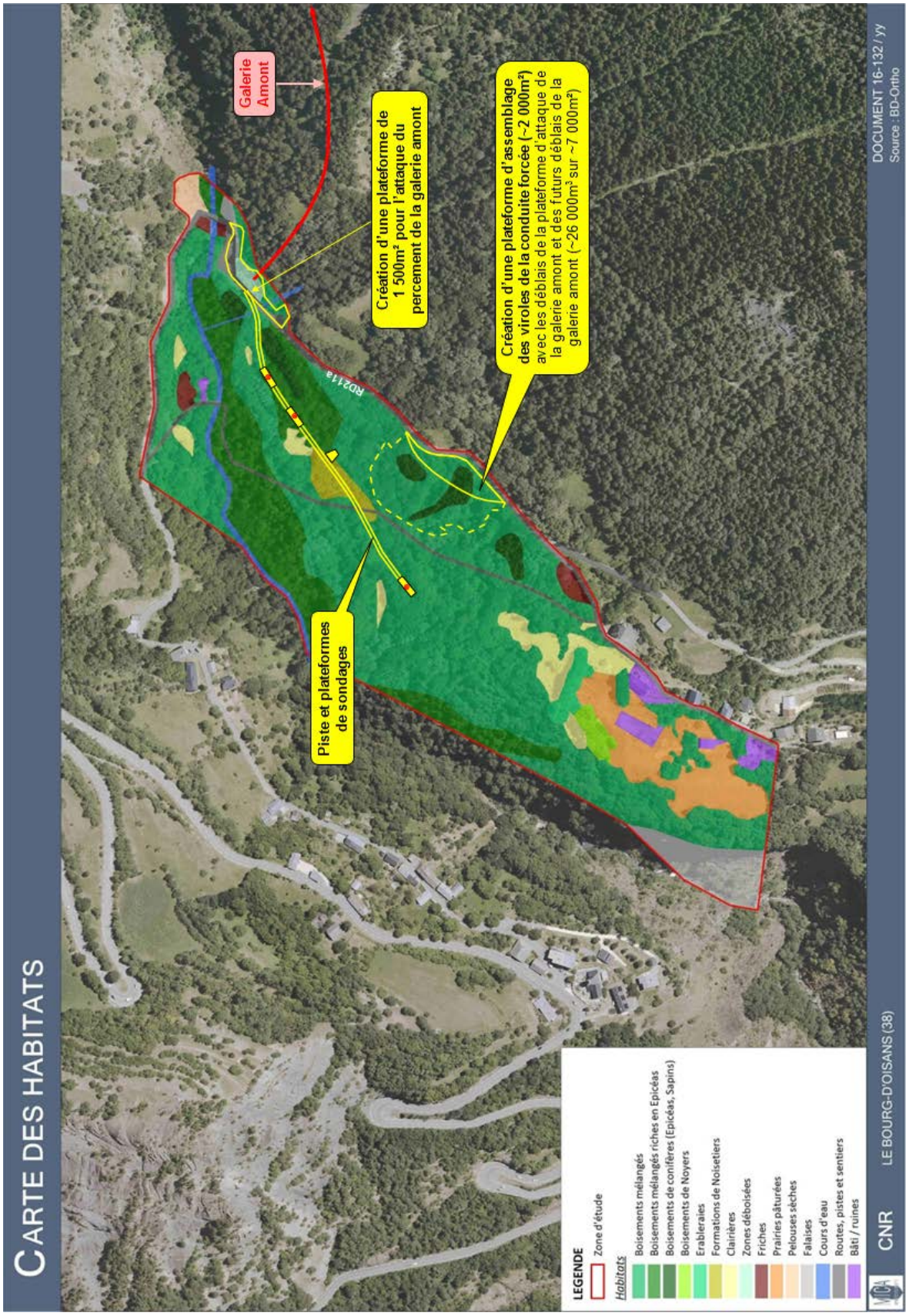



*Figure 75 : Carte des habitats naturels et semi-naturels – Secteur du Pont de Sarenne*

Quelques « patches » à dominante de Sapins et d'Épicéas s'apparentent davantage à une forme dégradée de l'habitat d'intérêt communautaire 9410-10 « Sapinières à Épicéa à Véronique à feuilles d'Ortie des Alpes internes ».

Sur l'emprise de la zone d'étude, la jeunesse des boisements, issus d'une recolonisation spontanée d'anciens pâturages suite à la déprise agricole, explique la qualification de « formes dégradées » de ces habitats communautaires. Le développement récent de la forêt sur ces parcelles se fait au détriment d'une mosaïque d'habitats ouverts (pelouses sèches des pentes, prairies pâturées, …), assimilable à l'habitat d'intérêt communautaire 6410 « Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires (Festuco-Brometalia) ».

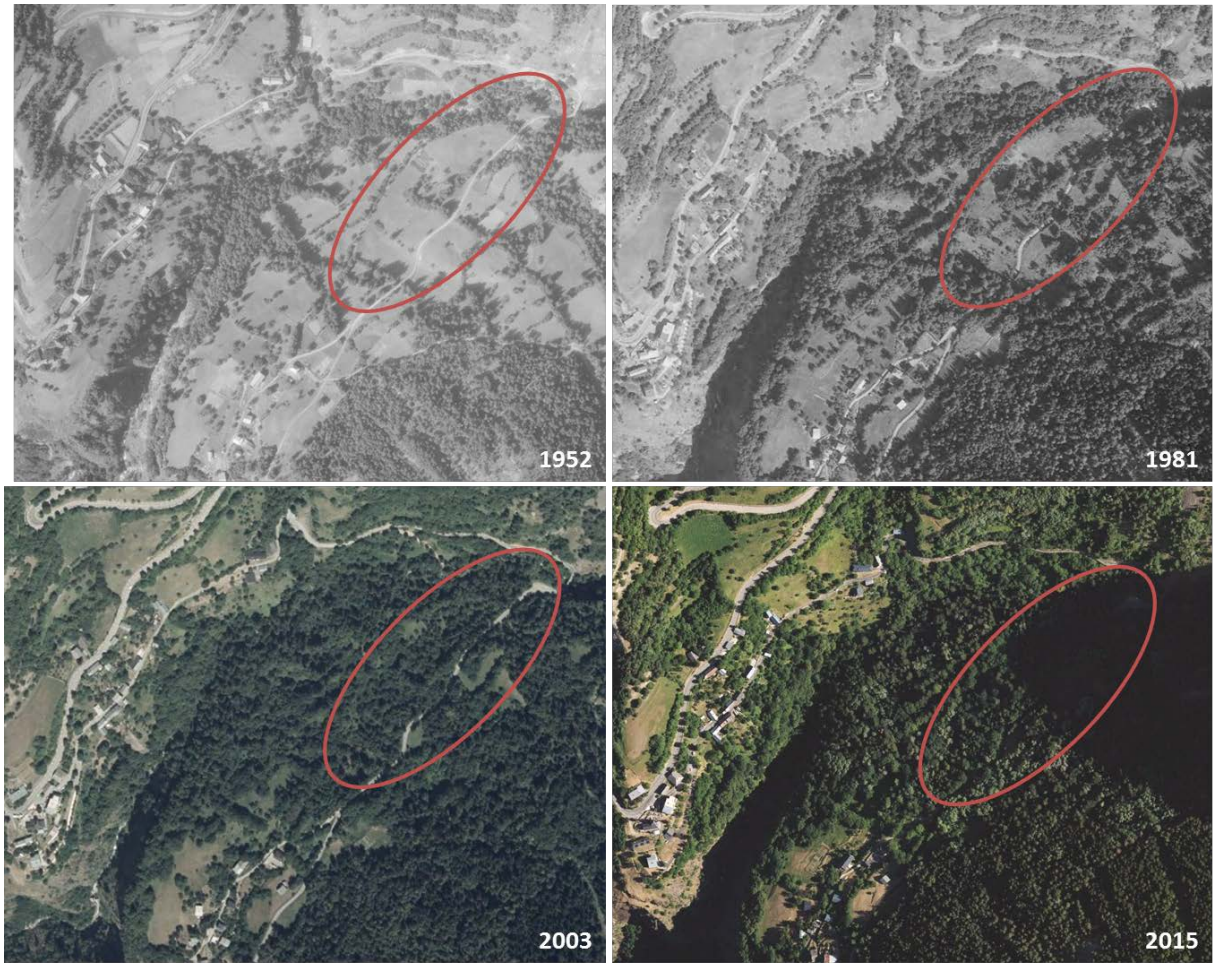



*Figure 76 : Évolution du couvert végétal entre 1952 et 2015 (source : IGN)*

Cet habitat d'intérêt communautaire, remarquable par sa richesse floristique et entomologique, est menacé par la fermeture du milieu par embroussaillement et reboisement. Le document d'objectif du site Natura 2000 FR8201738 « Milieux alluviaux, pelouses steppiques et pessières du bassin de Bourg-d'Oisans » préconisait, en 2007, de « préserver les pelouses sèches en empêchant leur embroussaillement et en essayant de débroussailler celles qui sont déjà en voie de fermeture » et de « maintenir et favoriser la fréquentation humaine sur les sentiers afin de mettre en valeur ce milieu et le faire connaître et donc de mieux motiver les opérations d'entretien ».

### 5.4.2.2. Inventaires et bio-évaluation de la flore

L'analyse bibliographique et les campagnes de prospection menées par MICA Environnement ont permis d'identifier 13 espèces végétales à enjeu local de conservation, présentes ou susceptibles d'être présentes au niveau de la zone d'étude élargie sur le secteur du Pont de Sarenne.

Deux de ces espèces, l'Aconit anthore (*Aconitum anthora*) et le Tilleul à petites feuilles (*Tilia cordata*) ont été observées dans l'emprise projetée des travaux.

| Taxref | Nom latin | Nom vernaculaire | Statuts | Enjeu régional |
|---|---|---|---|---|
| 79914 | *Achillea nobilis* | Achillée noble | **LRR (EN) ; DC** | Très fort |
| 81510 | *Allium scorodoprasum* | Ail rocambole | **PR ; DS** | Très fort |
| 125173 | *Stipa pennata* | Stipe penné | **LRR (VU) ; DC** | Très fort |
| 80007 | *Aconitum anthora* | Aconit anthore | **DC** | Modéré |
| 109838 | *Odontites luteus* | Euphraise jaune | **DC** | Modéré |
| 126628 | *Tilia cordata* | Tilleul à petites feuilles | **DC** | Modéré |
| 127595 | *Trinia glauca* | Trinie commune | **DC** | Modéré |
| 81541 | *Allium ursinum* | Ail des ours | C | Faible |
| 84485 | *Asplenium fontanum* | Doradille de Haller | C | Faible |
| 105989 | *Lilium martagon* | Lis martagon | C | Faible |
| 112778 | *Petasites albus* | Pétasite blanc | C | Faible |
| 114012 | *Platanthera chlorantha* | Orchis vert | C | Faible |
| 115061 | *Polystichum lonchitis* | Polystic lonchyte | C | Faible |

**PR :** taxon protégé en région Rhône-Alpes
**LRR :** Liste rouge des taxons menacés en région Rhône-Alpes (Ex : disparu, CR : en danger extrême, EN : en danger, VU : vulnérable, NT : quasi-menacé)
**Taxons déterminants** pour la désignation des ZNIEFF en région Rhône-Alpes (DS : Déterminant strict, DC : Déterminant à critère(s) réalisé(s), C : Déterminant à critère(s) non réalisé(s) = taxon complémentaire)

*Tableau 29 : Espèces végétales à enjeu de conservation recensées sur le secteur du Pont de Sarenne (source : MICA Environnement, 2016)*

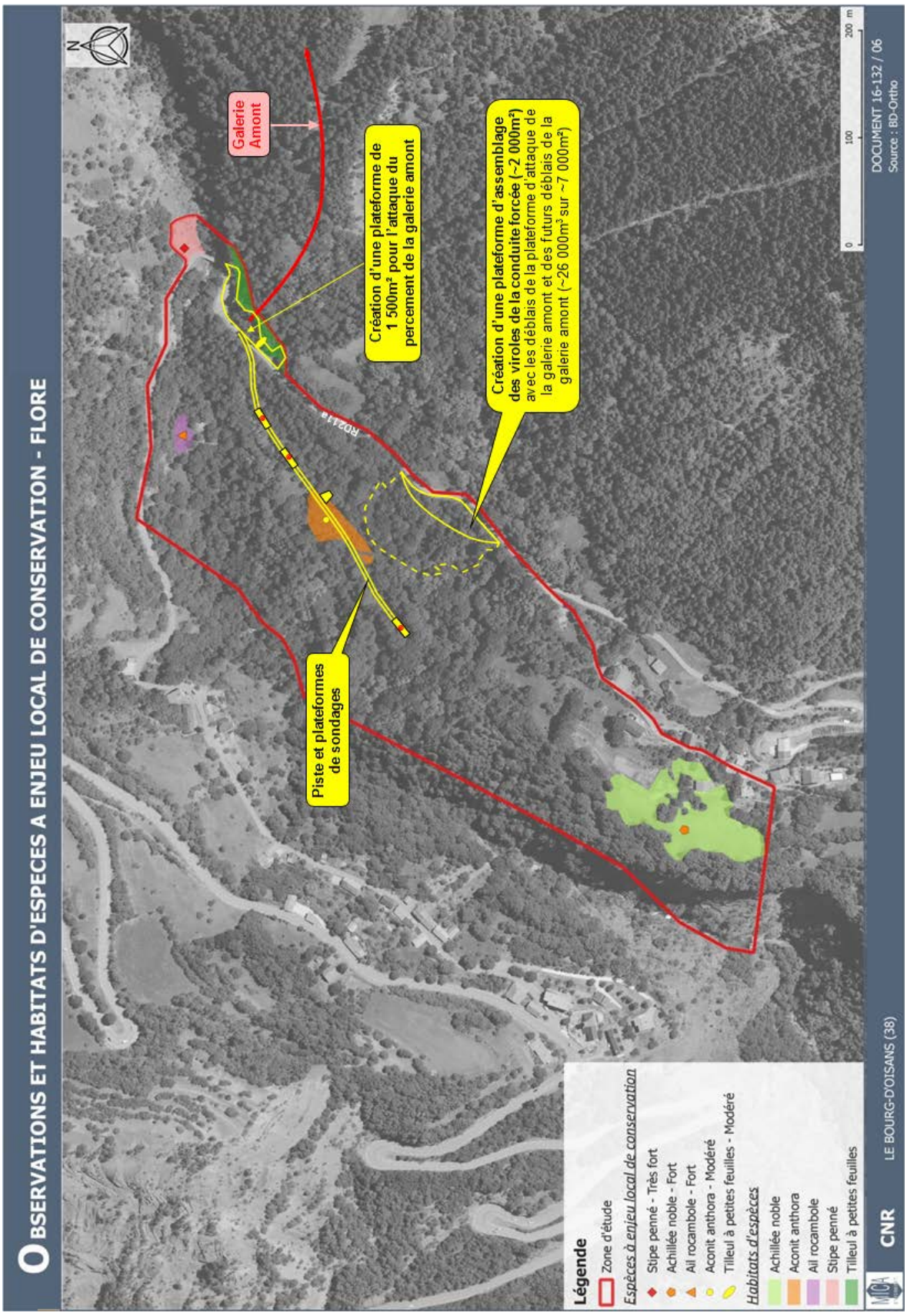



*Figure 77 : Cartographie de l'enjeu « Flore » – Secteur du Pont de Sarenne*

### 5.4.2.3. Inventaires et bioévaluation de la faune

La consultation des bases de données locales a permis d'identifier des espèces à enjeu de conservation potentiellement présentes. À partir de cette liste d'espèces et suite aux prospections de terrain menées par MICA Environnement, une liste d'espèces à enjeu de conservation et à forte probabilité de présence dans la zone d'étude ou ses abords immédiats a été définie pour chaque groupe faunistique prospecté.

- ***Insectes***

Les alpages, zones rocailleuses et clairières forment une mosaïque d'habitats favorables à une diversité importante de Lépidoptères.

Trois espèces de Lépidoptères et une espèce indéterminée de Libellule (*Cordulegaster sp.*) présentant un enjeu régional de conservation ont été observées dans la zone d'étude. Aucune observation directe d'individus n'a été faite dans le périmètre de la zone de travaux. Les secteurs boisés pourraient toutefois abriter des milieux favorables au Semi-Apollon (*Parnassius mnemosyne*).

| Nom vernaculaire | Nom latin | LRN | LRR | Be | DH | PN | ZNIEFF | Enjeu régional |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Apollon | *Parnassius apollo* | LC | QM | Be2 | DH4 | Oui | DC | Fort |
| Azuré de la croisette | *Maculinea rebeli* | NT | AM | - | - | Oui | D | Fort |
| Semi-Apollon | *Parnassius mnemosyne* | NT | QM | Be2 | DH4 | Oui | DC | Fort |
| Cordulégastre annelé/bidenté | *Cordulegaster boltonii/bidentata* | LC/LC | LC/VU | - | - | - | c/DC | Faible/Modéré |

**Be** : Convention de Berne du 3 décembre 1981 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe ; Be2 : espèces strictement protégées (article 2) ; Be3 : espèces protégées (article 3)
**LR** : Liste Rouge (N : nationale / R : Régionale) ; CR ; en grave danger ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé LC : préoccupation mineure ; NA : non applicable
**DH** : Directive « Habitats » n°92/43/CEE du 21 mai 1992 ; DH2 : espèces de l'annexe 2 ; DH4 : espèces de l'annexe 4
**PN** : Arrêté du 23/04/2007 fixant la liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection
**ZNIEFF** : Espèces utilisées pour la désignation des ZNIEFF

*Tableau 30 : Insectes à enjeu de conservation recensés sur le secteur du Pont de Sarenne*

Le **Semi-Apollon** (*Parnassius mnemosyne*), se rencontre sur les lisières forestières et les ripisylves. La chenille se nourrit de Corydales (*Corydalis cava* et *solida*). Le Semi-Apollon est bien réparti au sein des massifs internes des Alpes dans le département. Il y a 24 mailles où l'espèce est présente sur l'atlas Faune-Isère (pour 82 données).

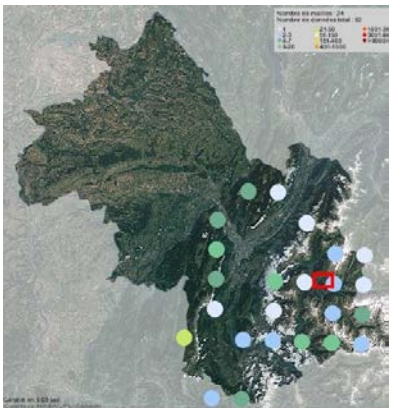


*Figure 78 : Extrait de l'atlas Faune-Isère 2007-2016 – Semi-Apollon*

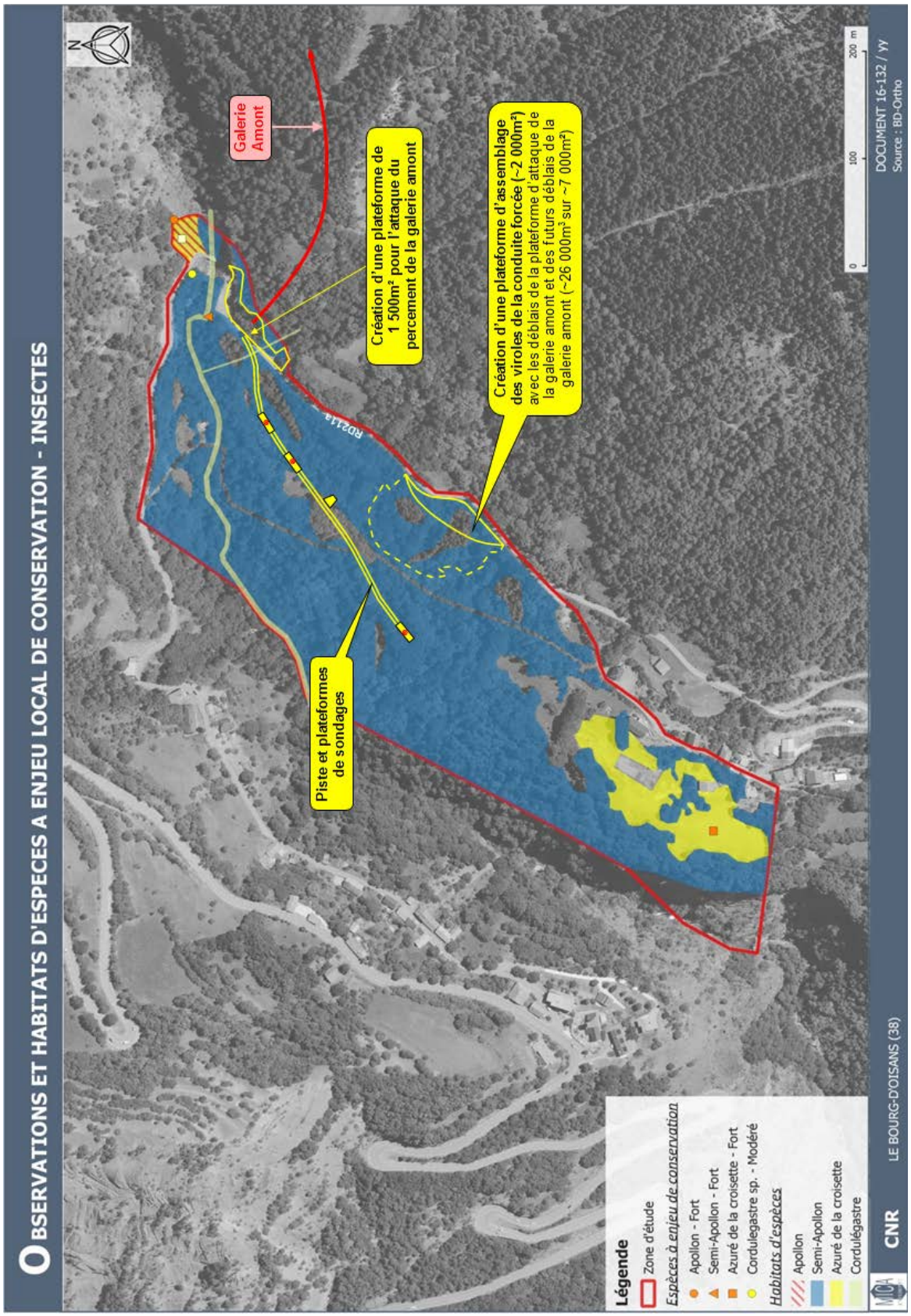



*Figure 79 : Cartographie de l'enjeu « Insectes » – Secteur du Pont de Sarenne*

- ***Amphibiens et reptiles***

Aucune espèce d'amphibien ou de reptile n'a été contactée sur la zone d'étude élargie lors des inventaires de MICA Environnement.

- ***Avifaune***

Aucun rassemblement particulier n'a été observé au cours du passage de mai, seule véritable période de migration inventoriée. Étant donné les caractéristiques du site d'étude et sa localisation géographique, il ne constitue pas une halte migratoire particulière pour l'avifaune.

L'ensemble des espèces observées sont jugées potentiellement nicheuses dans la zone d'étude et ses environs.

Cinq espèces présentant un enjeu régional de conservation ont été observées sur la zone d'étude élargie lors des inventaires. Le **Bouvreuil pivoine** (*Pyrrhula pyrrhula*) et la **Mésange noire** (*Periparus ater*) sont nicheurs probables au sein des massifs boisés du site. Le Bouvreuil affectionne les boisements de résineux, mixtes et même de feuillus. La Mésange noire, en revanche, est ici strictement associée aux forêts de résineux.

Deux rapaces, observés en vol au-dessus des boisements au cours des prospections en juin et juillet, sont considérés comme nicheurs possible au sein de ces milieux. Le **Circaète-Jean-le-Blanc** (*Circaetus gallicus*) se nourrit quasi-exclusivement de reptiles ; la B**ondrée apivore** (*Pernis apivorus*) est insectivore (surtout hyménoptères). Ces deux espèces sont classées en quasi-menacée sur la liste rouge régionale et inscrites à l'annexe 1 de la Directive Oiseaux.

Le **Cincle plongeur** (*Cinclus cinclus*), espèce liée aux milieux aquatiques, niche potentiellement dans des cavités situées juste au-dessus de la Sarenne (dans la roche, les ponts, des murs, etc.). Il est classé en préoccupation mineure au niveau national et régional, et quasi-menacé sur la liste rouge départementale.

| Nom vernaculaire | Nom latin | LRN | LRR | Be | Bo | DO | PN | ZNIEFF | Enjeu régional |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bondrée apivore | *Pernis apivorus* | LC | NT | Be2 | Bo2 | DO1 | PN2 | DC | Fort |
| Bouvreuil pivoine | *Pyrrhula pyrrhula* | VU | LC | Be3 | - | - | PN3 | - | Modéré |
| Cincle plongeur | *Cinclus cinclus* | LC | LC | Be2 | - | - | PN3 | c | Modéré |
| Circaète Jean-le-Blanc | *Circaetus gallicus* | LC | NT | Be2 | Bo2 | DO1 | PN3 | DC | Fort |
| Mésange noire | *Periparus ater* | NT | LC | Be2 | - | - | PN3 | - | Modéré |

**LR** : Liste Rouge (N : nationale / R : Régionale) ; CR ; en grave danger ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé LC : préoccupation mineure ; NA : non applicable
**Be** : Convention de Berne du 3 décembre 1981 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe ; Be2 : espèces strictement protégées (article 2) ; Be3 : espèces protégées (article 3)
**Bo** : Espèces citées à l'article 2 de la Convention de Bonn du 24 juin 1982
**DO** : Directive « Oiseaux » n°2009/147/CE du 30 novembre 2009 ; DOI : espèces figurant à l'annexe 1
**PN** : Arrêté du 29/10/2009 fixant la liste des Oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection

*Figure 80 : Oiseaux à enjeu de conservation recensés sur le secteur du Pont de Sarenne*

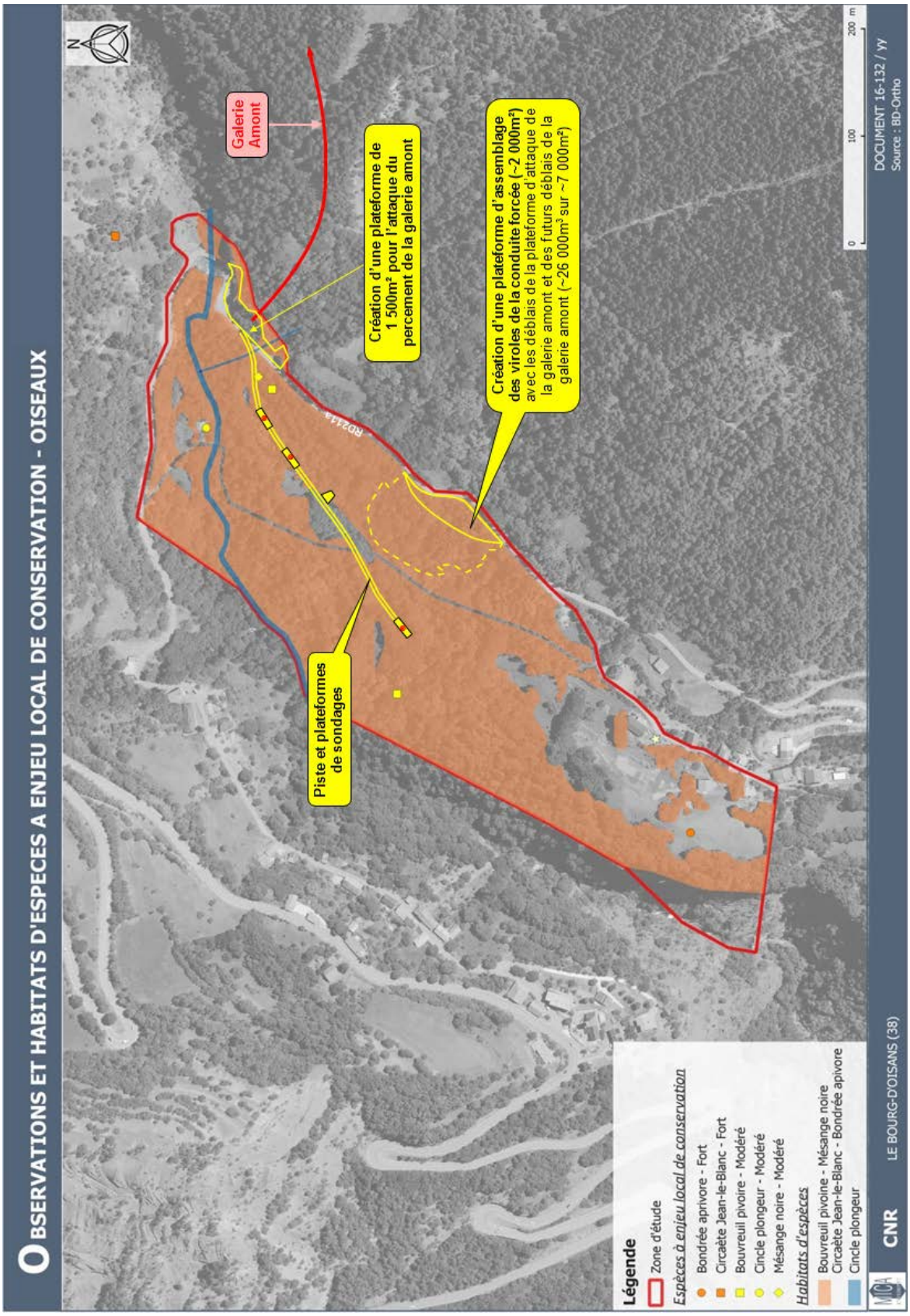



*Figure 81 : Cartographie de l'enjeu « Avifaune » – Secteur du Pont de Sarenne*

- ***Mammifères (hors chiroptères)***

6 espèces de Mammifères ont été contactées durant les inventaires. Aucune espèce ne présente d'enjeu de conservation particulier.

Le chamois (*Rupicapra rupicapra*) et la marmotte des Alpes (*Marmota marmota*) sont deux espèces assez spécifiques aux montagnes alpines en France. L'hermine (*Mustela erminea*) apprécie particulièrement les zones de montagne. Les autres espèces sont présentes un peu partout dans le pays (blaireau européen, chevreuil, renard roux).

- ***Chiroptères***

Trois espèces et un « groupe acoustique » (complexe des « Grands Myotis » composé de *Myotis blythii* et *Myotis myotis*) ont été identifiés de manière certaine à partir des écoutes actives et des stations d'enregistrement passif au cours des investigations de terrain réalisées sur le site d'étude. Elles présentent toutes un enjeu régional de conservation et sont protégées au niveau national et européen.

Ces espèces ont en commun une préférence pour les milieux boisés dans leurs choix de terrains de chasse.

| Nom vernaculaire | Nom latin | LRN | LRR | Protection | ZNIEFF | Enjeu régional |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Murin de Natterer | *Myotis nattereri* | LC | LC | DH4/PN2/Be2/Bo2 | DC | Faible |
| Grands Myotis | *Myotis blythii / Myotis myotis* | NT/LC | VU | DH2/DH4/PN2/Be2/Bo2 | D | Fort |
| Noctule de Leisler | *Nyctalus leisleri* | NT | NT | DH2/DH4/PN2/Be2/Bo2 | DC | Modéré |
| Vespère de Savi | *Hypsugo savii* | LC | LC | DH4/PN2/Be2/Bo2 | DC | Faible |

**LR** : Liste Rouge (N : nationale / R : Régionale) ; CR ; en grave danger ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé LC : préoccupation mineure ; NA : non applicable
**DH** : Directive « Habitats » n°92/43/CEE du 21 mai 1992 ; DH2 : espèces de l'annexe 2 ; DH4 : espèces de l'annexe 4
**Be** : Convention de Berne du 3 décembre 1981 ; Be2 : espèces strictement protégées (article 2) ; Be3 : espèces protégées (article 3)
**PN** : Arrêté du 23/04/2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection
**Bo2** : Espèces citées à l'article 2 de la Convention de Bonn du 24 juin 1982

*Tableau 31 : Chiroptères à enjeu de conservation recensés au niveau de la zone amont*

Le complexe des « **Grands Myotis** » regroupe deux espèces en France continentale, le **Grand murin** (*Myotis myotis*) et le **Petit murin** (*Myotis blythii*) dont la distinction aussi bien acoustique qu'anatomique est difficile. Une colonie mixte de Grand/Petit murins est connue dans un bâtiment communal de la commune de Bourg d'Oisans, à quelques kilomètres de la zone d'étude. Les individus contactés proviennent potentiellement de cette colonie.

Au vu des habitats présents sur les zones d'étude et de la colonie mixte à proximité, il n'est pas possible de faire la distinction entre ces deux espèces.

Le **Petit murin** est une espèce de milieux ouverts, appréciant les pelouses et les prairies, en plaine comme en altitude, dont le régime alimentaire est composé en grande majorité d'orthoptères qu'il capture sur la végétation herbacée.

Le **Grand murin** est l'une des plus grandes chauves-souris d'Europe. Cette espèce gîte généralement dans les combles des bâtiments au cours de la saison estivale. Elle exploite pour la chasse les milieux forestiers, tels que les vieilles forêts de feuillus ou les boisements mixtes mais peut aussi montrer un fort intérêt pour les milieux bocagers.

Ces deux espèces sont notées « vulnérables » sur la liste rouge de Rhône-Alpes et leurs enjeu de conservation régional est considéré fort.

Le **Murin de Natterer** (*Myotis nattereri*) est bien répandu sur l'ensemble du territoire français. Espèce adaptable, elle est présente aussi bien dans les massifs forestiers, les milieux agricoles extensifs ou l'habitat humain dispersé. C'est une chauve-souris typiquement cavernicole pour ses gîtes d'hivernage mais ses gîtes estivaux sont plus diversifiés, situés aussi bien dans les arbres que dans les bâtiments, les ponts, etc.

En Rhône-Alpes, l'espèce est présente sur les 8 départements et fréquente aussi bien la plaine que la montagne dès lors que des boisements sont présents et il est noté « peu préoccupant » sur la liste rouge régionale.

Son enjeu de conservation régional est évalué faible.

De nombreux contacts ont pu être attribués à cette espèce sur la zone d'étude et elle est susceptible d'utiliser les nombreux arbres à cavités comme gîtes d'été.

Le **Vespère de Savi** (*Hypsugo Savii*) est une espèce méridionale et montagnarde. L'espèce est localement commune, voir abondante dans les régions méridionales karstiques, les vallées rocheuses et montagneuses. Elle est classée en préoccupation mineure (LC) sur la liste rouge Rhône-Alpes et considérée commune à très commune dans le département de l'Isère (Lemaire & Arthur, 2015). Cette espèce possède un enjeu de conservation régional évalué à faible.

Cette espèce rupestre profite sans doute des nombreuses falaises à proximité pour son gîte. Elle a été observée en chasse dans les clairières et pâtures de la zone d'étude élargie autour du secteur du Pont de Sarenne. L'activité de l'espèce est jugée modérée sur la zone d'étude, mais les pans de falaise à proximité de la plateforme d'attaque de la galerie avaient été identifiés comme gîtes potentiels par le bureau d'études MICA Environnement.

Cependant, le Département de l'Isère a engagé début 2017 différents travaux destinés à améliorer la sécurité du franchissement du pont de Sarenne (RD 211a), avec notamment des élargissements des virages amont et aval du pont. Des terrassements des parois rocheuses ont ainsi été réalisés à l'endroit où se superposaient la plateforme d'attaque de la galerie et l'enjeu chiroptérologique potentiel.




*Figure 82 : Travaux d'élargissement de la RD 211a réalisés par le Département de l'Isère*

La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) est une espèce migratrice aux mœurs forestières, qui parcourt de grandes distances au cours de la nuit et exploite de grands domaines vitaux

pour se nourrir. En particulier, elle recherche les massifs forestiers de feuillus et étendues d'eau mais peut également chasser dans les parcs et jardins ou au-dessus des villes et villages. Été comme hiver, la Noctule de Leisler semble gîter préférentiellement en cavité arboricole même si elle se retrouve aussi dans les bâtiments, dans les linteaux de portes de granges ou dans les corniches disjointes des ponts.

En Isère, elle est considérée comme assez commune à très commune (Arthur & Lemaire, 2015). L'Atlas des Chiroptères de Rhône-Alpes (LPO, 2014) indique plusieurs mentions de l'espèce aux alentours de Bourg d'Oisans mais aucun gîte n'est connu dans le secteur.

Cette espèce possède un enjeu de conservation régional évalué à modéré.

Le grand nombre d'arbres à cavité présents sur le site laisse à penser que la Noctule de Leisler gîte potentiellement sur les zones d'étude.

24 arbres favorables au gîte des Chiroptères (très grande taille et/ou présence de cavités) ont été recensés sur la zone d'étude. Trois d'entre eux sont situés dans l'emprise de la zone de travaux ou à proximité immédiate.

Les investigations acoustiques ainsi que l'analyse des structures paysagères et des habitats ont permis d'identifier les zones de chasse d'intérêt pour les Chiroptères.

Ces terrains de chasse préférentiels correspondent aux zones de prairies pâturées, de clairières bordées de haies et de lisières forestières. Les boisements possèdent aussi un intérêt intrinsèque en offrant une ressource en proies pour les espèces forestières.

Enfin, le lit de la Sarenne présente un intérêt pour le transit des Chiroptères. Cet axe constitue un élément important au niveau local en reliant les gîtes et les terrains de chasse mais aussi en connectant entre eux les boisements qui la bordent. Elle possède aussi un rôle en tant que réservoirs de proies pour les Chauves-souris qui viennent y chasser les insectes issus de larves aquatique.

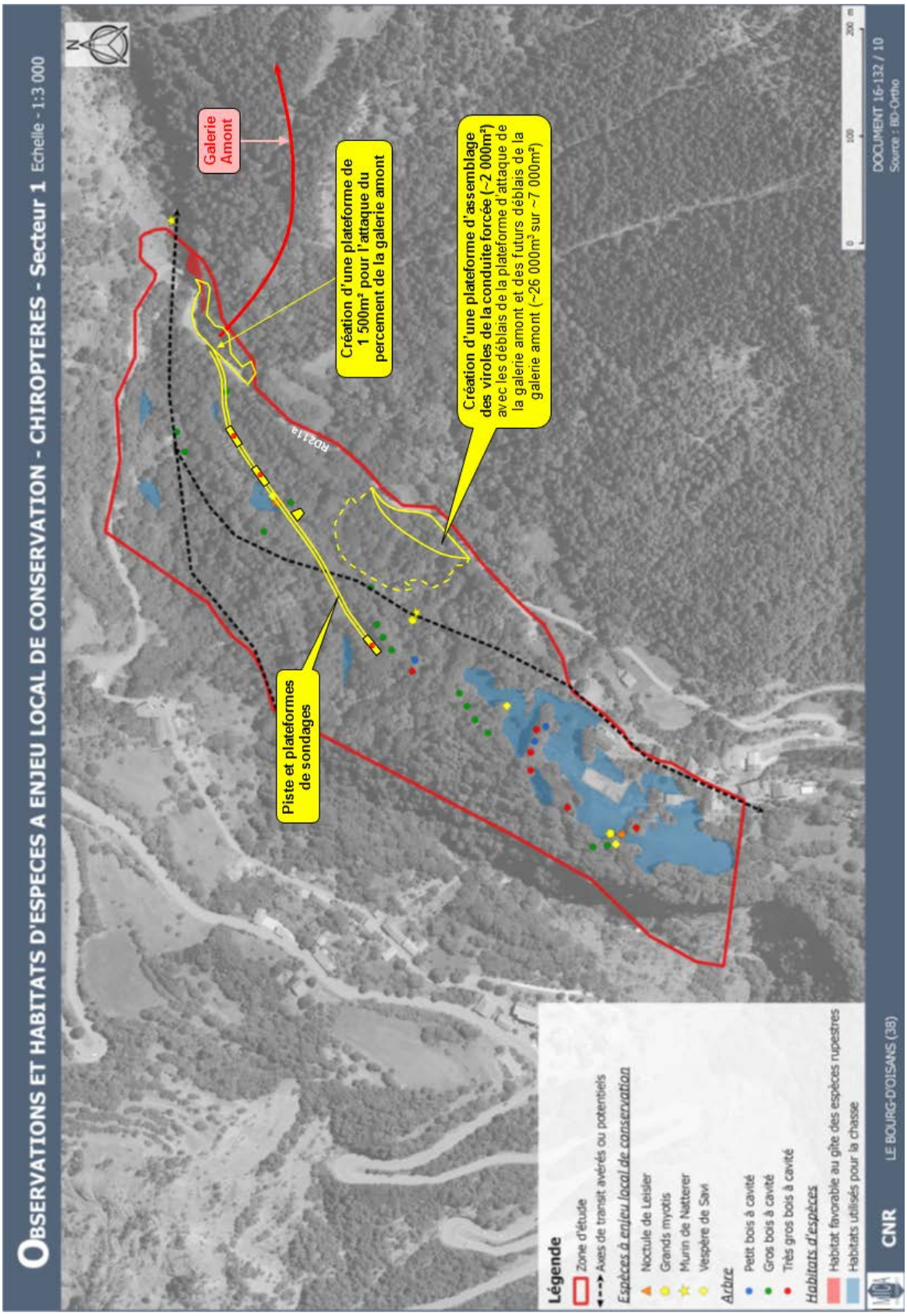



*Figure 83 : Cartographie de l'enjeu « Chiroptères » – Secteur du Pont de Sarenne*

### 5.4.3. *Zone aval*

Ce site est déjà occupé par la centrale hydroélectrique actuelle. Le milieu est fortement anthropisé et ne présente pas de milieux naturels, d'espèces végétales ou animales d'intérêt patrimonial.

La végétation est rare, en dehors d'un cordon boisé le long de la digue, en bordure de la Sarenne. Les espèces sont banales (platanes, peupliers, érables, …).

La galerie existante, longue de 530 m et l'ancienne usine hydroélectrique, abandonnée depuis une dizaine d'année, sont potentiellement favorables au gîte de chiroptères. Les nombreuses visites de la galerie, notamment pour l'analyse géologique du site, n'ont jamais permis de mettre en évidence la fréquentation du site par des chiroptères.

Une prospection approfondie de la galerie existante et de l'ancienne usine a été réalisée par le bureau d'études MICA Environnement. Elle a consisté en une recherche visuelle d'individus et d'indices de présence (guano), en journée et pendant la période d'hibernation (29 janvier 2016).

Cette expertise chiroptérologique a mis en évidence le faible intérêt du bâtiment de l'ancienne centrale hydroélectrique pour le gîte des chiroptères, bien qu'il ne soit pas exclu que des individus puissent, comme pour n'importe quel bâtiment, être présents à d'autres périodes de l'année (ce bâtiment est ce jour démoli). Elle a par ailleurs confirmé l'absence de chauves-souris dans la galerie souterraine, malgré des conditions d'observation optimales.

### 5.4.4. *Espèces invasives*

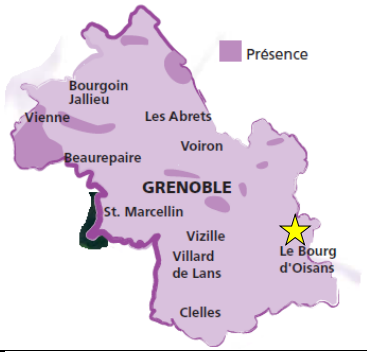
Les relevés de terrain conduits par le bureau d'étude MICA Environnement sur les zones d'étude élargies n'ont révélés la présence d'aucune des 15 espèces invasives référencées dans le département de l'Isère.

| Espèces | | Répartition en Isère |
|---|---|---|
| Ailante |  |  |

★ *Zone d'étude*

| Espèces | | Répartition en Isère |
|---|---|---|
| Ambroisie |  |   |
| Les asters américains |  |   |
| Berce du Caucase |  |   |
| Bident à fruits noirs |  |   |
| Buddleia |  |   |

★ *Zone d'étude*

| Espèces | | Répartition en Isère |
|---|---|---|
| Érable negundo |  |  |
| Impatiente de Balfour |  |  |
| Impatiente de l'Himalaya |  |  |
| Jussie à grandes fleurs |  |  |
| Raisin d'Amérique |  |  |



★ *Zone d'étude*

| Espèces | | Répartition en Isère |
|---|---|---|
| Les renouées (du Japon, de Sakhaline, de Bohême) |  |   |
| Robinier faux acacia |  |   |
| Séneçon du Cap |  |   |
| Solidage géant |  |   |

★ *Zone d'étude*

### 5.4.5. *Milieux aquatiques et associés*

La Sarenne est classée en 1ère catégorie piscicole avec un peuplement à dominante salmonicole. Le cours d'eau possède un potentiel piscicole (**Truite fario** et **Chabot**) conforme à celui d'un torrent de montagne marqué par diverses contraintes du milieu. Un effet de segmentation du cours d'eau lié à des obstacles naturels limite la circulation piscicole.

Les quatre campagnes (IBGN, Inventaire piscicole, mesures physico-chimiques) réalisées entre 1999 et 2003 en périodes hivernale et estivale, permettent de classer la Sarenne en bon état chimique et écologique. Une campagne complémentaire a été réalisée en 2008 par la Société GREBE qui confirme les premiers diagnostics.

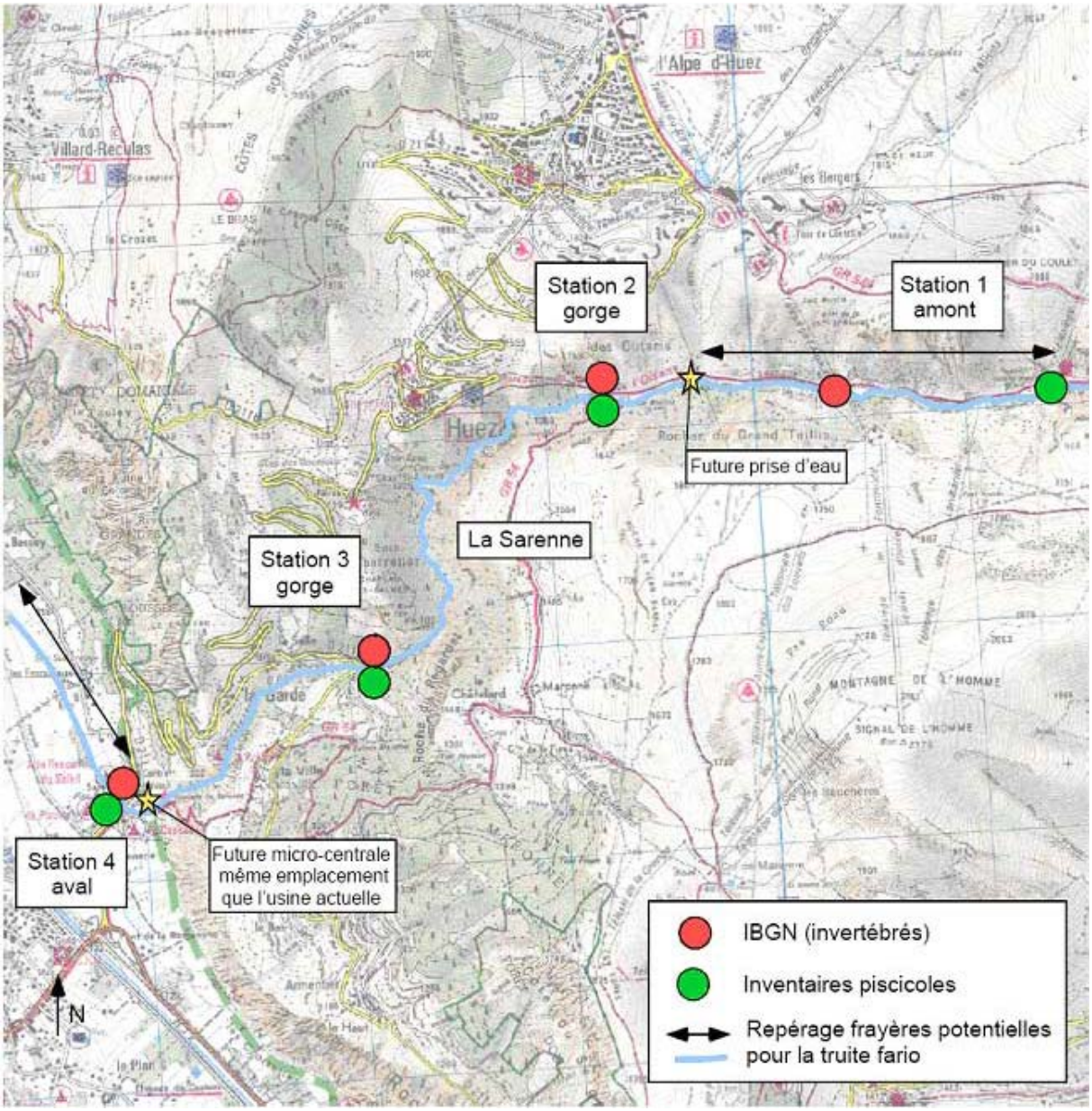



*Figure 84 : Localisation des stations et nature des investigations*

Au niveau de la zone d'étude, la Sarenne est un cours d'eau de montagne fortement influencé par les caractéristiques du milieu physique : forte pente, vallée encaissée au niveau des gorges, régime hydrologique de type nivo-glaciaire, transport solide important.

#### 5.4.5.1. **Caractérisation de l'habitat aquatique**

Les stations 1 (amont), 2 et 3 (gorges) présentent des caractéristiques environnementales similaires. Les faciès d'écoulement sont de types rapides / escaliers. La station aval, située au débouché de la vallée de la Romanche, est différente en raison d'une pente plus faible (en aval de la cascade). Le faciès d'écoulement correspond à un plat courant associé à des radiers.

Les écoulements observés sont dans l'ensemble assez bien diversifiés (4 à 5 gammes de vitesse) et les vitesses dominantes sont importantes (> à 1,5 m/s).

Sur le tronçon amont, le substrat présente une granulométrie très grossière, dominée par des blocs. Le secteur des gorges est associé à des gros blocs (pente plus forte). La granulométrie est plus diversifiée pour la station aval (pierres, galets et graviers).

Le faciès d'écoulement dominant est de type rapide / cascade ou escalier. Celui de la station aval correspond à un rapide.

La végétation aquatique est très peu représentée sur la Sarenne (quelques diatomées et bryophytes). Les bryophytes sont des mousses aquatiques considérées comme très biogènes. Elles contribuent à améliorer la diversité du milieu. On note également la présence d'algues filamenteuses au niveau de la station aval.

Compte tenu de la largeur du cours d'eau (5 à 10 m) et d'un environnement à dominante forestière, la végétation rivulaire induit naturellement un ombrage important qui peut être renforcé dans les gorges, par un effet du relief (vallée encaissée).

Le milieu environnant prend un caractère plus urbain à l'aval (camping en rive gauche et centrale hydroélectrique en rive droite).

Il résulte de cette présentation que les conditions environnementales de la Sarenne sont naturellement limitantes pour l'établissement des peuplements invertébrés benthiques diversifiés.

#### 5.4.5.2. **Faune benthique**

La caractérisation du peuplement de macroinvertébrés benthiques de la Sarenne est approchée par l'intermédiaire de l'IBGN. Trois campagnes ont été menées en 2003 par le bureau d'études GREBE, en mai août et octobre.

Ces campagnes hydrobiologiques traduisent une bonne stabilité inter-stations et inter-campagnes. Les indices IBGN correspondent à une bonne qualité[4] d'ensemble, soutenue par la présence de taxons indicateurs très polluosensibles (Chloroperlidae ou Perlodidae – GFI 9).

Toutefois, l'encaissement de la gorge de la Sarenne, le manque d'ensoleillement et la faible diversité des substrats sont des facteurs limitant pour la faune benthique. Ainsi, malgré la présence d'organismes très polluosensibles traduisant la qualité des milieux aquatiques, la note IBGN est limitée par une variété taxonomique assez faible (de 17 à 24 taxons au maximum).

Cela illustre les effets des contraintes physiques et climatiques du cours d'eau. Le caractère torrentueux de la Sarenne entraîne une diversité d'habitat naturellement limitante qui se répercute sur la variété taxonomique (note IBGN assez nettement inférieure à la note maximale de 20). Ce phénomène, courant et bien documenté, s'observe sur de nombreux cours d'eau de montagne.

[4] La terminologie employée pour qualifier le niveau de qualité biologique fait référence à l'annexe 2 « Interprétation des résultats : biologie » du document Réseau National de Bassin Rhône Méditerranée Corse – Qualité des cours d'eau résultats 2001 – août 2003.

Campagne de mai

| Station | Taxon Indicateur | Groupe Faunistique Indicateur | Variété taxonomique | IBGN |
|---|---|---|---|---|
| amont | Chloroperlidae | 9 | 21 | 15 |
| intermédiaire | Nemouridae | 6 | 24 | 12 |
| aval | Perlodidae | 9 | 17 | 14 |

Campagne d'août

| Station | Taxon Indicateur | Groupe Faunistique Indicateur | Variété taxonomique | IBGN |
|---|---|---|---|---|
| amont | Perlodidae | 9 | 21 | 15 |
| intermédiaire | Perlodidae | 9 | 21 | 15 |
| aval | Perlodidae | 9 | 23 | 15 |

Campagne d'octobre

| Station | Taxon Indicateur | Groupe Faunistique Indicateur | Variété taxonomique | IBGN |
|---|---|---|---|---|
| amont | Perlodidae | 9 | 18 | 14 |
| intermédiaire | Perlodidae | 9 | 18 | 14 |
| aval | Perlodidae | 9 | 19 | 14 |

*Tableau 32 : Résultats des campagnes IBGN sur la Sarenne – mai, août et octobre 2003*

Par ailleurs, la faible robustesse de la note IBGN (test de robustesse déclassant dans la plupart des cas) relativise la qualité biologique de la Sarenne et traduit une certaine fragilité des peuplements invertébrés.

La station intermédiaire, située en amont du pont de la RD 211a, sur la commune de La Garde (station 3 gorge sur la carte) semble affectée par une dégradation de la qualité de l'eau. Cela se traduit par une diminution de l'abondance des organismes polluosensibles (Perlodidae) et par une augmentation, en mai et en août, de l'abondance d'organismes liés à la matière organique ou aux débris organiques (diptères Chironomidae ou Simuliidae, vers oligochètes ou Éphéméroptères Baetidae). La plus forte incidence est observée en mai, où la qualité biologique fléchit plus nettement (changement de GFI de 9 à 6).

La grande stabilité inter-stations et inter-campagnes (hors station intermédiaire en mai 2003) semble témoigner de l'absence d'effet du prélèvement d'une fraction du débit de la Sarenne par l'aménagement hydroélectrique existant.

#### 5.4.5.3. **Faune piscicole**

La définition de l'appartenance d'un secteur de cours d'eau à un niveau typologique théorique est basée sur l'évolution de trois groupes de facteurs :

1. composantes morphodynamiques (pente, largeur du lit, section mouillée en étiage),
2. composante thermique (température maximale moyenne du mois le plus chaud),
3. composantes trophiques (distance aux sources, dureté totale).

Cette approche a été proposée par Verneaux (1977). L'auteur définit 10 niveaux typologiques (T0 à T9) auxquels sont associés des peuplements de référence (B0 à B9). D'après les caractéristiques physiques de la Sarenne, le tronçon en amont de la cascade de Sarenne serait associé aux premiers niveaux typologiques. La partie aval serait associée à un niveau un peu plus élevé.

La Sarenne présente des caractéristiques physiques compatibles avec la présence de la truite fario. Cependant, ce cours d'eau ne correspond pas à un optimum de développement de l'espèce. Ce dernier est lié à des niveaux typologiques moins apicaux (T 3,5 à T 4).

Les inventaires, réalisés par le bureau d'études GREBE au niveau d'une succession de faciès structurants pour le peuplement piscicole en 2003 et en 2008, permettent d'établir une analyse « longue période » de la situation piscicole de la Sarenne.

| | 1 amont | | 2 gorges | | 3 gorges | | 4 aval | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2003* | 2008 | 2003 | 2008 | 2003 | 2008 | 2003 | 2008 |
| Chabot | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 131 | 124 |
| Truie arc-en ciel | - | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Truite fario | - | 114 | 24 | 85 | 88 | 28 | 133 | 53 |
| Vairon | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |

*(* la station 1 amont n'a pas fait l'objet d'investigations en 2003)*

*Tableau 33 : Effectifs capturés pour 1 000 m² - GREBE, août 2003 et août 2008*

La truite fario est la seule espèce capturée au niveau des stations en amont de la cascade de la Sarenne (1 amont et 2 gorges et 3 gorges). Le peuplement est considéré comme mono-spécifique.

Au niveau de la station 4 aval, la truite fario représente entre 28 et 50 % des effectifs capturés. Le peuplement est complété par le chabot (espèce dominante avec 50 à 65 % des effectifs), et le Vairon (0 à 8 %). Ces espèces sont confinées au cours aval de la Sarenne. La cascade de Sarenne, située en amont de la centrale hydroélectrique, constitue un premier obstacle infranchissable qui déconnecte le cours moyen et supérieur de la Sarenne de celui de la Romanche, du moins pour les migrations vers l'amont.

Le secteur aval est situé en aval du point de restitution de l'usine hydroélectrique. Il sera donc très peu impacté par la future centrale hydroélectrique dans la mesure où elle respecte un strict fonctionnement au fil de l'eau.

La limite physique représentée par la cascade de la Sarenne est une donnée importante pour évaluer les enjeux de continuité écologique (réservoir biologique) et les liens possibles avec le périmètre Natura 2000 qui concerne le cours aval du secteur court-circuité.

Trois secteurs de valeurs piscicoles (et halieutiques) différentes se distinguent :

1) Le cours en amont de la zone d'implantation de la future prise d'eau qui, bien que moins pentu, subi des contraintes fortes et spécifiques à l'altitude (faible productivité). Il concentre la plupart des zones de frayères et joue un rôle important pour la colonisation du secteur en aval.
2) Le secteur des gorges, encaissé et très ombragé, est surtout marqué par une succession de secteurs d'habitats potentiels (les vasques), séparés par des cascades plus ou moins franchissables. C'est un secteur dominé par des migrations de dévalaison.

3) Le secteur en aval de la cascade de la Sarenne est caractérisé par l'apparition de nouvelles espèces et par d'autres contraintes d'habitats mais qui aurait ici une origine largement anthropique (recalibrage, pression de pollution).

Le tableau des biomasses observées montre que la densité piscicole peut s'établir entre 10 et 55 kg/ha. Ces chiffres ne suffisent pas à déterminer la dynamique de la population mais montrent cependant la capacité d'accueil potentiel de ce milieu modeste mais conforme aux contraintes physiques. Une partie de ces résultats peut être impactée « en moins » par la pression de pêche (sur les truites de plus de 23 cm en théorie) et « en plus » par le repeuplement (alevinage et lâchers de truites surdensitaires).

| | 2003 | 2008 |
|---|---|---|
| Station 1 amont | - | 53,8 |
| Station 2 gorges | 2,6 | 54,9 |
| Station 3 gorges | 17 | 10,2 |
| Station 4aval | 18,5 | 21,2 |

*Tableau 34 : Biomasse observée de truite fario en kg/ha – GREBE, août 2003 et août 2008*

L'analyse des indices Poids/Taille effectués sur les deux stations les plus représentatives (station 1 et 2) montre une grande homogénéité dans la conformation. Les deux échantillons peuvent être globalement associés pour étudier la distribution par classes de taille.

La population de truite fario des stations 1 et 2 semble assez équilibrée. Trois classes de taille (et donc d'âge) dominantes se distinguent : 110-140 mm, 150-190 mm et 220-240 mm.

Les individus les plus grands (taille supérieure à 160 mm) représentent une densité assez faible avec un poisson « adulte » tous les 4,5 m de linéaire environ (30 $m^2$). Concrètement, cela se traduit par une densité d'un individu adulte par cuvette environ, ce qui est compatible avec le comportement territorialisé de la truite. Ces chiffres illustrent la valeur d'habitat assez faible en condition naturelle (condition trophique limitante).

L'analyse ne permet pas d'identifier la part de recrutement issue du repeuplement ou de la reproduction naturelle.

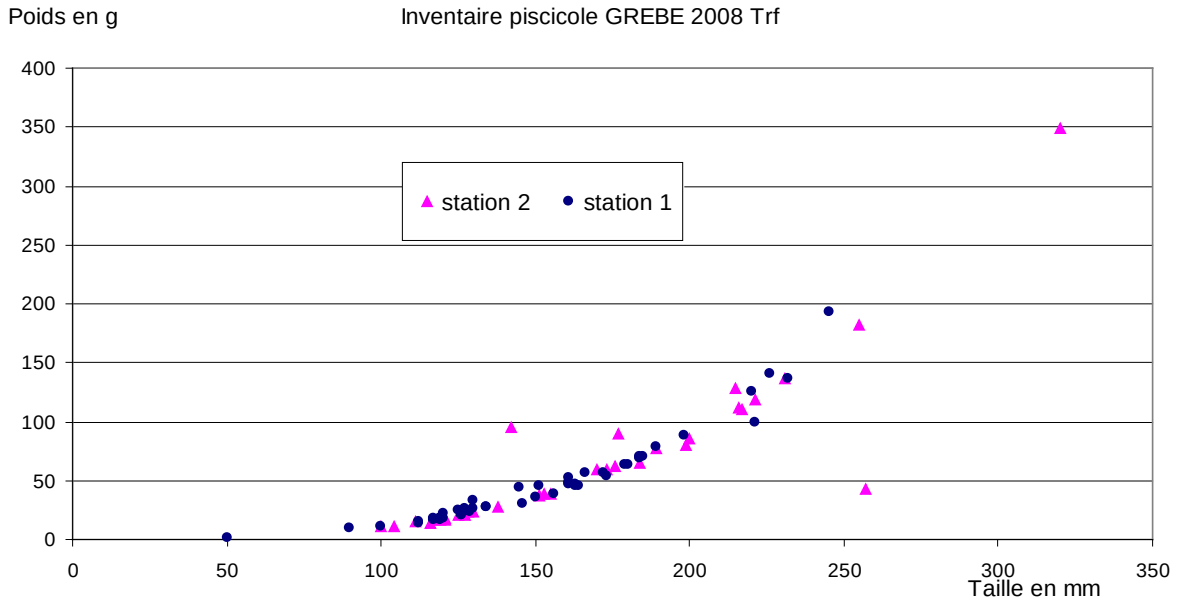



*Figure 85 : Courbe Poids/Taille des individus de truite fario pêchés en 2008 – GREBE, 2008*

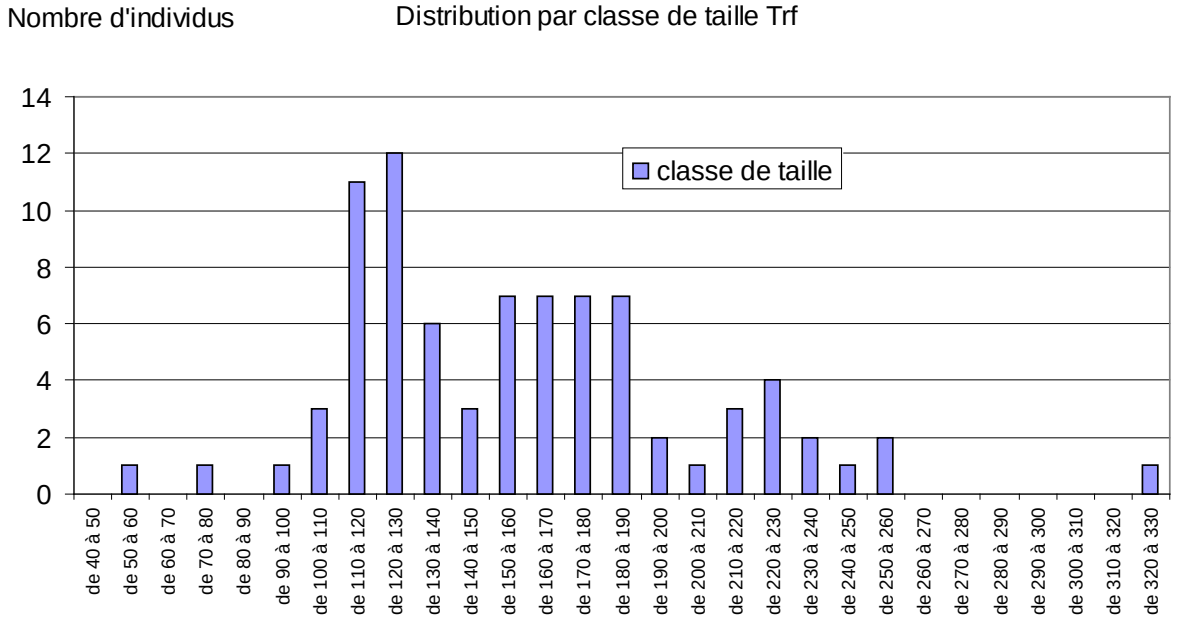



*Figure 86 : Distribution par classe de taille – GREBE, 2008*

### 5.4.5.4. Repérage et diagnostic des frayères potentielles

La SARL la Sarenne a confié au bureau d'étude GREBE un complément d'étude relatif à la réalisation d'un inventaire des frayères potentielles pour la Truite fario. Cette recherche a été menée sur le cours amont de la Sarenne.

- ***Caractéristiques de frayères pour la truite fario***

Les caractéristiques des frayères pour la truite fario et les conditions environnementales nécessaires à la reproduction sont bien connues. Les données présentées ci-après sont principalement extraites de l'ouvrage *« La truite, biologie et écologie »*, INRA, 1991.

Le débit et la granulométrie sont les principaux paramètres déterminant les zones propices au frai de la truite. L'augmentation du débit et une température supérieure à un seuil de 6-7 °C conditionnent l'accès aux zones de frai.

Le frai a lieu en hiver pour des températures comprises entre 2 et 10,5 °C selon les auteurs.

| Température favorable à la reproduction | Température optimale pour la reproduction | Température optimale pour le développement des œufs | Durée de l'incubation | Durée de l'incubation + début de l'émergence des alevins | Durée de l'émergence |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 à 10,5 °C | 5 à 6 °C | 2 à 6 °C | 400 °C.j | 518 °C.j | 150 °C.j |

*Tableau 35 : Conditions caractéristiques nécessaires à la reproduction de la truite fario*

Le temps de développement des œufs et des alevins est exprimé en degrés-jours. Cette durée dépend étroitement de la température de l'eau. Par exemple, l'incubation des œufs dure 80 jours à une température de 5 °C et 40 jours à 10 °C. Les températures négatives sont létales pour les œufs. Ces conditions montrent que la Sarenne est en limite de zone favorable à la reproduction.

Après l'éclosion des œufs, les alevins demeurent quelque temps à l'intérieur de la frayère. Le substrat procure une protection vis-à-vis des prédateurs. Une bonne circulation d'eau

dans la frayère est nécessaire pour assurer l'oxygénation des œufs, puis des alevins (forte sensibilité au colmatage par des fines).

La localisation des zones de frai correspond aux radiers et aux « plats » qui se caractérisent par :

1) des milieux peu profonds (optimum 20-25 cm selon Bovee in « Hydroécologie Appliquée » Tome 5, volume 1, édition Électricité de France, 1993),
2) une vitesse moyenne (optimum 50 à 60 cm/s selon Bovee op. cit.),
3) une granulométrie moyennement grossière (de 0,6 à 5,4 cm de diamètre).

La présentation ci-dessus montre que l'approche basée sur la seule granulométrie du substrat fournit une information sur les potentialités d'une zone de frai mais ne garantit pas sa fonctionnalité. Des observations complémentaires en période de reproduction sont le plus souvent nécessaires.

- ***Résultats et commentaires***

Les investigations ont été conduites le 7 septembre 2009 en conditions d'étiage et de débit stabilisé. Une mesure du débit a été réalisée au niveau de la future prise d'eau le 17 septembre 2009, par le maître d'ouvrage. Le débit mesuré est de 100 l/s, soit un débit proche du futur débit réservé (environ 120 l/s).

Le tronçon amont de la Sarenne (stations 1 et 2) a été parcouru sur un linéaire de 877 m. La prospection a été arrêtée dans les gorges de la Sarenne au niveau d'une cascade infranchissable. Un bras secondaire, situé au niveau d'un ancien moulin (amont du Pont Romain), a été intégré. Le linéaire total prospecté est donc de 961 m, ce qui correspond à une surface en eau d'environ 4 700 $m^2$.

| | linéaire prospecté (m) | largeur moyenne en eau (m) | surface en eau (m2) |
|---|---|---|---|
| bras pricipal | 877 | 5,14 | 4507,78 |
| bras secondaire | 84 | 2,2 | 184,8 |
| Total | 961 | | 4692,58 |

*Tableau 36 : Linéaires parcourus et surface en eau correspondante*

Le tableau ci-après présente les résultats de l'inventaire réalisé. Au total, 73 placettes présentent une granulométrie favorable (graviers, pierres, souvent en association), soit en moyenne une placette tous les 13 m.

Les placettes sont de petites tailles (0,75 $m^2$ en moyenne) et sont assez régulièrement réparties sur le linéaire. Les investigations conduites lors de l'étude hydrobiologique de la Sarenne en 2007 et 2008 soulignaient déjà cette caractéristique. Cette étude précise que le potentiel de reproduction est globalement faible sur le cours amont de la Sarenne. Il est localement plus important vers le gîte du télésiège Chalvet où la pente est plus faible (amont de la future prise d'eau). À noter qu'une zone favorable représente à elle seule 11,34 $m^2$, soit près de 20 % de la surface totale.

L'ouvrage *« La truite, biologie et écologie »,* INRA, 1991, cite des surfaces de 0,32 $m^2$ associées à des géniteurs de 30 cm pour des rivières de l'Est de la France. La taille des frayères dépend également de celle des géniteurs.

| Secteur | Linéaire m | Longueur m | Largeur m | Surface m2 | Granulométrie | Qualité potentielle |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Bras principal | 0 | 0,6 | 0,4 | 0,24 | graviers | moyenne |
| Bras principal | 25 | 0,7 | 0,3 | 0,21 | pierres - graviers | faible |
| Bras principal | 47 | 1 | 0,6 | 0,6 | graviers | moyenne |
| Bras principal | 47 | 0,8 | 0,6 | 0,48 | graviers | moyenne |
| Bras principal | 72 | 0,5 | 0,5 | 0,25 | graviers sable | moyenne |
| Bras principal | 75 | 0,6 | 0,4 | 0,24 | pierres - graviers | moyenne |
| Bras principal | 86 | 0,7 | 0,6 | 0,42 | graviers sable | moyenne |
| Bras principal | 94 | 1,1 | 1 | 1,1 | graviers | bonne |
| Bras principal | 94 | 1,2 | 0,5 | 0,6 | graviers pierres | moyenne |
| Bras principal | 98 | 0,7 | 0,6 | 0,42 | graviers pierres | bonne |
| Bras principal | 119 | 0,7 | 0,4 | 0,28 | graviers | moyenne |
| Bras principal | 140 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | graviers | moyenne |
| Bras principal | 151 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | graviers pierres | moyenne |
| Bras principal | 155 | 1,3 | 1,2 | 1,56 | pierres - graviers | bonne |
| Bras principal | 181 | 1,1 | 0,4 | 0,44 | graviers pierres | moyenne |
| Bras principal | 211 | 0,8 | 1 | 0,8 | pierres - graviers | bonne |
| Bras principal | 215 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | graviers | moyenne |
| Bras principal | 222 | 1 | 0,5 | 0,5 | pierres | moyenne |
| Bras principal | 231 | 0,4 | 0,4 | 0,16 | graviers | moyenne |
| Bras principal | 241 | 1,4 | 0,5 | 0,7 | pierres - graviers | bonne |
| Bras principal | 277 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | graviers | moyenne |
| Bras principal | 286 | 0,5 | 0,5 | 0,25 | pierres - graviers | bonne |
| Bras principal | 317 | 1 | 0,5 | 0,5 | graviers | bonne |
| Bras principal | 327 | 1,1 | 0,8 | 0,88 | pierres - graviers | moyenne |
| Bras principal | 341 | 0,8 | 0,9 | 0,72 | graviers | bonne |
| Bras principal | 342 | 1,5 | 0,9 | 1,35 | graviers | bonne |
| Bras principal | 350 | 0,7 | 0,5 | 0,35 | graviers | moyenne |
| Bras principal | 351 | 0,5 | 0,5 | 0,25 | graviers | moyenne |
| Bras principal | 359 | 0,5 | 0,3 | 0,15 | graviers sable | faible |
| Bras principal | 373 | 0,6 | 0,3 | 0,18 | pierres - graviers | faible |
| Bras principal | 408 | 0,9 | 0,5 | 0,45 | graviers | bonne |
| Bras principal | 418 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | graviers | moyenne |
| Bras principal | 424 | 1,5 | 0,8 | 1,2 | graviers | bonne |
| Bras principal | 424 | 1,1 | 1 | 1,1 | graviers | moyenne |
| Bras principal | 429 | 1 | 0,6 | 0,6 | graviers pierres | bonne |
| Bras principal | 444 | 0,7 | 0,1 | 0,07 | graviers | faible |
| Bras principal | 444 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | graviers | faible |
| Bras principal | 477 | 0,8 | 0,8 | 0,64 | pierres | moyenne |
| Bras principal | 485 | 0,7 | 0,3 | 0,21 | pierres | faible |
| Bras principal | 502 | 1 | 0,4 | 0,4 | graviers | bonne |
| Bras principal | 558 | 1 | 0,4 | 0,4 | graviers pierres | bonne |
| Bras principal | 574 | 0,4 | 0,3 | 0,12 | pierres - graviers | faible |
| Bras principal | 592 | 0,9 | 0,4 | 0,36 | graviers | moyenne |
| Bras principal | 599 | 1 | 0,5 | 0,5 | pierres - graviers | moyenne |
| Bras principal | 634 | 0,8 | 0,6 | 0,48 | graviers | bonne |
| Bras principal | 643 | 0,8 | 0,45 | 0,36 | graviers | bonne |
| Bras principal | 653 | 1 | 0,5 | 0,5 | graviers sable | moyenne |
| Bras principal | 675 | 1 | 0,6 | 0,6 | pierres - graviers | bonne |
| Bras principal | 689 | 1,3 | 1 | 1,3 | graviers pierres | bonne |
| Bras principal | 689 | 0,5 | 0,3 | 0,15 | graviers pierres | faible |
| Bras principal | 698 | 1 | 0,8 | 0,8 | graviers | bonne |
| Bras principal | 708 | 0,5 | 0,3 | 0,15 | graviers | faible |
| Bras principal | 712 | 4,2 | 2,7 | 11,34 | pierres - graviers | bonne |
| Bras principal | 720 | 0,8 | 0,8 | 0,64 | pierres | moyenne |
| Bras principal | 740 | 1 | 0,6 | 0,6 | graviers | moyenne |
| Bras principal | 742 | 1,5 | 0,6 | 0,9 | graviers | bonne |
| Bras principal | 756 | 1,5 | 0,5 | 0,75 | graviers | bonne |
| Bras principal | 800 | 0,6 | 0,6 | 0,36 | pierres | moyenne |
| Bras principal | 815 | 1,1 | 0,4 | 0,44 | graviers pierres | moyenne |
| Bras principal | 815 | 1 | 0,5 | 0,5 | graviers pierres | moyenne |
| Bras principal | 831 | 2 | 1,1 | 2,2 | pierres - graviers | bonne |
| Bras principal | 843 | 0,8 | 0,6 | 0,48 | pierres - graviers | moyenne |
| Bras principal | 849 | 0,9 | 0,3 | 0,27 | graviers | moyenne |
| Bras principal | 858 | 2,5 | 1 | 2,5 | graviers pierres | bonne |
| Bras principal | 858 | 1 | 0,6 | 0,6 | graviers pierres | bonne |
| Bras principal | 865 | 1,5 | 1,2 | 1,8 | graviers | bonne |
| Bras principal | 877 | | | | | |
| bras secondaire | 0 | | | | | |
| bras secondaire | 14 | 0,2 | 0,2 | 0,04 | pierres - graviers | faible |
| bras secondaire | 26 | 0,8 | 0,6 | 0,48 | pierres - graviers | moyenne |
| bras secondaire | 39 | 2 | 0,5 | 1 | graviers | bonne |
| bras secondaire | 47 | 2,2 | 0,8 | 1,76 | pierres - graviers | moyenne |
| bras secondaire | 56 | 1,8 | 0,5 | 0,9 | graviers | moyenne |
| bras secondaire | 73 | 1 | 0,7 | 0,7 | graviers pierres | bonne |
| bras secondaire | 77 | 0,7 | 0,5 | 0,35 | graviers | moyenne |
| bras secondaire | 84 | | | | | |

*Tableau 37 : Inventaire des placettes favorables à la reproduction de la truite fario – GREBE, septembre 2009*

L'ensemble des zones qui présentent une granulométrie favorable correspond à 1,16 % de la surface en eau au débit considéré. À noter que des placettes ont également été observées

hors d'eau en berges (non comptabilisées). Elles peuvent éventuellement devenir attractives pour un débit supérieur.

| | surface favorable $m^2$ |
|---|---|
| bras principal | 49,3 |
| bras secondaire | 5,23 |
| surface totale | 54,53 |
| surface moyenne | 0,75 |

*Tableau 38 : Surface cumulée des placettes favorables à la reproduction de la truite*

La qualité des zones de frayères potentielles identifiées a également été caractérisée. Le classement s'appuie sur les critères de taille de la placette, de granulométrie du substrat, de colmatage éventuel et de disposition de la placette dans le chenal selon les conditions d'écoulement.

Les zones considérées de bonne qualité représentent un peu moins de 40 % du nombre total de placettes mais près des deux tiers de la surface totale. En effet, le critère

| | nb placettes | % nb placettes | surface favorable | % surface favorable |
|---|---|---|---|---|
| bonne | 28 | 38,36 | 35,78 | 65,62 |
| moyenne | 35 | 47,95 | 17,37 | 31,85 |
| faible | 10 | 13,70 | 1,38 | 2,53 |

*Tableau 39 : Intérêt des placettes – septembre 2009*

Le faciès d'écoulement dominant du secteur de la Sarenne concerné par l'inventaire des zones de frayères correspond à l'association rapide / baignoire. Les placettes favorables à la reproduction sont principalement situées à l'aval des baignoires avant une nouvelle rupture de pente. La hauteur d'eau diminue en liaison avec une remise en vitesse des écoulements. La présence des baignoires, caractérisées par une augmentation de la hauteur d'eau et une vitesse d'écoulement nulle à faible, procure une zone de repos pour les géniteurs. Cet aspect est souligné dans la bibliographie comme un élément favorisant la reproduction.

La reconnaissance menée par GREBE a montré la présence de deux obstacles naturels difficilement franchissables au débit observé, entre les points 500 et 555 m et deux autres, infranchissables, au niveau du point 843 et 877 m. Une placette favorable à la reproduction est située entre ces deux derniers obstacles.

### 5.4.6. *Synthèse des principaux enjeux écologiques*

- ***Zone amont***

| Espèce / habitat | Enjeu régional de conservation de l'espèce / l'habitat | Observations et Intérêt de la zone d'étude pour l'espèce / l'habitat | Enjeu de la zone d'étude pour la conservation de l'espèce / l'habitat |
|---|---|---|---|
| **Achillée noble** | **Très fort** | - Plusieurs individus dans les prairies et pelouses<br>- Espèce assez abondante localement (34 obs.* dont 14 depuis 2000 et présente dans des mailles voisines) quoique les observations sont discontinues au sein de son aire<br>- Espèce à large amplitude altitudinale au cœur de son aire de répartition, y compris d'un point de vue altitudinal | **Fort** |
| **Sisymbre raide** | **Très fort** | - Plusieurs individus recensés dans des pelouses<br>- Espèce peu représentée localement (14 obs.* dont aucune depuis 2000 et présente dans des mailles voisines) et assez dispersée dans les Alpes françaises (rare dans la moitié sud de l'arc alpin)<br>- Espèce montagnarde en limite orientale de son aire de répartition, y compris d'un point de vue altitudinal | **Très fort** |
| **Faux alysson renflé** | **Fort** | - Plusieurs individus recensés dans des pelouses<br>- Espèce bien représentée localement (106 obs.* dont 48 depuis 2000 et présente dans des mailles voisines) et dans son aire<br>- Espèce montagnarde au cœur de son aire de répartition, y compris d'un point de vue altitudinal | **Fort** |
| **Campanule raiponce** | **Modéré** | - Un individu identifié dans l'Érablaie, à quelques mètres du ruisseau / Potentiellement présente ailleurs dans les boisements mais alors, dispersée<br>- Espèce assez peu représentée localement (0 obs.* mais présente dans les mailles voisines, en vallée) et commune dans son aire<br>- Espèce plutôt des plaines et collines, en limite altitudinale haute de son aire de répartition | **Faible** |
| **Vélar à feuilles d'épervière** | **Modéré** | - Plusieurs individus recensés dans des pelouses et pâtures<br>- Espèce bien représentée localement (14 obs.* dont 7 depuis 2000 et présente dans les mailles voisines) et dans son aire<br>- Espèce plutôt montagnarde en limite altitudinale basse de son aire de répartition. On la retrouve cependant plus bas mais de manière dispersée | **Modéré** |
| **Lis orangé à bulbille** | **Modéré** | - Plusieurs individus recensés dans des pelouses et éboulis<br>- Espèce bien représentée localement (29 obs.* dont 10 depuis 2000 et présente dans les mailles voisines) et dans son aire<br>- Espèce montagnarde au cœur de son aire de répartition, y compris d'un point de vue altitudinal | **Modéré** |
| **Œil-de-Dieu** | **Modéré** | - Plusieurs individus recensés dans une prairie<br>- Espèce assez bien représentée localement (4 obs.* dont aucune depuis 2000 et présente dans les mailles voisines) et dans son aire<br>- Espèce montagnarde au cœur de son aire de répartition, y compris d'un point de vue altitudinal | **Modéré** |
| **Véronique printanière** | **Modéré** | - Un individu identifié dans des pelouses en bord de chemin / Potentiellement présente ailleurs dans les pelouses<br>- Espèce bien représentée localement (20 obs.* dont 14 depuis 2000 et présente dans les mailles voisines) et commune dans son aire<br>- Espèce à large amplitude altitudinale, plus rare en plaine | **Modéré** |
| **Vesce fausse esparcette** | **Modéré** | - Plusieurs individus identifiés dans des pelouses / Potentiellement présente ailleurs dans les pelouses voire prairies<br>- Espèce assez bien représentée localement (7 obs.* dont 1 depuis 2000 et présente dans les mailles voisines) et commune dans son aire<br>- Espèce à large amplitude altitudinale, plus rare au nord de l'Alpe d'Huez | **Faible** |

** dans la maille SI Flore (SIG des Conservatoires Botaniques Nationaux) de 10km incluant la zone d'étude, en septembre 2016*

*Tableau 40 : Synthèse des principaux enjeux floristiques de la zone amont*

| Espèce / habitat | Enjeu régional de conservation de l'espèce | Observations et Intérêt de la zone d'étude pour l'espèce / l'habitat | Enjeu de la zone d'étude pour la conservation de l'espèce |
|---|---|---|---|
| **Insectes** | | | |
| **Apollon** | **Fort** | - Plusieurs individus observés proche de la zone d'étude<br>- Recherche les pelouses sèches rocailleuses et les éboulis<br>- Plantes hôtes : Sedum, Saxifraga et Sempervivum | **Fort** |
| **Azuré du Serpolet** | **Fort** | - Deux individus observés<br>- Recherche les pelouses sèches, pâtures, alpages, etc.<br>- Plantes hôtes : Thymus et Origanum vulgare | **Fort** |
| **Semi-Apollon** | **Fort** | - Plusieurs individus observés<br>- Recherche les ripisylves, forêts claires, lisières, etc.<br>- Plantes hôtes : Corydalis cava et solida | **Fort** |
| **Hespérie du Marrube** | **Modéré** | - Au moins trois individus observés<br>- Recherche les pelouses sèche et prairies<br>- Plantes hôtes : Stachys officinalis, recta et d'autres lamiacées | **Modéré** |
| **Amphibiens** | | | |
| **Grenouille rousse** | **Modéré** | - Plusieurs individus observés en phase terrestre<br>- Se reproduit dans les points d'eau stagnants, même temporaires<br>- Les bras-morts et autres zones calmes en bordure de la Sarenne peuvent potentiellement être utilisés pour la reproduction (mi-février à début mai)<br>- Présent essentiellement dans les boisements et éboulis hors des périodes de reproduction | **Modéré** |
| **Oiseaux** | | | |
| **Chevêchette d'Europe (potentielle)** | **Fort** | - Non observée durant les inventaires mais potentiellement présente dans les boisements<br>- Niche dans une cavité d'arbre la plupart du temps à des altitudes supérieures à 1000 m<br>- Chasse oiseaux, micromammifères, amphibiens à proximité | **Fort** |
| **Chouette de Tengmalm (potentielle)** | **Fort** | - Non observée durant les inventaires mais potentiellement présente dans les boisements<br>- Niche dans une cavité d'arbre (trous de Pics noirs) la plupart du temps à des altitudes supérieures à 1400 m<br>- Chasse oiseaux, micromammifères, amphibiens à proximité | **Fort** |
| **Bouvreuil pivoine** | **Modéré** | - Plusieurs individus observés dans les boisements<br>- Nidification probable au sein de ces boisements | **Modéré** |
| **Cincle plongeur** | **Modéré** | - Un individu observé dans la Sarenne<br>- Nidification probable sur les berges de la Sarenne (cavités) | **Modéré** |
| **Mésange noire** | **Modéré** | - Plusieurs individus observés dans les boisements<br>- Nidification probable au sein de ces boisements (plutôt résineux) | **Modéré** |
| **Chiroptères** | | | |
| **Grand myotis** | **Fort** | - Activité jugée modérée<br>- Colonie à proximité (Bourg d'Oisans) | **Modéré** |
| **Barbastelle d'Europe** | **Modéré** | - Gîte potentiel sur le secteur<br>- Activité très faible | **Modéré** |
| **Murin de Daubenton** | **Faible** | - Gîte potentiel sur le secteur<br>- Activité jugée faible | **Modéré** |
| **Murin à moustaches** | **Faible** | - Espèce potentiellement présente sur le secteur<br>- Gîte potentiel sur le secteur | **Modéré** |
| **Murin de Natterer** | **Faible** | - Gîte potentiel sur le secteur<br>- Activité jugée faible | **Modéré** |

*Tableau 41 : Synthèse des principaux enjeux faunistiques de la zone amont*

- ***Secteur du Pont de Sarenne***

| Espèce / habitat | Enjeu régional de conservation de l'espèce / l'habitat | Observations et Intérêt de la zone d'étude pour l'espèce / l'habitat | Enjeu de la zone d'étude pour la conservation de l'espèce / l'habitat |
|---|---|---|---|
| **Achillée noble** | **Très fort** | - Plusieurs individus dans les prairies et pelouses<br>- Espèce assez abondante localement (34 observations* dont 14 depuis 2000 et présente dans des mailles voisines) quoique les observations sont discontinues au sein de son aire<br>- Espèce à large amplitude altitudinale au cœur de son aire de répartition, y compris d'un point de vue altitudinal | **Fort** |
| **Ail rocambole** | **Très fort** | - Un individu identifié dans une friche / Potentiellement présente ailleurs dans les pelouses mais alors, dispersée<br>- Espèce bien représentée localement (13 observations* dont 9 depuis 2000 et présente dans des mailles voisines) et dans son aire<br>- Espèce plutôt montagnarde au cœur de son aire de répartition, y compris d'un point de vue altitudinal | **Fort** |
| **Stipe penné** | **Très fort** | - Plusieurs individus recensés dans des pelouses<br>- Espèce assez bien représentée localement (4 observations*, toutes postérieures à 2000 et présente dans des mailles voisines) et assez dispersée dans les Alpes françaises<br>- Espèce montagnarde en limite orientale de son aire de répartition, y compris d'un point de vue altitudinal | **Très fort** |
| **Aconit anthora** | **Modéré** | - Un individu recensé dans une formation de Noisetiers / Potentiellement présente ailleurs dans les boisements mais alors, dispersée<br>- Espèce bien représentée localement (5 observations* dont 2 depuis 2000 et présente dans les mailles voisines) et dans son aire<br>- Espèce plutôt montagnarde au cœur de son aire de répartition, y compris d'un point de vue altitudinal | **Modéré** |
| **Euphraise jaune** | **Modéré** | - Un individu identifié dans une prairie<br>- Espèce assez bien représentée localement (57 observations* dont 34 depuis 2000 et présente dans des mailles voisines) et commune dans son aire<br>- Espèce à large amplitude altitudinale, un peu plus dispersée en montagne | **Faible** |
| **Tilleul à petites feuilles** | **Modéré** | - Un individu identifié dans un boisement de feuillus<br>- Espèce bien représentée localement (4 observations* dont 2 depuis 2000 et présente dans des mailles voisines) et commune dans son aire<br>- Espèce à large amplitude altitudinale, plus rare en plaine. Elle est en limite altitudinale haute et est plus rare dans les Alpes, au sud-est de l'Alpe d'Huez | **Modéré** |
| **Trinie commune** | **Modéré** | - Un individu identifié dans des pelouses / Potentiellement présente ailleurs dans les pelouses voire les prairies<br>- Espèce bien représentée localement (61 observations* dont 41 depuis 2000 et présente dans les mailles voisines) et commune dans son aire<br>- Espèce à large amplitude altitudinale, plus rare aux altitudes plus élevées | **Faible** |

** dans la maille SI Flore (SIG des Conservatoires Botaniques Nationaux) de 10km incluant la zone d'étude, en septembre 2016*

*Tableau 42 : Synthèse des principaux enjeux floristiques du secteur du Pont de Sarenne*

| Espèce / habitat | Enjeu régional de conservation de l'espèce | Observations et Intérêt de la zone d'étude pour l'espèce / l'habitat | Enjeu de la zone d'étude pour la conservation de l'espèce |
|---|---|---|---|
| **Insectes** | | | |
| **Cordulégastre bidenté (potentiel)** | **Modéré** | - Un individu Cordulegaster sp. Indéterminé observé (potentiellement C. bidentata)<br>- Se reproduit potentiellement dans les petits affluents de la Sarenne et des zones de sources<br>- Plusieurs individus observés proche de la zone d'étude | **Modéré** |
| **Apollon** | **Fort** | - Plusieurs individus observés proche de la zone d'étude<br>- Recherche les pelouses sèches rocailleuses et les éboulis<br>- Plantes hôtes : Sedum, Saxifraga et Sempervivum | **Fort** |
| **Azuré de la croisette** | **Fort** | - Un individu observé<br>- Recherche les pelouses sèches, pâtures, alpages, etc.<br>- Plantes hôtes : Gentiana cruciata | **Fort** |
| **Semi-Apollon** | **Fort** | - Plusieurs individus observés<br>- Recherche les ripisylves, forêts claires, lisières, etc.<br>- Plantes hôtes : Corydalis cava et solida | **Fort** |
| **Hespérie de l'Épiaire** | **Modéré** | - Deux individus observés<br>- Recherche les pelouses sèches rocailleuses et les éboulis<br>- Plantes hôtes : Stachys recta et d'autres lamiacées | **Faible** |
| **Oiseaux** | | | |
| **Bondrée apivore** | **Fort** | - Un individu observé en vol au-dessus du site<br>- Reproduction possible dans les boisements du secteur (niche en forêt au sommet d'un grand arbre)<br>- S'alimente essentiellement d'Hyménoptères dans les espaces ouverts | **Fort** |
| **Circaète-Jean-le-Blanc** | **Fort** | - Un individu observé en vol au-dessus du site<br>- Reproduction possible dans les boisements du secteur (niche en forêt au sommet d'un grand arbre, souvent un Pin)<br>- S'alimente essentiellement de Reptiles dans les espaces ouverts et bordiers | **Fort** |
| **Bouvreuil pivoine** | **Modéré** | - Plusieurs individus observés dans les boisements<br>- Nidification probable au sein de ces boisements | **Modéré** |
| **Cincle plongeur** | **Modéré** | - Un individu observé dans la Sarenne<br>- Nidification probable sur les berges de la Sarenne (cavités) | **Modéré** |
| **Mésange noire** | **Modéré** | - Plusieurs individus observés dans les boisements<br>- Nidification probable au sein de ces boisements (plutôt résineux) | **Modéré** |
| **Chiroptères** | | | |
| **Grand myotis** | **Fort** | - Contacté en chasse sur les pâtures au sud et en transit sur le chemin forestier<br>- Activité potentiellement forte<br>- Colonie à proximité (Bourg d'Oisans) | **Modéré** |
| **Noctule de Leisler** | **Modéré** | - Gîte potentiel sur le secteur<br>- Activité jugé forte sur le secteur | **Fort** |
| **Vespère de Savi** | **Faible** | - Gîte potentiel sur le secteur et à proximité<br>- Activité jugée forte sur le secteur | **Modéré** |
| **Murin à moustaches** | **Faible** | - Espèce potentiellement présente sur le secteur<br>- Gîte potentiel sur le secteur | **Modéré** |
| **Murin de Natterer** | **Faible** | - Gîte potentiel sur le secteur<br>- Activité jugée faible | **Modéré** |

*Tableau 43 : Synthèse des principaux enjeux faunistiques du secteur du Pont de Sarenne*

# 6. ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT – PREAMBULE

Le projet d'aménagement hydroélectrique de la Sarenne a fait l'objet d'une analyse complète de ses incidences sur l'environnement dans le cadre de l'Étude d'impact environnemental (EIE) intégrée à la demande de concession et approuvée en juillet 2014.

Les adaptations apportées au projet initial ne le modifient que de façon marginale ; ainsi, une partie importante de l'analyse des incidences du projet retenu dans le présent Dossier d'exécution des ouvrages provient directement de l'EIE.

Ces éléments sont complétés, lorsqu'il y a lieu, d'une **analyse différentielle des incidences du projet retenu par rapport aux incidences du projet initial**. A également été ajoutée une comparaison avec l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet.

## 6.1. PRINCIPES D'ANALYSE DES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

Le projet comprend la création d'un nouvel aménagement hydroélectrique sur la Sarenne, impliquant la suppression de l'ancien aménagement existant.

Il y a donc lieu de prendre en compte :

1) **Les effets en phase de chantier**, tels que la coupe d'arbres, la création de pistes et de plateformes temporaires, les travaux dans le lit du torrent, le creusement de la galerie et des forages dirigés, l'aménagement d'une plateforme avec les matériaux issus de l'excavation de la galerie intermédiaire et du forage dirigé amont, le montage des conduites, la construction de la nouvelle centrale hydroélectrique, le raccordement au réseau électrique et la démolition des installations existantes.
2) **Les effets de l'exploitation de l'aménagement**, en régime de fonctionnement normal,
3) **Les effets pouvant survenir en régime de fonctionnement exceptionnel**, qu'il s'agisse d'un événement d'origine naturelle ou d'un accident d'origine humaine ou technologique.

L'analyse s'appuie sur la méthode de la matrice des effets, qui permet de croiser les thèmes descriptifs de l'environnement concernés et les travaux et ouvrages envisagés. Les thèmes descriptifs de l'environnement ont été présentés dans le chapitre 5 d'analyse de l'état initial de la zone d'implantation du projet. Ils concernent :

1) la géologie, l'hydrogéologie, la stabilité des terrains et les risques sismiques,
2) l'hydrologie de la Sarenne, les écoulements et le transport solide,
3) les conditions climatiques et les effets du changement climatique,
4) la qualité des eaux du milieu récepteur,
5) les milieux et la faune aquatiques,
6) les habitats naturels et semi-naturels, la flore et la faune terrestres,
7) le paysage,
8) les activités humaines et les risques de nuisances,

9) la santé humaine.

Les installations, ouvrages, travaux et activités pris en compte sont décrits dans la notice technique (pièce A du Dossier d'exécution des ouvrages) et dans le chapitre 2 de présentation du projet.

Dans les tableaux de synthèse, les principaux effets sont rappelés pour chaque thème descriptif de l'environnement (« enjeux »). Un code couleur met en évidence l'incidence globale de l'aménagement pour chaque thème :

| **Incidence** | Positive | | | | Négative | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Permanente | Forte | Moyenne | Faible | Nulle | Faible | Moyenne | Forte |
| Temporaire | Forte | Moyenne | Faible | Nulle | Faible | Moyenne | Forte |

## 6.2. RAPPEL DES PRINCIPALES MODALITES DU CHANTIER

Les éléments techniques de la phase chantier sont détaillés dans la Notice technique présentée en pièce A du Dossier d'exécution des ouvrages et rappelés au chapitre 2 de la présente Notice d'incidence.

L'aménagement se décompose en trois grands ensembles :

- Les ouvrages de la zone amont, liés à la prise d'eau sur la Sarenne, en aval de la confluence avec le Rif Brillant, à la cote 1 456 m NGF (barrage, prise d'eau, dessableur, ouvrages de montaison et de dévalaison, …).
- Un **« chemin d'eau » souterrain** de l'ordre de 3 500 m de long, reliant la prise d'eau à l'usine hydroélectrique. Le chemin d'eau est composé de deux tronçons qui se rejoignent au niveau du pont de Sarenne (RD 211a), en rive gauche du cours d'eau. Chacun des deux tronçons est constitué d'une galerie subhorizontale sur sa partie aval, prolongée par un forage dirigé incliné sur la partie amont.
- Les ouvrages de la zone aval : la centrale hydroélectrique, équipée en turbines Pelton, le canal de restitution et un local accueillant les transformateurs pour le raccordement au réseau de distribution.

**La durée de réalisation des travaux est estimée à 40 mois environ.**

### 6.2.1. *Phasage des travaux*

#### 6.2.1.1. **Zone amont**

Les travaux de terrassement et de génie civil au niveau de la zone amont se dérouleront en quatre phases, dont une (phase 0) a déjà été réalisée fin 2017 dans le cadre du dossier d'exécution de travaux n°4 (arrêté préfectoral d'autorisation du 28 août 2017). Le reste des travaux de terrassement et de génie civil s'échelonnera d'avril 2019 à juillet 2020 (12 mois effectifs).

Suite à ces travaux, l'installation des équipements électromécaniques et le second œuvre auront lieu d'août 2020 à août 2021.

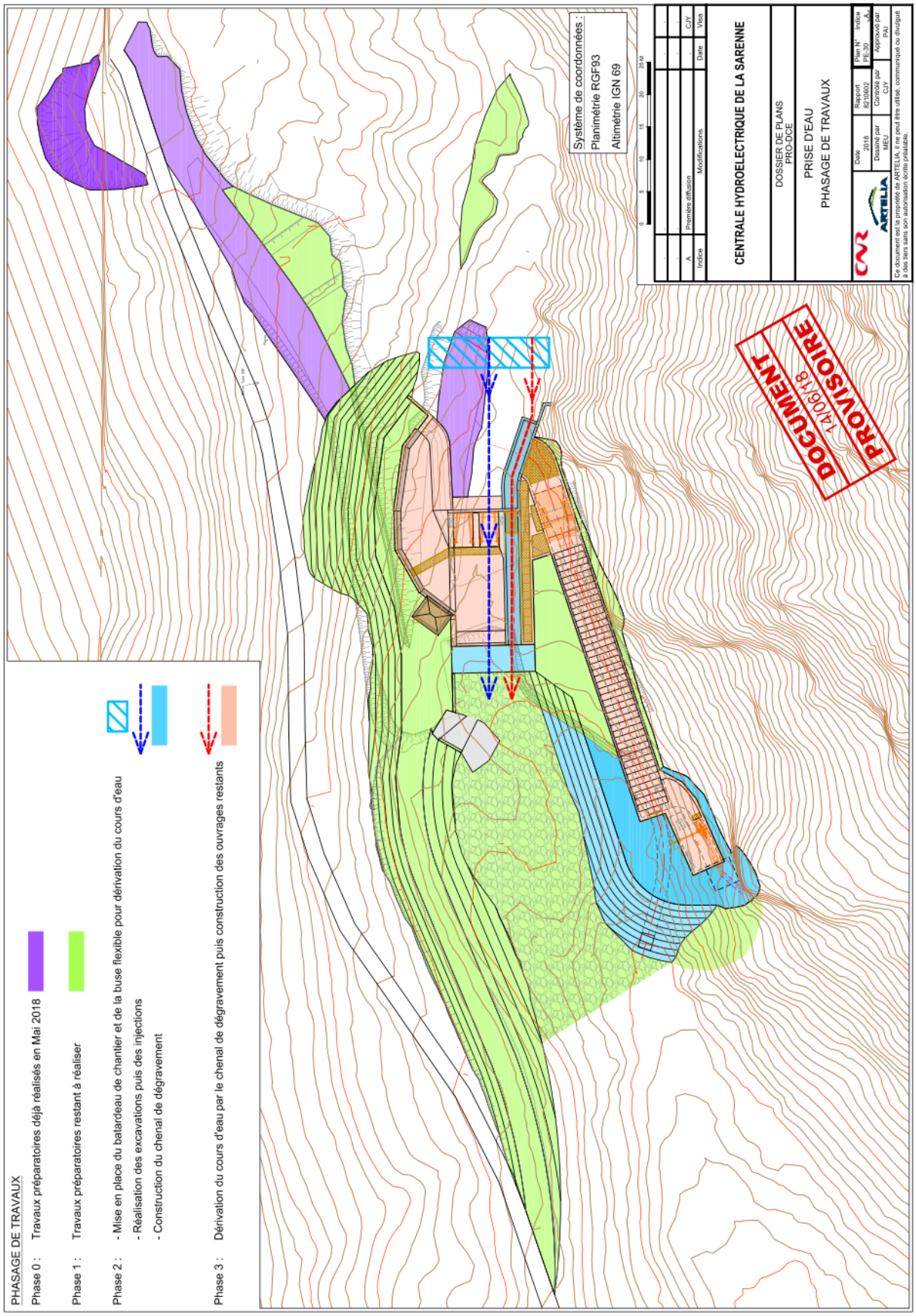



*Figure 87 : Phasage des travaux de la zone amont*

Phase 0 :

- Déboisements ;
- Création de la piste d'accès amont et des plateformes de chantier provisoires ;
- Stabilisation des berges de la Sarenne avec des enrochements ;
- Mise en place d'un passage busé traversant la Sarenne ;
- Terrassements en rive gauche de la Sarenne ;
- Mise en sécurité des parois rocheuses en rive gauche de la Sarenne.

Phase 1 :

- Achèvement des travaux préparatoires (déboisements complémentaires, création de la piste aval, terrassements en rive droite, …) ;
- Terrassements rocheux en rive gauche de la Sarenne ;

Phase 2 :

- Mise en place d'un batardeau à l'amont ;
- Busage et dérivation temporaire de la Sarenne ;
- Réalisation des excavations et des injections ;
- Construction du chenal de dégravement et du pont définitif.

Phase 3 :

- Écoulement de la Sarenne par le chenal de dégravement ;
- Construction des ouvrages restants (barrage, prise d'eau, ouvrages de montaison et de dévalaison, dessableur, local technique, …).

#### 6.2.1.2. **Secteur du Pont de Sarenne**

Les travaux au niveau du secteur du Pont de Sarenne se dérouleront d'octobre 20018 à septembre 2021 (+ première partie des déboisements en mars 2018, dossier d'exécution de travaux n°5 - arrêté préfectoral d'autorisation du 15 mars 2018). La plupart des travaux seront souterrains (creusement de la galerie + DDS amont + pose de la conduite forcée).

**Travaux préparatoires** (4 mois) :

- Déboisements,
- Création de la piste provisoire sous la RD 211a,
- Création de la plateforme d'attaque de la galerie intermédiaire (déblais),
- Mise en forme de la plateforme de stockage des viroles (remblais).

Réalisation du tympan de la galerie (2 mois)

Creusement de la galerie et de la caverne (12 à 15 mois).

Forage dirigé DDS amont et pose de la conduite forcée (10 mois).

Pose de la conduite dans la galerie et raccordement avec le forage dirigé DDS aval (6 mois).

#### 6.2.1.3. **Zone aval**

**Travaux préliminaires** (réalisés fin 2016, arrêté préfectoral d'autorisation du 7 mars 2016) :

- Sécurisation de la paroi rocheuse,
- Démolition de l'ancienne usine,

- Retrait de la partie aval de l'ancienne conduite forcée extérieure,
- Création d'une plateforme à la cote 725 m NGF.

**Travaux préparatoires** (4 mois) :

- Terrassement rocheux dans l'emprise de la future centrale hydroélectrique ;
- Sécurisation de la paroi rocheuse.

Forage dirigé DDS aval et pose de la conduite forcée (8 mois).

Travaux de génie civil de la centrale hydroélectrique et du local des transformateurs + réalisation du canal de fuite et son raccordement à la Sarenne (8 mois).

Installation des équipements électromécaniques (9 mois).

Au total, la période de travaux au niveau de la zone aval s'étendra d'octobre 2018 à juillet 2021 (33 mois).

### 6.2.2. *Accès provisoires et plateformes de chantiers*

#### 6.2.2.1. **Zone amont**

L'accès à la zone amont (prise d'eau) se fera par une piste existante, partant du village d'Huez, depuis la RD 211. Des rampes d'accès provisoire seront aménagées en rive droite de la Sarenne, ainsi que deux plateformes de travaux, en rive droite et en rive gauche. La liaison entre les deux plateformes se fera, dans un premier temps, par l'intermédiaire d'un passage busé, puis par un pont définitif.

Les pistes provisoires, passage busé et plateformes de travaux seront supprimés et les terrains remis en état à la fin des travaux.

Une rampe d'accès et un pont définitif seront maintenus pour permettre d'accéder aux ouvrages implantés en rive gauche de la Sarenne lors d'opérations d'entretien courant ou d'interventions d'urgence (prise d'eau, chenal de dégravement, dessableur, dégrilleur et chambre de mise en charge).

#### 6.2.2.2. **Secteur du Pont de Sarenne**

L'accès au secteur du Pont de Sarenne (jonction forage dirigé aval et galerie intermédiaire) se fera par la RD 211a en direction d'Auris-en-Oisans, depuis la RD 211 au niveau de La Garde. Deux plateformes de chantier seront créées sur cette zone. L'une, de 1 500 m², réalisée en déblais au droit de l'attaque de la galerie intermédiaire ; l'autre, de 2 000 m² environ en bordure de la RD 211a, réalisée en remblais (déblais de la plateforme d'attaque et matériaux excavés de la galerie intermédiaire), pour le stockage des viroles de la conduite forcée. Une piste en contrebas de la RD 211a ayant servi à la réalisation des sondages géotechniques en 2017 participera à la création de la plateforme de stockage des viroles.

Cette piste sera maintenue la fin des travaux. Les deux plateformes seront conservées pour les opérations d'entretien courant (plateforme d'attaque) et d'intervention d'urgence. Le talus de la plateforme de stockage des viroles sera mis en forme, stabilisé et végétalisé à la fin des travaux.

### 6.2.2.3. Zone aval

L'accès à la zone aval (centrale hydroélectrique et forage dirigé DDS aval) se fera par un chemin existant, en usage partagé avec EDF et Enedis. Il sera conservé après les travaux.

Une plateforme sera réalisée sur la parcelle entre l'entrée de la galerie existante et le chemin d'accès (comprenant l'emplacement de l'ancienne usine à démolir). La nouvelle centrale hydroélectrique, le canal de fuite et le local de raccordement au réseau Moyenne Tension seront construits sur cette plateforme qui sera maintenue en phase exploitation (accès à l'usine, parking, …).

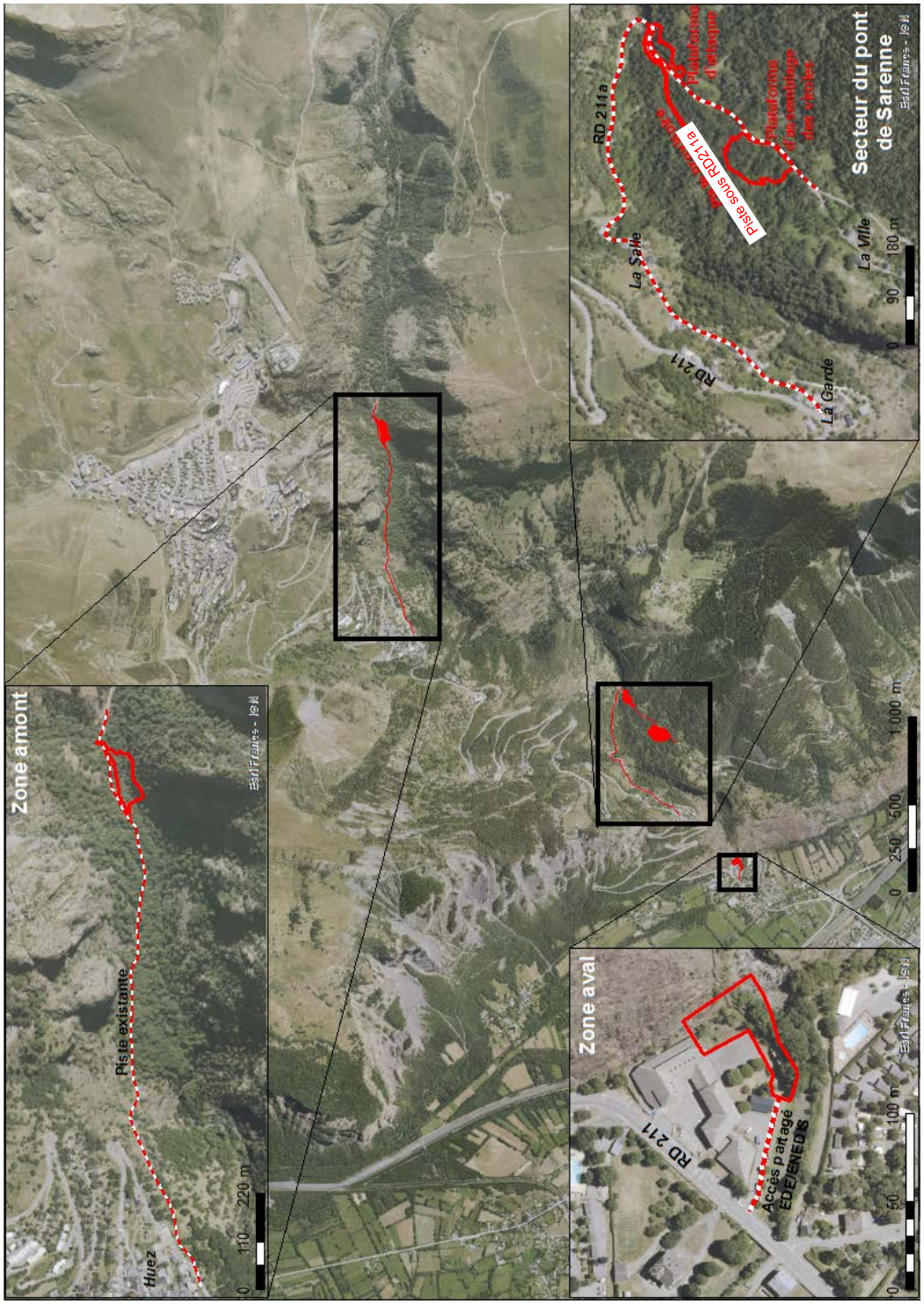



*Figure 88 : Accès et plateformes de chantier*

### 6.2.3. *Trafic routier induit par les travaux*

Les opérations d'approvisionnement des chantiers (béton, viroles des conduites forcées, …) et d'évacuation des matériaux excédentaires (déblais des zones amont et aval) se traduiront par une augmentation du trafic routier de la RD 211 et de la RD 211a. Les adaptations apportées au projet d'aménagement initial ont permis de limiter considérablement ces flux (volumes de déblais réduits grâce aux forages dirigés, évitement du secteur du Rosay, …).

Les conséquences de ces rotations de camions peuvent être mieux appréhendées grâce à l'identification, à partir du planning prévisionnel des travaux, des périodes et des tronçons routiers concernés. Cinq tronçons se distinguent :

- Le tronçon de la RD 211 situé dans la plaine du Bourg-d'Oisans (RD 211 plaine) sera le plus emprunté puisqu'il dessert les trois zones de travaux ;
- Le début de la montée de l'Alpe d'Huez jusqu'à La Garde (RD 211 bas) est utilisé pour accéder à la zone amont et au secteur du Pont de Sarenne ;
- La deuxième partie de la montée de l'Alpe d'Huez (RD 211 haut) mène à la seule zone amont ;
- La piste des gorges de la Sarenne (piste existante) est interdite à la circulation, hors véhicules autorisés ; elle conduit à la zone de travaux amont ;
- La RD 211a permet d'accéder au secteur du Pont de Sarenne.

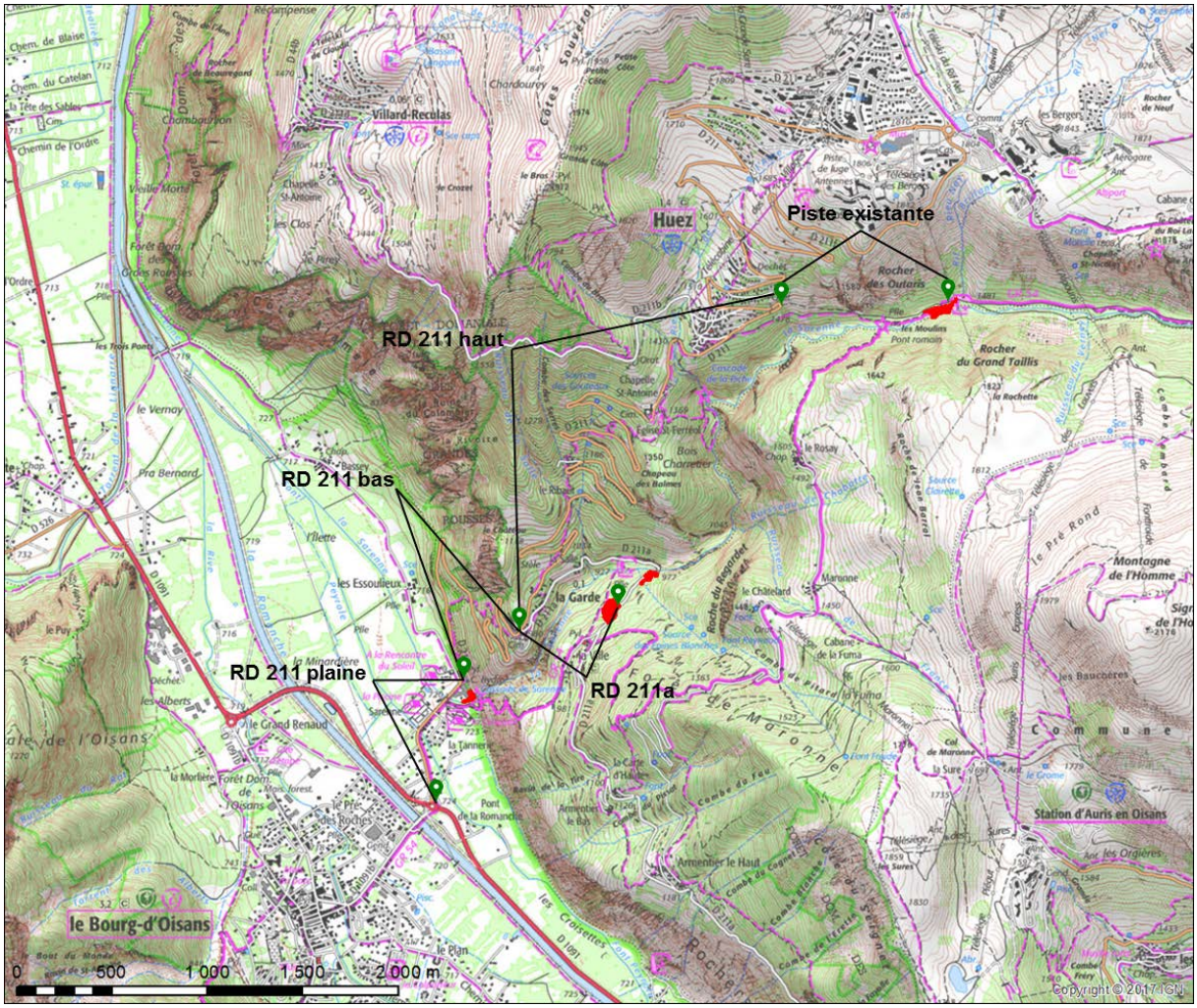



*Figure 89 : Tronçons routiers empruntés lors de la phase de travaux*

Le nombre de rotations journalières de camions restera contenu, avec en moyenne 6 à 8 rotations par jour pendant les périodes les plus actives (août 2019 à août 2020), sur le tronçon de la RD 211 situé dans la plaine du Bourg-d'Oisans. Sur la RD 211a, les rotations de camions d'octobre 2018 à mai 2020 ne concernent que le secteur du Pont de Sarenne, entre les deux plateformes de chantier.

| Tronçons routiers concernés | | 2018 | | | | | | | | | | 2019 | | | | | | | | | | | | 2020 | | | | | | | | | | | | 2021 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Piste existante | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 à 7 | | | | | | | | 5 à 7 | | | | | | | | | | | | | | | | < 1 |
| RD 211a | | | | | | | | | 5 à 6 | | | | | | | | | | 4 à 7 | | | | | | | | | | | | < 1 | | | | | | | | | | | | | |
| RD 211 | haut | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 à 7 | | | | | | | | 5 à 7 | | | | | < 1 | | | | | | | | | | | | |
| | bas | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 à 7 | | | | | | | | 5 à 7 | | | | | < 1 | | | | | | | | | | | | |
| | plaine | | | | | | | | 2 | | | | | | | < 1 | | | 6 à 8 | | | < 1 | | | | | 6 à 8 | | | | | | < 1 | | | | | | | | | | | | |

*Tableau 44 : Estimation du nombre de rotations journalières de camions lors des travaux*

Des dispositifs de circulation alternée seront mis en place, au besoin, sur la RD 211a et à l'intersection entre la RD 211 et la piste des gorges de la Sarenne.

### 6.2.4. *Gestion des matériaux*

La destination des matériaux excédentaires (bilan déblais-remblais) est détaillée, pour chaque zone de travaux, dans le tableau ci-dessous.

| | Volume en m3 | | | Présence potentielle d'amiante (O / N) | Destination définitive des matériaux |
|---|---|---|---|---|---|
| | Déblais (m3) | Remblais (m3) | Matériaux excédentaires à évacuer | | |
| **SITE PRISE D'EAU** | | | | | |
| Travaux préparatoires PE (travaux réalisés en septembre - oc 2017) | 1500 | 2000 | NON | NON | |
| Ensemble des travaux seuil / prise d'eau | 9400 | 4400 | 5000 | NON | Evacuation en vallée par l'entreprise titulaire du marché |
| **SITE INTERMEDIAIRE LE LONG DU RD211a** | | | | | |
| Travaux préparatoires pour la réalisation de sondages géotechniques | | | | | |
| Travaux préparatoires galerie intermédiaire | 5900 | 0 | 5900 | NON | Plateforme de dépôt RD211A |
| Creusement Galerie intermédiaire et caverne | 20000 | 0 | 2800 | NON | Evacuation en vallée par l'entreprise titulaire du marché |
| | | | 17200 | OUI | Plateforme de dépôt RD211A |
| Forage dirigé amont | 600 | 0 | 600 | OUI | Plateforme de dépôt RD211A ou niches-caverne de la galerie intermédiaire |
| **SITE CENTRALE** | | | | | |
| Travaux préparatoires galerie existante | 2300 | 0 | 2300 | NON | Evacuation en vallée par l'entreprise titulaire du marché |
| Forage dirigé aval | 550 | 0 | 550 | OUI | Dans la galerie existante (niches - caverne) |
| Terrassement centrale et restitution | 300 | 30 | 270 | NON | Evacuation en vallée par l'entreprise titulaire du marché |

*Tableau 45 : Synthèse des déblais-remblais et destination des matériaux*

### 6.2.5. *Prélèvements et rejets d'eau*

Des prélèvements d'eau dans la Sarenne seront nécessaires en phase chantier lors des travaux de minage (galerie intermédiaire) et pour l'évacuation gravitaire des résidus de forage (DDS amont et aval).

Les débits des pompages envisagés dans la Sarenne sont de :

- 20 l/s pour les travaux de minage de la galerie intermédiaire,
- 6 l/s pour le forage dirigé amont,

- 6 l/s pour le forage dirigé aval.

La restitution des eaux dans la Sarenne, en aval des plateformes de travaux, se fera par busage après traitement préalable (bassins de décantation et station de traitement des eaux mobile). Les paramètres à respecter pour un rejet supérieur à 15 kg/j sont :

- MES < 35 mg/l pour un rejet en milieu naturel ;
- pH compris entre 6 et 8,5 ;
- Hydrocarbures < 5 mg/l ;
- Oxygène dissous > 4 mg/l.

### 6.2.6. *Risques pendant la phase travaux*

#### 6.2.6.1. **Roches amiantifères**

Une gestion adaptée sera mise en place en phase chantier, au moyen de procédures à suivre en fonction du contexte géologique traversé, permettant l'anticipation des moyens de protection collective et individuelle. Cette gestion du risque amiante est basée sur la recherche à l'avancement (analyse macroscopique, analyse des boues de cutting, forage à l'avancement) et sur le respect des dispositions législatives en cas de présence avérée lors des investigations. Ces méthodologies seront validées par l'Administration.

Des mesures de désempoussièrement sont prévues au front et à l'extérieur, afin de s'assurer de la non-incidence des travaux sur l'air environnant et sur la bonne prise en compte des équipements.

Une réunion a déjà eu lieu pour présenter les dispositifs envisagés avec la DREAL et la CARSAT. Les échanges se poursuivront avec l'entreprise titulaire du marché de creusement.

#### 6.2.6.2. **Chutes de pierres ou de blocs et éboulements**

Le risque sera maîtrisé par la sécurisation des parois rocheuses (purges manuelles, ancrages de confortement, pose de grillages sur talus rocheux, mise en place d'écrans ou de barrières de protection, installation de filets de protection, …).

Les ouvrages à forte pente (remblais, talus) seront traités dans les règles de l'art avec calcul de stabilité et mise en œuvre d'une protection de surface adaptée par protection végétale (hydroseeding) ou mécanique, (gabions, grillages, toile de jute, etc.).

Concernant le risque avalanche, les secteurs d'intervention sont largement protégés en amont par les boisements présents sur les versants qui les surplombent.

#### 6.2.6.3. **Travaux de minage**

L'éloignement des zones de déroctage par rapport aux zones habitées contribue à réduire très largement les nuisances potentielles et les risques de dégradation des avoisinants. Par ailleurs, la majorité des travaux de minage se feront sous un fort recouvrement dans le massif.

Lors des travaux de déroctage, un huissier pourra constater la situation actuelle des bâtiments les plus proches avant démarrage des travaux et les vibrations seront contrôlées en phase test, avant le chantier et au cours des travaux.

Les travaux de minage et travaux relatifs à l'usage d'explosifs sont encadrés par le Décret n° 87-231 du 27 mars 1987. L'application de ce décret aux travaux d'excavation à l'explosif conduira à une méthodologie spécifique définie dans la notice technique (pièce B) et encadrée par le SPS du projet.

#### 6.2.6.4. **Circulation d'engins**

Les engins de chantier et véhicules circulant sur la RD 211a seront protégés des chutes de pierre et autres instabilités de versant par le dispositif de barrière grillagée prévu sur le versant surmontant les talus de la plateforme d'attaque de la galerie intermédiaire.

La circulation des camions sur la plateforme et sur la RD 211a sera régie par des systèmes de feux de chantier. La circulation le long de la RD 211a étant maintenue pendant les travaux, des feux seront installés au niveau du hameau de La Salle et du hameau de La Ville, de manière à stopper le passage des voitures lors des manœuvres des engins ou de la circulation de tombereaux.

L'intersection entre la piste existante des gorges de la Sarenne et de la RD 211 à Huez sera également sécurisée par un dispositif de circulation alternée.

## 6.3. RAPPEL SUR L'EXPLOITATION DE L'AMENAGEMENT

### 6.3.1. *Fonctionnement courant*

L'intégralité du débit de la Sarenne est capté au niveau de la prise d'eau (cote moyenne d'exploitation : 1 455,80 m NGF), à l'exception d'un débit réservé de 120 l/s. Ce débit réservé est restitué dans le tronçon court-circuité, en aval du barrage-seuil, par l'intermédiaire des ouvrages de montaison et de dévalaison.

En cas de débit de la Sarenne inférieur à 120 l/s en amont de la prise d'eau, l'intégralité de ce débit est conservée dans le tronçon court-circuité.

Les eaux dérivées dans la prise d'eau franchissent successivement :

- Un entonnement à surface libre équipé d'une grille « grossière » (barreaudage 1 m). La vitesse d'écoulement est d'environ 0,35 m/s pour le débit d'équipement, afin de ne pas créer un appel trop fort pour les poissons ;
- Un canal sur la partie amont du dessableur. Les vitesses d'écoulement y sont d'environ 0,2 m/s pour le débit d'équipement ;
- Une grille fine avec un espacement de 10 à 15 mm. La vitesse moyenne de l'écoulement devant le plan de grille est de 0,27 m/s. Les poissons bloqués au niveau de la grille fine seront dirigés vers un ouvrage de dévalaison permettant de rejoindre la rivière ;
- Un dessableur avec tranquillisation progressive et sédimentation ;
- Un ouvrage de mise en charge latéral au dessableur alimentant la conduite forcée.

L'eau est ensuite acheminée, par la conduite forcée, jusqu'à l'usine hydroélectrique où elle est turbinée (turbines Pelton). À la sortie des groupes, elle rejoint un canal de fuite jusqu'au point de restitution dans la Sarenne, à la cote 721 m.

### 6.3.2. *Surveillance en exploitation*

Suivant le cahier des charges de la concession Article 20, « le seuil de la prise d'eau de la Sarenne est classée en catégorie D selon l'article R 214-112 » au sens du décret du 13/12/2007. Une Visite Technique Approfondie sera réalisée tous les 10 ans.

### 6.3.3. *Entretien courant de l'aménagement*

Mise à sec / entretien de la passe à poissons : entretien annuel, une fois par an pendant 15 jours pour un entretien lourd.

Entretien de la retenue :

- Des chasses du chenal de dégravement seront pratiquées régulièrement, en fonction des apports sédimentaires et des conditions hydrologiques, afin de prévenir l'introduction de sédiments dans la conduite forcée ;
- Les vannes du seuil vanné seront ouvertes pour les débits supérieurs à la crue annuelle ($Q_1$ = 8 $m^3$/s), pour assurer le transit des matériaux déposés dans la retenue (transparence des ouvrages vis-à-vis du transit sédimentaire).

Entretien du dessableur : une vanne située à l'extrémité aval du dessableur permettra d'évacuer les sédiments retenus dans l'ouvrage (jusqu'à un diamètre de 0,2-0,3 mm). L'exutoire se situera en rive gauche de la Sarenne, entre les cotes 1 448 et 1 449 m NGF, soit environ 60 m en aval de la prise d'eau.

### 6.3.4. *Interventions d'urgence et entretien exceptionnel*

La nécessité d'interventions d'urgence consécutives à un dysfonctionnement des ouvrages de l'aménagement a été intégrée dans le projet d'aménagement de la Sarenne. Elle justifie le maintien :

- D'une piste et d'un pont définitif franchissant la Sarenne sur le secteur de la prise d'eau afin de permettre l'accès aux ouvrages en rive droite et en rive gauche ;
- Des deux plateformes sur le secteur du Pont de Sarenne pour faciliter l'intervention d'urgence sur les ouvrages de la galerie intermédiaire et à la jonction avec le forage dirigé aval.

L'intervention de pelles mécaniques pour un entretien exceptionnel de la retenue pourra être nécessaire après un événement de crue, en cas de désordre constaté (embâcles, ensablement, …). Les opérations de curage seront réalisées principalement depuis la rive droite de la Sarenne. Dans la situation la plus pessimiste, le volume maximal à curer sera de 1 000 $m^3$ (volume complet de la retenue).

# 7. ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT – PHASE TRAVAUX

## 7.1. EFFETS SUR LA GEOLOGIE, L'HYDROGEOLOGIE, LA STABILITE DES TERRAINS ET LES RISQUES SISMIQUES

L'étude de faisabilité géologique et géotechnique réalisée par la société SAGE ne soulevait pas de problème conduisant à remettre en cause la conception générale de l'aménagement et des travaux, dans le cadre de l'étude d'impact initiale.

Les études complémentaires réalisées depuis 2015 ont permis de préciser les caractéristiques mécaniques et physicochimiques des formations géologiques traversées par le chemin d'eau souterrain.

Plusieurs réserves ont été soulevées vis-à-vis du projet initial :

1) Une couverture rocheuse trop faible (une vingtaine de mètres) lors du passage de la galerie intermédiaire sous la Sarenne, susceptible d'entraîner des venues d'eau importantes ;
2) La traversée des massifs en rive droite de la Sarenne, où sont attendus les principaux accidents tectoniques, augmentant le risque de venues d'eau et d'instabilités lors du creusement de la galerie ;
3) La localisation de la tête du puits n°1 et de sa plateforme de chantier à proximité d'une zone en glissement lent.

En conséquence, le tracé du projet a été adapté afin d'éviter ces obstacles. Par ailleurs, le recours à des forages dirigés permet de réduire considérablement la section à creuser et les risques associés (effondrements, chutes de blocs, venues d'eau, …).

L'étude d'impact du projet initial ne précisait pas de solution technique pour le creusement des galeries. Suite à une analyse de faisabilité technico-financière, une solution mixte galerie creusée à l'explosif / forages dirigés est apparue comme la meilleure option.

Les effets du projet sur les écoulements souterrains pendant la durée du chantier se rattachent à la question du drainage des terrains traversés par la galerie et les forages dirigés.

Compte-tenu de la nature géologique du site et de la configuration structurale, les terrains concernés ne correspondent pas à un système aquifère important. Des circulations souterraines sont cependant possibles par le système de fissuration existant.

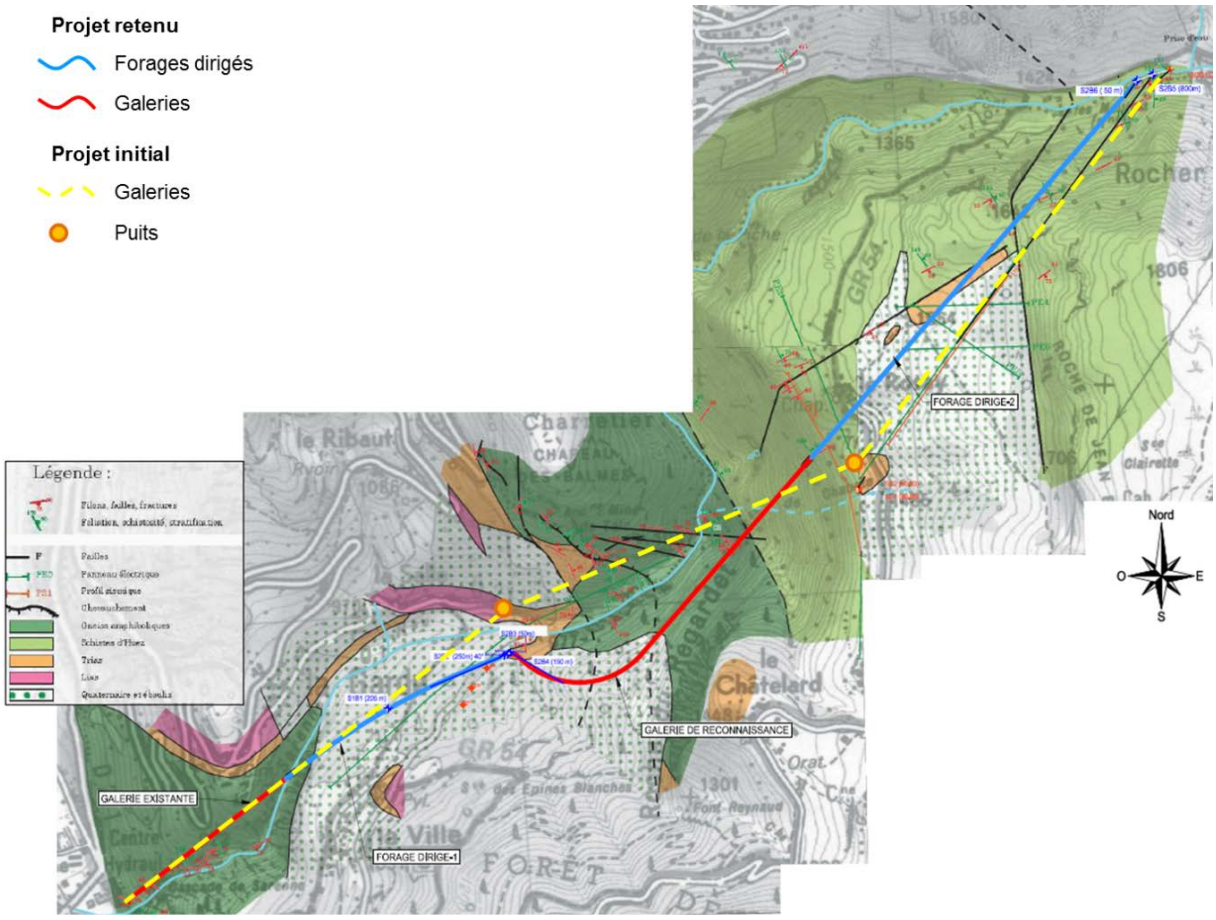



*Figure 90 : Comparaison des tracés du projet initial et du projet retenu vis-à-vis des principales contraintes géologiques*

### 7.1.1. *Zone amont*

La construction du seuil de prise d'eau se fera dans le lit du torrent, avec un ancrage suffisant, déterminé par une étude géotechnique.

L'aval de l'ouvrage sera épaulé par un enrochement puissant et massif, dissipant l'énergie constituée par la chute et permettant l'intégration de l'ouvrage dans le paysage.

L'implantation de l'ouvrage de prise d'eau, du dessableur et de la chambre de mise en charge nécessite une entaille dans le versant en rive gauche. Les terrassements rocheux risquent de déstabiliser localement les terrains en pente, sus-jacents. Ce parti pris technique permet d'assurer un massif de sortie « propre » pour le forage dirigé amont.

L'incidence négative vis-à-vis de la stabilité des terrains sera faible et localisée.

La construction des ouvrages de la prise d'eau n'aura **aucun effet sensible sur les écoulements souterrains** dans le massif rocheux constitué de chlorito-schistes compacts et peu perméables.

➔ Les terrassements dans le rocher, en rive gauche, sont accrus du fait de la nécessité d'un dessableur. Ces terrassements ont l'intérêt de sécuriser la sortie du forage dirigé amont.

### 7.1.2. *Chemin d'eau souterrain*

Cette partie du projet d'aménagement de la Sarenne est celle qui concentre la plupart des modifications apportées au projet initial. Les changements concernent à la fois le tracé en plan, le profil en long et les moyens techniques.

La sortie aérienne la plus problématique du projet initial, à proximité du hameau du Rosay, a été supprimée et la seconde sortie aérienne est déplacée en rive gauche de la Sarenne, au niveau du pont de la RD 211a. Les puits verticaux initialement envisagés sont remplacés par des forages dirigés. Le tracé en plan et le profil en long sont modifiés pour éviter les principales contraintes d'ordre géologique.

| **Projet initial** | | **Projet retenu** | |
|---|---|---|---|
| Galerie 1 | 1 270 ml | Forage dirigé amont | 1 338 ml |
| Puit 1 - Le Rosay | h = 423 m | | h ~ 455 m |
| Galerie 2 | 920 ml | Galerie intermédiaire | 965 ml |
| Puit 2 - Pont de Sarenne | h = 247 m | Forage dirigé aval | 1 145 ml<br>h ~ 255 m |
| Galerie 3 | 614 ml | | |
| - dont galerie existante | 516 ml | | |

Ainsi, le chemin d'eau modifié se décompose en deux tronçons : un tronçon amont entre la prise d'eau et le secteur du Pont de Sarenne et un tronçon aval, entre le secteur du Pont de Sarenne et l'usine hydroélectrique.

#### 7.1.2.1. **Tronçon amont**

Ce tronçon remplace la galerie 1, le puits n°1 et à la galerie 2 du projet initial. Il présente l'avantage d'être intégralement souterrain et d'abandonner la sortie aérienne au niveau du Rosay, aux terrains instables.

Le creusement de la galerie intermédiaire se fera à l'explosif. La couverture rocheuse augmente rapidement, ce qui limite les risques de déstabilisation des terrains sus-jacents.

Le tracé retenu pour la galerie permet d'éviter les principaux accidents géologiques inventoriés et ne passe pas sous la Sarenne. Les venues d'eau seront donc largement réduites par rapport au projet initial. Le débit de drainage est estimé à 8 l/s au maximum.

Les formations géologiques traversées par la galerie intermédiaire sont compactes (gneiss et chlorito-gneiss) et peu faillées. L'usage d'explosif n'aura donc qu'une incidence locale et peu marquée ; il n'aura pas d'effet sur la sismicité.

La technique de forage dirigé, en raison de la forte couverture rocheuse (massif plus « sain » en profondeur) et du faible diamètre de forage (entre 600 et 800 mm) est peu sujette aux venues d'eau ou à l'effondrement de blocs. En outre, le tracé a été prévu pour favoriser le recoupement perpendiculaire des failles éventuellement rencontrées. L'impact sur la géologie et l'hydrogéologie est donc très localisé et négligeable.

La sortie du forage dirigé se fera dans une formation rocheuse saine et compacte, mise à jour par les travaux de terrassement rocheux sur le secteur de la prise d'eau. Les risques de déstabilisation des terrains sus-jacents ou d'écroulements sont donc nuls.

Les **effets sur la sismicité sont nuls**.

➔ Le projet retenu permet l'évitement des trois zones les plus sensibles du projet initial : la tête du puits n°1 au Rosay (terrains instables et formations sédimentaires du Trias et du Lias), le passage sous la Sarenne avec une faible couverture rocheuse et la traversée de zones broyées en rive droite de la Sarenne (présence de talc, cargneules, …).

#### 7.1.2.2. **Tronçon aval**

Ce tronçon remplace le puits n°2 et la galerie 3.

Le creusement sera réalisé exclusivement par la méthode du forage dirigé. Les massifs rocheux traversés par le forage dirigé DDS aval sont composés de gneiss compacts et peu fracturés. Les venues d'eau sont peu probables et à très faible débit. La bonne qualité des massifs rocheux et le faible diamètre de forage (entre 700 et 800 mm) induisent une incidence nulle du forage dirigé aval vis-à-vis de la géologie, de l'hydrogéologie ou du risque sismique.

Par ailleurs, la sortie de forage se faisant au niveau de la plateforme d'attaque de la galerie intermédiaire, déjà terrassée, l'**incidence sur la stabilité des terrains est également nulle**.

➔ Le projet retenu emprunte un tracé proche du projet initial, mais permet de limiter fortement les volumes de déblais ; par conséquent, les effets des travaux sont nettement atténués.

### 7.1.3. *Secteur du Pont de Sarenne*

La création de la plateforme d'attaque de la galerie intermédiaire nécessite des terrassements dans le versant en bordure de la RD 211a. L'incidence sur la stabilité des terrains en surplomb est négative mais très localisée.

La création de la plateforme de stockage des viroles, en bordure de la RD 211a se fera en remblais. La mise en forme progressive des talus, dans les règles de l'art, n'induit pas de risque de déstabilisation des pentes.

**Aucun effet sur l'hydrogéologie** ou le risque sismique n'est à prévoir.

➔ Le déroulement des travaux de creusement du puits n°2 était très peu détaillé dans l'étude d'impact du projet initial. Le choix d'implantation en rive gauche de la Sarenne, sur des terrains plus stables, permet de limiter l'incidence des travaux de terrassement.

### 7.1.4. *Zone aval*

Des terrassements rocheux dans la paroi semi-verticale seront réalisés dans l'emprise de la future usine hydroélectrique. Ils induisent un risque de chute de pierres et de blocs localement.

**Aucun effet sur la géologie**, l'hydrogéologie ou le risque sismique n'est envisagé.

➔ Le positionnement de la future usine hydroélectrique contre la paroi rocheuse et la nécessité de terrassements augmente le risque de chute de pierres et de blocs par rapport au projet initial.

## 7.2. EFFETS SUR L'HYDROLOGIE, LE REGIME DES ECOULEMENTS ET LE TRANSIT SEDIMENTAIRE

Le drainage des venues d'eau du tronçon amont du chemin d'eau aboutira au niveau du secteur du Pont de Sarenne. Le drainage des venues d'eau du tronçon aval du chemin d'eau aboutira au niveau de la zone de travaux aval. Aucun autre effet des travaux pour la réalisation du chemin d'eau souterrain vis-à-vis de l'hydrologie, du régime des écoulements ou du transit sédimentaire n'est envisagé.

En conséquence, l'analyse des incidences des travaux se limitera aux trois zones de travaux extérieurs.

### 7.2.1. *Zone amont*

Les ouvrages associés à la prise d'eau seront construits en plusieurs phases. Les travaux de génie civil sont prévus sur une durée totale de 9 mois. L'écoulement naturel de la Sarenne sera temporairement perturbé par :

1) La pose de buses dans la Sarenne pour créer un passage à gué permettant l'accès à la rive gauche (phases 0 et 1) ;
2) Un batardeau situé en travers du cours d'eau en amont du chantier pendant la phase 2 ; l'écoulement des eaux de la Sarenne durant cette phase sera assuré au moyen de conduites de gros diamètre ;
3) La concentration des écoulements dans le chenal de dégravement lors de la phase 3.

La cote du bassin amont créé par le batardeau pourra atteindre 1 460 m NGF et la restitution des tuyaux se fera dans un bassin aval afin de noyer leur exutoire, assurant leur fonctionnement en charge. Ce dispositif permettra le passage d'un débit de pointe d'au moins 12 $m^3$/s.

Le cheminement des tuyaux sera adapté en fonction de l'avancement du chantier de construction en phase 2.

Aucun prélèvement ou rejet d'eau n'est envisagé sur cette zone de travaux.

La construction de la totalité de l'ouvrage n'aura **aucun effet sur le régime hydrologique de la Sarenne**.

Le transit sédimentaire au droit du chantier des ouvrages de la prise d'eau sera partiellement et temporairement interrompu lors de la phase 2. Les matériaux éventuellement déposés pendant cette phase de travaux pourront cependant être repris au cours des crues ultérieures de la Sarenne.

➔ Les incidences des travaux sur l'hydrologie, le régime des écoulements et le transit sédimentaire au niveau de la zone de travaux amont sont identiques à celles du projet initial.

### 7.2.2. *Secteur du Pont de Sarenne*

Aucuns travaux dans le lit de la Sarenne ne seront réalisés sur ce secteur. En revanche, des pompages seront pratiqués pour les opérations de creusement de la galerie intermédiaire et du forage dirigé amont.

Pour les besoins en eau des travaux de minage, un prélèvement d'eau d'un débit maximum de 20 l/s est prévu dans la Sarenne, par pompage en amont du pont.

La restitution des eaux se fera dans la Sarenne, en aval de la plateforme de travaux. Le débit restitué équivaudra au débit prélevé, additionné du débit issu du drainage des venues d'eau. Les débits de pointe sont estimés à 28 l/s (100 $m^3$/h).

Les besoins en eau pour les forages dirigés ne sont pas directement liés à l'opération de forage (la machine peut forer à sec), mais plutôt à l'évacuation gravitaire des cutting en aval du forage (marinage hydraulique). Le fluide est recyclé à 80-90% dans deux réservoirs décanteurs de 50 $m^3$ au total, positionnés dans la caverne en fond de galerie, à proximité de la plateforme de forage.

Ainsi, en dehors d'un prélèvement initial à un débit maximum de 6 l/s, réalisé par pompage dans la Sarenne, les prélèvements en eau pour le forage dirigé amont seront peu soutenus (compléments pour compenser les pertes de l'ordre de 10 à 20 %).

Comme lors des travaux de minage, la restitution des eaux se fera dans la Sarenne, en aval de la plateforme de travaux.

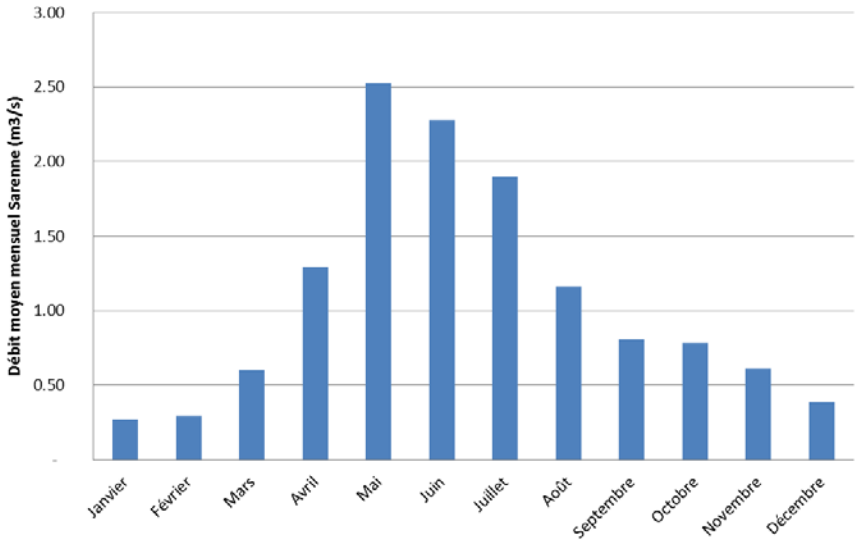



*Figure 91 : Débits moyens mensuels de La Sarenne (période 1977-2002)*

Le prélèvement maximum envisagé (20 l/s) représente moins de 2 % du module de la Sarenne (1,08 $m^3$/s) et 7,8 % du débit mensuel quinquennal sec ($Q_{MNA5}$ = 256 l/s). Ce débit est restitué au cours d'eau, augmenté des venues d'eau éventuellement rencontrées.

Le rejet équivalent (débit maximum estimé à 28 l/s), sera **dilué dans un débit près de 40 fois supérieur dans le cas du module de la Sarenne** et plus de **9 fois supérieur dans le cas du débit mensuel quinquennal sec**.

L'incidence des travaux sur l'hydrologie et sur le régime des écoulements au niveau du secteur du Pont de Sarenne est négligeable.

**Aucun effet notable sur le transit sédimentaire** n'est envisagé.

➔ La diminution des venues d'eau lors de la réalisation du tronçon amont du chemin d'eau, par rapport au projet initial, se traduit par une incidence réduite des travaux sur l'hydrologie et le régime des écoulements.

Seule la Sarenne est désormais uniquement impactée (le ruisseau temporaire de Chabotte au niveau du Rosay l'était également dans le projet initial).

### 7.2.3. *Zone aval*

Le point de restitution (jonction entre le canal de fuite de l'usine et la Sarenne) de l'ancien aménagement sera en partie réaménagé : reprise ponctuelle de la berge en rive droite et du bassin de dissipation. Ces travaux se feront pour partie dans le lit de la Sarenne. Leur incidence sur l'hydrologie, le régime des eaux ou le transit sédimentaire est négligeable.

Les besoins en eau pour le forage dirigé aval sont équivalents à ceux du forage dirigé amont. Les prélèvements consisteront en un prélèvement initial à un débit maximum de 6 l/s, réalisé par pompage dans la Sarenne et des prélèvements complémentaires pour compenser les pertes. La restitution des eaux se fera dans la Sarenne, en aval de la plateforme de travaux.

Le prélèvement maximum envisagé (6 l/s) représente moins de 0,6 % du module de la Sarenne (1,08 $m^3$/s) et 2,3 % du débit mensuel quinquennal sec ($Q_{MNA5}$ = 256 l/s). Le débit prélevé est restitué au cours d'eau, augmenté des venues d'eau éventuellement rencontrées, peu probables sur la partie aval du chemin d'eau.

Le rejet équivalent (environ 6 l/s), sera dilué dans un débit 180 fois supérieur dans le cas du module de la Sarenne et plus de 40 fois supérieur dans le cas du débit mensuel quinquennal sec.

L'incidence des travaux sur l'hydrologie et sur le régime des écoulements au niveau de la zone de travaux aval est négligeable.

**Aucun effet notable sur le transit sédimentaire** n'est envisagé.

➔ Pour la zone de travaux aval, l'incidence sur l'hydrologie, le régime d'écoulement et le transit sédimentaire du projet retenu est réduite par rapport au projet initial.

## 7.3. EFFETS SUR LE CLIMAT ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les effets potentiels du projet sur le climat, en phase travaux, sont liés aux émissions de gaz à effet de serre des véhicules et engins mobilisés.

Les modifications apportées au projet initial permettent de limiter les rotations de camions liées à l'évacuation des déblais. En effet, le recours à des forages dirigés induit des volumes de déblais plus faibles et le stockage de près de 70 % du volume total de matériaux excavés (24 000 $m^3$ sur 34 600 $m^3$) limite les distances à parcourir par camion.

## 7.4. EFFETS SUR LA QUALITE DE L'EAU

### 7.4.1. *Zone amont*

La construction de la prise d'eau et des ouvrages associés impliquera la réalisation de terrassements dans le lit de la Sarenne pour réaliser les fondations des ouvrages, notamment celles du barrage-seuil.

Au cours de cette phase de travaux, deux types d'atteinte à la qualité de l'eau sont à envisager :

1) la mise en suspension des sédiments fins, au moment des terrassements dans le lit de la Sarenne ;
2) l'entraînement de matières en suspension par les eaux de ruissellement depuis les plateformes de chantier en rive droite et en rive gauche de la Sarenne ;
3) l'occurrence d'une pollution accidentelle par déversement de produits polluants tels que des carburants ou des huiles, soit à partir des zones de stockage de ces produits, soit lors des opérations d'entretien ou de ravitaillement des engins, soit à la suite d'une panne ou d'un accident de véhicule ou d'engin circulant, opérant ou stationnant sur l'emprise des travaux ;
4) l'occurrence d'une pollution accidentelle liée aux aléas hydrologiques : submersion de la zone de travaux dans le lit mineur, protégée à l'amont par un batardeau lors de la phase 2.

L'**incidence potentielle négative des travaux sur la qualité de l'eau est jugée faible** en raison du nombre limité d'engins et de véhicules qui seront présents sur la zone de travaux et de la granulométrie moyenne grossière des sédiments dans le lit de la Sarenne, au droit de la future prise d'eau.

➔ L'incidence sur la qualité des eaux du projet retenu, au niveau de la zone de travaux amont est semblable à celle du projet initial.

### 7.4.2. *Secteur du Pont de Sarenne*

Il n'y aura pas d'intervention directe dans le lit mineur de la Sarenne sur cette zone de travaux. Les effets potentiels des travaux sur la qualité de l'eau sont liés :

1) Au risque d'entraînement de matières en suspension lors des opérations de creusement du tronçon amont du chemin d'eau souterrain. Le débit maximal à restituer à la Sarenne lors du creusement de la galerie intermédiaire est estimé à 28 l/s (pompage de 20 l/s maximum + venues d'eau potentielles). Il sera de l'ordre de 6 l/s, au maximum, pour le forage dirigé amont ;
2) Au risque d'entraînement de matières en suspension par les eaux de ruissellement depuis les deux plateformes de chantier ;
3) Au risque de pollution accidentelle par déversement de produits polluants tels que des carburants ou des huiles, soit à partir des zones de stockage de ces produits, soit lors des opérations d'entretien ou de ravitaillement des engins, soit à la suite d'une panne ou d'un accident de véhicule ou d'engin circulant, opérant ou stationnant sur l'emprise des travaux.

L'**incidence négative sur la qualité des eaux de la Sarenne sera faible à moyenne**, notamment en fonction de la qualité des matériaux de marinage et des conditions de mise en remblai des matériaux sur la plateforme de stockage des viroles.

➔ Cette incidence est à comparer à celle envisagée dans le projet initial pour le percement des galeries 1 et 2 et du puits n°1, ainsi que la mise en dépôt d'une partie des matériaux sur la zone Z1 au niveau du hameau du Châtelard à La Garde couvrant 1 ha.

L'adaptation du projet supprime les impacts potentiels sur le ruisseau de la Chabotte. Seule la Sarenne, en aval du pont de la RD 211a, est concernée.

Les débits des rejets d'eau dans la Sarenne pendant les opérations de creusement sont nettement diminués par rapport au projet initial grâce au recours à la méthode du forage dirigé, moins consommatrice d'eau et aux risques de venues d'eau réduits par l'optimisation du tracé du chemin d'eau souterrain.

### 7.4.3. *Zone aval*

Les effets potentiels, sur la qualité de l'eau, des travaux de la zone aval sont liés :

1) Au risque d'entraînement de matières en suspension lors des opérations de creusement du tronçon aval du chemin d'eau souterrain. Le débit maximal à restituer à la Sarenne est estimé à 6 l/s ;
2) Au risque d'entraînement de matières en suspension par les eaux de ruissellement depuis la plateforme de chantier ;
3) À la mise en suspension de particules fines lors des terrassements de la berge rive droite et dans le lit de la Sarenne (aménagement du point de restitution) ;
4) Au risque de pollution accidentelle par déversement de produits polluants tels que des carburants ou des huiles, soit à partir des zones de stockage de ces produits, soit lors des opérations d'entretien ou de ravitaillement des engins, soit à la suite d'une panne ou d'un accident de véhicule ou d'engin circulant, opérant ou stationnant sur l'emprise des travaux.

Le faible débit des rejets dans la Sarenne et l'isolement des zones de travaux par rapport au cours d'eau (plateforme de chantier séparée de la Sarenne par une digue), à l'exception du

point de restitution, limitent le risque de dégradation de la qualité des eaux en phase travaux. L'**incidence négative sur la qualité des eaux de la Sarenne sera faible est localisée** (aval du point de restitution).

➔ Cette incidence est à comparer à celle envisagée dans le projet initial pour le percement de la galerie 3 et du puits n°2, ainsi que pour la construction de la centrale hydroélectrique.

Les effets du projet retenu sont globalement comparables à ceux du projet initial. Le déplacement de la zone d'implantation de la centrale hydroélectrique est favorable à une meilleure maîtrise des risques de pollution accidentelle (éloignement du cours de la Sarenne).

## 7.5. EFFETS SUR LES MILIEUX ET LA FAUNE AQUATIQUES

### 7.5.1. *Zone amont*

*Rappels de l'état des lieux avant aménagement :*

Dans l'emprise des travaux, la Sarenne forme une succession de chutes de faible hauteur (20 à 70 cm), liées à la granulométrie très grossière des alluvions (pierres et blocs principalement). Le peuplement piscicole est mono-spécifique (**Truite fario**). Aucune frayère potentielle n'a été identifiée au niveau de la zone d'implantation de la prise d'eau mais quelques zones de faible superficie sont présentes à l'aval ; les principales zones de reproduction se situent en amont de la future prise d'eau (télésiège de l'Alpauris au ruisseau Nou). La macrofaune invertébrée benthique est peu diversifiée et assez sensible à la pollution.

Les travaux réalisés dans le lit mineur de la Sarenne sont susceptibles d'induire :

1) Un risque de mortalité accidentelle d'individus de **Truite fario**. Ce risque est faible compte tenu de la faible densité du peuplement piscicole, du caractère farouche de l'espèce, de la mise à sec des zones de travaux dans le lit mineur et de l'isolement par un batardeau ;
2) Une perturbation de la continuité écologique et notamment de la capacité des reproducteurs de **Truite fario** à rejoindre les zones de frayères. Seule la phase 2 des travaux sera sensible, lors du détournement de la Sarenne au moyen de buses de gros diamètre ;
3) Un risque de colmatage des zones propices à l'habitat et à la reproduction de la **Truite fario** en aval de la zone de travaux, lié à la mise en suspension de particules fines lors des terrassements ;
4) Une destruction du peuplement de macro-invertébrés benthiques dans l'emprise des travaux en lit mineur. Le linéaire concerné est inférieur à 100 m ;
5) Une perte de zone de chasse potentielle pour le **Cincle plongeur**, oiseau se nourrissant principalement de larves aquatiques d'invertébrés (trichoptères, éphéméroptères, …). Le linéaire concerné est inférieur à 100 m.

Les perturbations causées par le chantier, vis-à-vis de la **Truite fario**, seront limitées à la durée des travaux. Les perturbations causées à la faune de macroinvertébrés benthiques et, par extension, au **Cincle plongeur** s'étendront jusqu'à la recolonisation du tronçon de la Sarenne touché par les travaux, par dérive ou nouvelles pontes. Des expériences similaires ont montré que la reconstitution des populations de macro-invertébrés benthiques était effective un an après les interventions.

Compte tenu du faible enjeu de la zone de travaux vis-à-vis de la faune aquatique et du caractère temporaire et ponctuel des perturbations, l'**incidence négative des travaux au niveau de la zone amont est faible.**

➔ Les effets du projet retenu sur les milieux et la faune aquatiques au niveau du secteur de la prise d'eau sont les mêmes que pour le projet initial.

### 7.5.2. *Secteur du Pont de Sarenne*

Aucune intervention directe dans le lit de la Sarenne n'a lieu sur cette zone de travaux. Seul le rejet des eaux venant de la galerie intermédiaire (creusement de la galerie et forage dirigé amont) est susceptible d'avoir un effet sur les milieux et la faune aquatique en entraînant un colmatage temporaire des habitats. Le débit maximal du rejet sera de 28 l/s, soit à peine 2,5 % du module de la Sarenne et 10 % du débit mensuel quinquennal sec.

Le tronçon compris entre le pont de la RD 211a et la cascade de la Sarenne, très encaissé, présente un enjeu piscicole limité en raison de nombreux obstacles infranchissables, naturels ou artificiels (seuil de l'ancienne prise d'eau, anciens seuils de moulins, …).

Dans ces conditions, les travaux ne **devraient pas causer d'effet négatif significatif sur les milieux et la faune aquatiques**.

➔ Les effets du projet retenu sur les milieux et la faune aquatiques au niveau du secteur du Pont de Sarenne sont comparables à ceux du projet initial (percement des galeries 1 et 2 et du puits n°1).

### 7.5.3. *Zone aval*

Le rejet des eaux lors du creusement du forage dirigé aval et les terrassements en berge et dans le lit mineur de la Sarenne, au niveau du point de restitution, sont susceptibles d'entraîner un colmatage temporaire des habitats aquatiques en aval. Le débit maximum des rejets est estimé à 6 l/s, soit 0,6 % du débit moyen annuel de la Sarenne ; la capacité de dilution des rejets est donc importante.

La présence de zones propices à la reproduction de la **Truite fario** sur le tronçon aval de la Sarenne induit une **incidence négative potentielle faible vis-à-vis du peuplement piscicole** pour les travaux de la zone aval.

➔ Les adaptations du projet n'impliquent pas de modification significative des incidences des travaux sur les milieux et la faune aquatiques par rapport au projet initial (percement de la galerie 3 et du puits n°2, construction de la centrale hydroélectrique).

## 7.6. EFFETS SUR LES HABITATS NATURELS ET SEMI-NATURELS, LA FLORE ET LA FAUNE TERRESTRES

### 7.6.1. *Zone amont*

Au niveau du secteur de la prise d'eau, l'essentiel de l'incidence des travaux sur les milieux, la flore et la faune terrestres sera consommé lors des opérations de déboisement de l'emprise des travaux et de mise en forme des voies d'accès et des plateformes de travaux en rive droite et en rive gauche de la Sarenne.

La végétation en bordure de la Sarenne, située dans l'emprise de la future retenue (500 m² au total), devra également être coupée avant la mise en eau de l'aménagement.

#### 7.6.1.1. **Effets sur les habitats naturels et la flore terrestre**

➔ **Aucun individu ou habitat d'espèce végétale protégée ou présentant un enjeu local de conservation n'a été observé dans le périmètre des travaux.**

**La surface totale de déboisement est d'environ 2 500 m².** Elle s'inscrit dans un ensemble forestier d'une centaine d'hectares, bordant la Sarenne sur un linéaire continu d'environ 6 km, jusqu'à la cascade de Sarenne.

La végétation est homogène sur l'ensemble de l'emprise des travaux et correspond à une formation végétale de type « Érablaies à Alisier blanc du montagnard supérieur et du subalpin », habitat d'intérêt communautaire, en expansion dans les gorges de la Sarenne du fait de la déprise agricole.

La destruction ponctuelle d'une surface de 2 500 m² de cet habitat n'aura pas d'incidence significative sur son maintien à plus grande échelle (vallée de la Sarenne, bassin de l'Oisans). L'effet s'avère ponctuel et en partie provisoire.

Par ailleurs, le projet évite les habitats les plus sensibles identifiés lors des inventaires naturalistes de 2016, en particulier en rive gauche du Rif Brillant et en rive droite de la Sarenne, environ 400 m en aval de la zone de travaux.

➔ Dans le projet initial, la prise d'eau était implantée au même endroit et les emprises de travaux étaient similaires ; ainsi, l'incidence du projet modifié sur les habitats naturels terrestres est sensiblement identique.

#### 7.6.1.2. **Effets sur la faune terrestre**

Le principal effet des travaux sur la faune terrestre aura lieu au moment des opérations de déboisement. Il se limite à une perte ponctuelle d'habitats potentiels, sur une superficie de l'ordre de 2 500 m², notamment pour :

1) Quatre espèces de chiroptères susceptibles d'utiliser comme gîte les arbres à cavités présents dans le périmètre : la **Barbastelle d'Europe**, le **Murin de Daubenton**, le **Murin à moustaches** et le **Murin de Natterer** ;

2) Deux espèces forestières d'oiseaux, contactées en dehors de l'emprise des travaux lors des inventaires naturalistes et présentant un enjeu local de conservation modéré : le **Bouvreuil pivoine** et la **Mésange noire** ;

3) Deux espèces d'oiseaux, non contactées lors des inventaires naturalistes mais potentiellement présentes, ayant un enjeu local de conservation fort : la **Chevêchette d'Europe** et la **Chouette de Tengmalm** ;

4) Une espèce de papillon, contactée en dehors de l'emprise des travaux lors des inventaires naturalistes et présentant un enjeu local de conservation fort : le **Semi-Apollon** ;

5) Une espèce d'amphibien, contactée en dehors de l'emprise des travaux lors des inventaires naturalistes et présentant un enjeu local de conservation modéré : la **Grenouille rousse**.

Parmi les espèces citées, 9 bénéficient d'une protection au niveau national : la **Barbastelle d'Europe**, le **Murin de Daubenton**, le **Murin à moustaches**, le **Murin de Natterer**, le **Bouvreuil pivoine**, la **Mésange noire**, la **Chevêchette d'Europe**, la **Chouette de Tengmalm** et le **Semi-Apollon**. L'emprise des travaux est modeste (2 500 m²) à l'échelle des habitats potentiels pour ces espèces, identifiés dans les gorges de la Sarenne.

➔ L'ampleur des travaux n'est pas de nature à remettre en cause le bon déroulement du cycle biologique ou d'induire une dégradation de l'état de conservation de ces espèces.

Les arbres à cavités présentent un enjeu pour les quatre espèces de chiroptères utilisant des gîtes arboricoles ainsi que pour les oiseaux (en particulier **Chevêchette d'Europe** et **Chouette de Tengmalm**). Quatre arbres à cavités, parmi les 46 recensés lors de l'inventaire du bureau d'études MICA Environnement, sont situés dans l'emprise des travaux ou à proximité immédiate. L'abattage de ces arbres induit un risque de mortalité pour les oiseaux ou chauve-souris présents au moment de l'intervention.

➔ Par ailleurs, les travaux sur la zone amont ne créeront pas de discontinuité du massif forestier susceptible de rompre les corridors biologiques existants, ni d'aggraver l'effet de barrière de la piste des gorges de la Sarenne.

En conséquence, l'incidence des opérations de déboisement auront une **incidence négative faible à moyenne**, en fonction de la présence d'individus à enjeu de conservation lors des travaux, en particulier dans les arbres à cavités abattus.

La perte d'attractivité de la zone de travaux pour les espèces sensibles, liée à son déboisement, se traduit par une incidence faible à nulle lors des phases suivantes de travaux.

➔ L'étude d'impact du projet initial n'identifiait pas de façon précise les espèces à enjeu de conservation et plus particulièrement les espèces protégées potentiellement présentes sur la zone de travaux autour de la prise d'eau. La comparaison de l'incidence sur les habitats et la faune terrestres des deux versions du projet n'est donc pas pertinente.

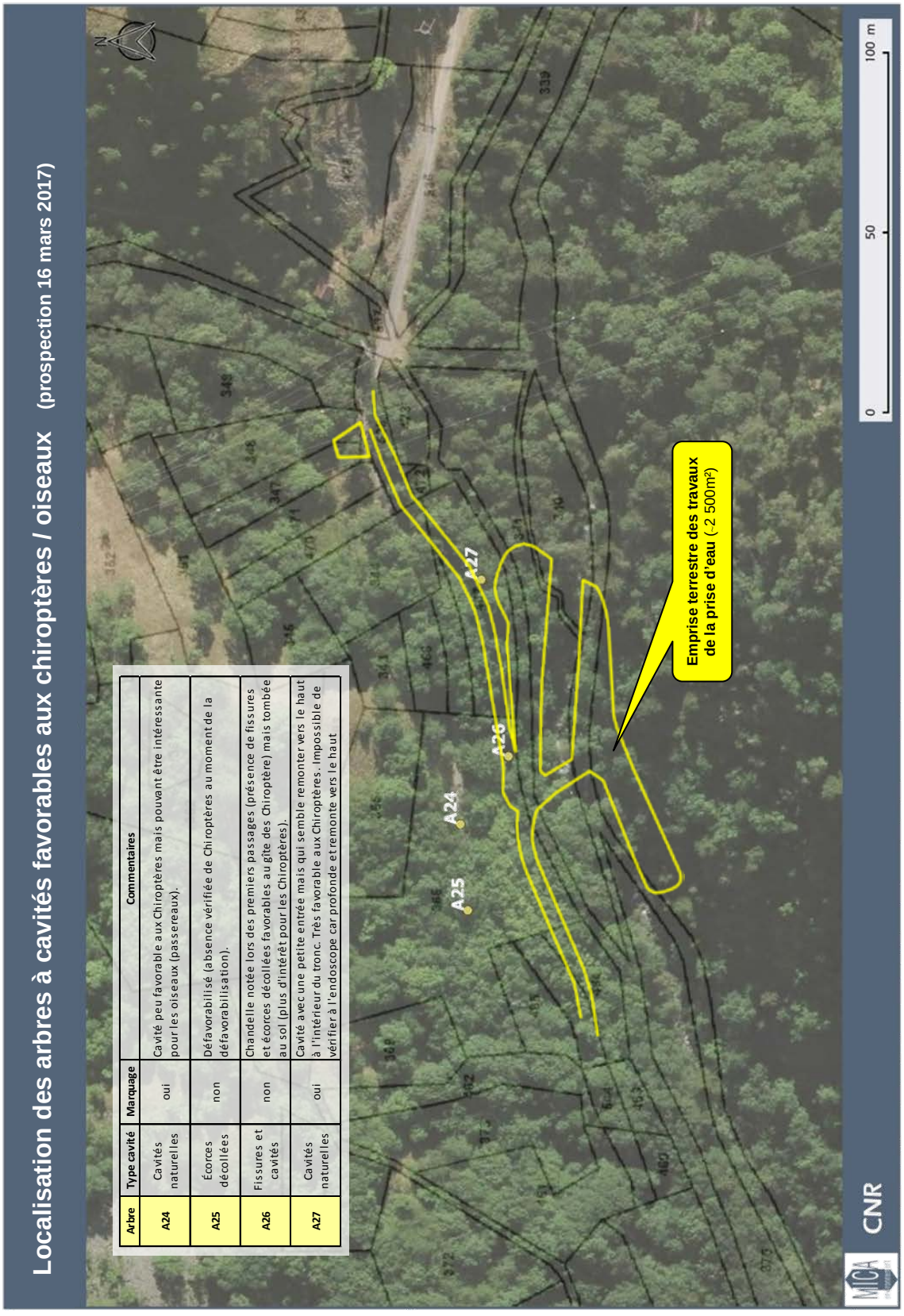



*Figure 92 : Localisation des arbres à cavités – Travaux préparatoires – Zone amont*

### 7.6.2. *Secteur du Pont de Sarenne*

Au niveau du secteur du Pont de Sarenne (pont de la RD 211a), l'essentiel de l'incidence des travaux sur les milieux, la flore et la faune terrestres sera consommé lors des opérations de déboisement des emprises nécessaires aux travaux :

- Ouverture de la piste en contrebas de la RD 211a sur laquelle portent les reconnaissances géotechniques (réalisés en 2017 / surface d'environ 1 400 m²) ;
- Création de la plateforme d'attaque de la galerie intermédiaire (surface d'environ 1 500 m²) ;
- Création de la plateforme de montage des viroles le long de la RD 211a (surface d'environ 7 000 m² avec talutage).

➔ Sur ce secteur, les modifications apportées au projet initial se sont traduites par un déplacement des emprises terrestres : abandon du point de sortie de la galerie 1 (à proximité du hameau du Rosay - tête du puits n°1) au profit d'un sortie aérienne localisée plus bas en rive gauche de la Sarenne, à proximité du pont de la RD 211a (où se situait la tête du puits n°2 du projet initial).

À noter que le projet initial prévoyait le stockage des déblais de la galerie 1 sur 10 000 m² au niveau du hameau du Châtelard (pour 1/5ème en zone boisés et 4/5ème sur prairie d'alpage). S'agissant du projet retenu, les déblais de la galerie intermédiaire sont quant à eux valorisés pour constituer la plateforme de stockage des viroles mobilisant 7 000 m² (avec talutage) en zone boisée.

**Ainsi l'évolution du projet entraîne un déplacement des effets sur le milieu naturel dans un rapport de surface équivalent.**

Par ailleurs, l'étude d'impact du projet initial n'identifiait pas de façon précise les espèces à enjeu de conservation et plus particulièrement les espèces protégées potentiellement présentes sur cette zone initiale de travaux. La comparaison de l'incidence sur les habitats, la flore et la faune terrestres des deux versions du projet n'est donc pas pertinente.

#### 7.6.2.1. **Effets sur les habitats naturels et la flore terrestre**

**La surface totale de déboisement est d'environ 10 000 m².** Elle s'inscrit dans un ensemble forestier d'une centaine d'hectares, bordant la Sarenne sur un linéaire continu d'environ 6 km et se raccordant, au sud-est de la zone de travaux, à la forêt de Maronne, vaste massif de près de 200 ha.

Parmi la mosaïque d'habitats naturels et semi-naturels couvrant l'aire d'étude élargie, la zone de travaux recoupe cinq habitats distincts, assimilables à des formes plus ou moins dégradés des habitats d'intérêt communautaire 9180-7 « Érablaies à Alisier blanc du montagnard supérieur et du subalpin » et 9410-10 « Sapinières à Épicéa à Véronique à feuilles d'Ortie des Alpes internes ». Ces **formations végétales résultent de l'évolution spontanée de la végétation suite à la déprise agricole et tendent à une fermeture et à une homogénéisation des milieux**.

Le déboisement d'une surface de 10 000 m² n'aura pas d'incidence significative sur le maintien des milieux forestiers à plus grande échelle (vallée de la Sarenne, forêt de Maronne, bassin de l'Oisans).

Il permet cependant d'envisager un rajeunissement et une diversification des milieux au niveau des différents talus réalisés, renforçant la mosaïque d'habitats du secteur, ce qui constitue le principal intérêt écologique de la zone d'étude élargie, relevé lors des inventaires naturalistes de 2016.

L'incidence des travaux de déboisements, négative à court terme pourrait donc s'avérer en partie positive à moyen terme au niveau des secteurs de talus, tout particulièrement s'agissant de celui de la plateforme de stockage des viroles de grande dimension. L'opération de rajeunissement mécanique de la végétation s'inscrit dans les modes de gestion identifiés pour le maintien et la restauration des pelouses sèches des coteaux (habitat d'intérêt communautaire 6210), dans le cadre du Document d'objectif du site Natura 2000 FR8201738 « Milieux alluviaux, pelouses steppiques et pessières du bassin de Bourg-d'Oisans », de novembre 2007.

➔ **Aucun individu ou habitat d'espèce végétale protégée n'a été observé dans le périmètre des travaux**.

Deux espèces présentant un enjeu local de conservation ont été observées sur ou à proximité immédiate de l'emprise des travaux : l'**Aconit anthora** et le **Tilleul à petites feuilles**. La destruction potentielle d'individus présents dans l'emprise des travaux ne remet pas en cause le maintien de ces espèces localement ni dans leur aire de répartition au niveau départemental, où elles sont considérées comme bien représentées.

L'implantation retenue pour le projet permet d'éviter les zones d'habitat potentiel de trois espèces à enjeu local de conservation fort à très fort : l'**Achilée noble** sous le hameau de La Ville, le **Stipe penné** et l'**Ail rocambole** en rive droite de la Sarenne.

#### 7.6.2.2. Effets sur la faune terrestre

Le principal effet des travaux sur la faune terrestre aura lieu au moment des opérations de déboisement. Il se limite à une perte ponctuelle d'habitats potentiels, sur une superficie de l'ordre de 10 000 m², notamment pour :

1) Quatre espèces de chiroptères, protégées au niveau national, susceptibles d'utiliser comme gîte les arbres à cavités présents dans le périmètre (**Noctule de Leisler**, **Vespère de Savi**, **Murin à moustaches**, **Murin de Natterer**) ;

2) Quatre espèces d'oiseaux, contactées en dehors de l'emprise des travaux lors des inventaires naturalistes, utilisent les boisements comme site de nidification et/ou aire de repos et/ou zone de nourrissage. Elles sont protégées au niveau national et présentent un enjeu local de conservation modéré (**Bouvreuil pivoine**, **Mésange noire**) à fort (**Bondrée apivore**, **Circaète Jean-le-Blanc**) ;

3) Une espèce de papillon protégée au niveau national et présentant un enjeu local de conservation fort : le **Semi-Apollon**. L'espèce a été contactée en dehors de l'emprise des travaux lors des inventaires naturalistes ; elle affectionne les forêts claires et les lisières.

L'emprise des travaux occupe une surface relativement modeste (10 000 m²) à l'échelle des habitats potentiels pour ces espèces, identifiés dans le vallon de la Sarenne et présents dans les massifs forestiers alentours (forêt de Maronne, notamment). **L'ampleur des travaux n'est pas de nature à remettre en cause le bon déroulement du cycle biologique ou d'induire une dégradation de l'état de conservation de ces espèces**.

Le choix d'implantation des deux plateformes et de la piste en contrebas de la RD 211a a été fait en prenant notamment en compte les principaux enjeux écologiques. En conséquence, aucun arbre à cavités ne sera impacté par les travaux de déboisement. Ces arbres présentent un enjeu fort vis-à-vis des espèces de chiroptères utilisant des gîtes arboricoles ainsi que pour l'avifaune.

Le tracé de la piste en contrebas de la RD 211a tangente des micro-clairières utilisées comme zone de chasse par des chiroptères. Compte tenu des mœurs nocturnes de ces espèces, le dérangement induit par les travaux au niveau de ces zones de chasse sera très limité.

Par ailleurs, les travaux sur la zone amont ne créeront pas de discontinuité du massif forestier susceptible de rompre les corridors biologiques existants.

En conséquence, **les opérations de déboisement auront une incidence négative faible et temporaire.**

La **perte d'attractivité de la zone de travaux pour les espèces sensibles**, liée à son déboisement, se traduit par une **incidence faible à nulle lors des phases suivantes de travaux**.

### 7.6.3. *Zone aval*

La zone de travaux aval s'inscrit dans un cadre déjà largement anthropisé : bâtiments et parking couvert EDF / Enedis, ancienne centrale hydroélectrique, conduite aérienne, tympan de la galerie existante, …

La végétation, banale, se concentre en un cordon rivulaire le long de la Sarenne. Ce cordon d'arbres ne sera touché que ponctuellement par les travaux, lors du raccordement du canal de fuite au lit de la Sarenne.

Le principal enjeu écologique du secteur résidait dans l'attrait potentiel pour les chiroptères, en particulier la galerie existante, bien que les différentes visites de terrain et un inventaire minutieux du bureau d'études MICA Environnement n'aient jamais permis l'observation d'individus ou de signes de fréquentation (guano).

L'adaptation du projet (forage dirigé uniquement, sans utilisation de la galerie existante) a permis d'éviter cet enjeu potentiel.

Dans ces conditions, l'**incidence des travaux, au niveau de la zone aval, sur les milieux, la flore et la faune terrestres est considérée comme nulle**.

➔ Sur la zone de travaux aval, le projet retenu aura les mêmes effets sur les milieux, la flore et la faune terrestres que le projet initial.

## 7.7. EFFETS SUR LE PAYSAGE

### 7.7.1. *Zone amont*

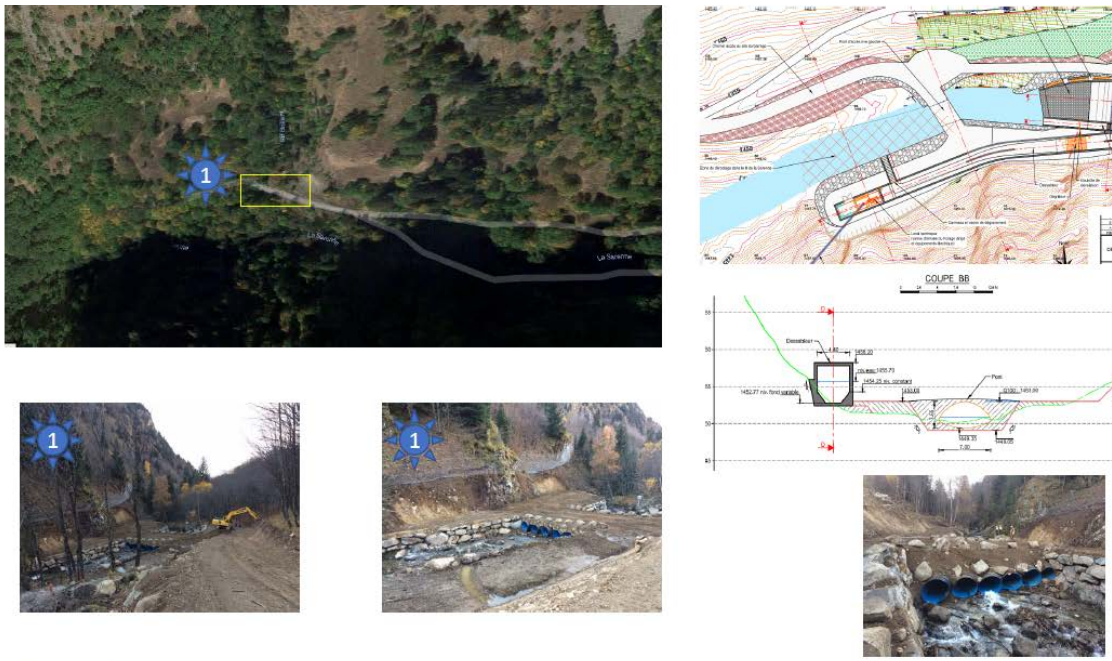



**Observations:**
La prise d'eau se situe en fond de vallée. Il n'y a aucune perception depuis la route d'Huez.

PAS D'IMPACT

15

Etude paysagère – Bureau Esquisse – Décembre 2017




**Observations:**
Un cheminement piéton longe la Sarenne sur la partie amont de la prise d'eau . Seul point de perception du site

16

Etude paysagère – Bureau Esquisse – Décembre 2017

*Figure 93 : Perception visuelle de la zone de travaux amont*

Le site de la prise d'eau est peu visible dans le paysage. Le chantier ne sera perceptible qu'en vision rapprochée, c'est-à-dire depuis la piste en surplomb, interdite à la circulation de véhicules motorisés, mais sur laquelle sera détourné le GR 54 pendant la durée des travaux.

➔ Les incidences sur le paysage, en phase travaux, du projet initial et du projet retenu sont les mêmes au niveau la zone de travaux amont.

### 7.7.2. *Secteur du Pont de Sarenne*

En vision rapprochée, la plate-forme d'attaque de la galerie intermédiaire et la plateforme de stockage des viroles seront visibles depuis la RD 211a et depuis le sentier de randonnée reliant les hameaux de La Garde et de La Ville (déviation du GR 54). Ce sentier traversera la piste aménagée en contrebas de la RD 211a, les conditions d'accès seront aménagées pendant la phase de travaux.

En vision éloignée, la plate-forme d'attaque et surtout les remblais constituant la plateforme de stockage des viroles seront perceptibles depuis la RD 211a au niveau des hameaux de La Garde et La Salle, sur le versant opposé du vallon de la Sarenne. La végétation arborée en bordure de la route limite cependant l'exposition de la zone de travaux.

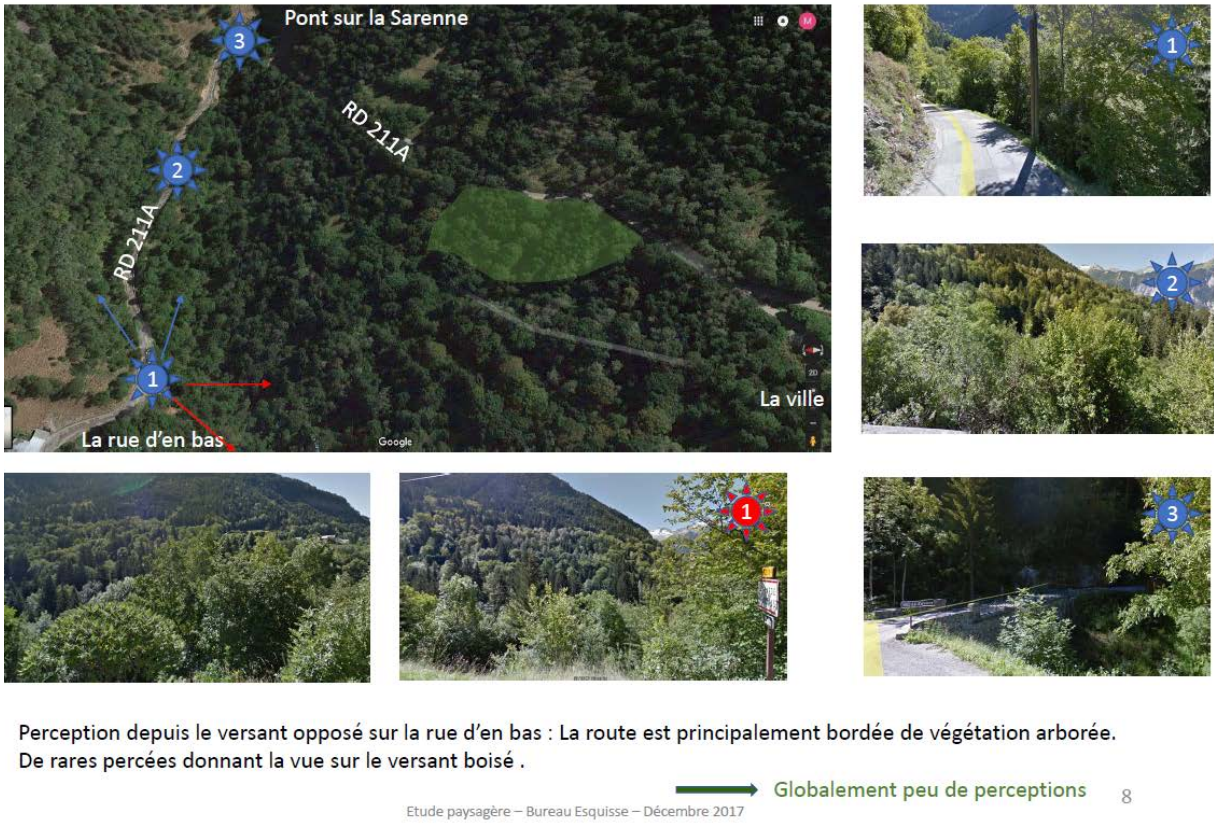



*Figure 94 : Perception visuelle du secteur du Pont de Sarenne*

La fréquentation touristique (véhicules motorisée, vélos, promeneurs et randonneurs) est assez importante en période estivale.

L'**impact paysager des travaux sera faible à moyen au niveau du secteur du Pont de Sarenne**.

➔ La modification du tracé du chemin d'eau souterrain se traduit par un impact visuel plus important en phase de travaux dans ce secteur directement lié à l'aménagement des plateformes d'attaque de la galerie intermédiaire et de stockage des viroles ainsi que la piste en contrebas de la RD 211a (nécessaire aux reconnaissances géotechniques).

### 7.7.3. *Zone aval*

La nouvelle usine hydroélectrique est construite sur le site de l'ancienne usine. Elle est positionnée plus en retrait de la Sarenne, en pied de falaise (terrassements rocheux nécessaires). L'ancienne usine et le tronçon aval de la conduite forcée aérienne ont été démolis fin 2016.



*Figure 95 : Site de l'ancienne usine avant et après démolition*

Le chantier de la partie aval du chemin d'eau souterrain (forage dirigé aval), réalisé en pied de falaise, en retrait de la Sarenne et en contrebas de la digue de rive droite ne sera que très difficilement perceptible depuis l'extérieur.

Le chantier de construction de la centrale hydroélectrique ne sera pas perceptible depuis le chemin d'accès à la cascade de la Sarenne ; en effet, la végétation présente en bordure de la Sarenne et les enrochements en berge rive droite constitueront un écran efficace.

Les points de vue les plus efficaces sur la zone de travaux se trouvent le long du tronçon du GR 54 compris entre le camping « La Cascade » et le hameau de La Ville. Cette partie du GR 54 est actuellement déconseillée pour des problèmes de sécurisation du sentier (passages délicats avec mains courantes, dalles rocheuses glissantes, …).

En conséquence, l'**incidence des travaux sur le paysage est négligeable au niveau de la zone de travaux aval**.

➔ En phase travaux, les incidences sur le paysage du projet initial et du projet modifié sont les mêmes sur la zone de travaux aval.




*Figure 96 : Perception visuelle de la zone de travaux aval*

## 7.8. EFFETS SUR LES ACTIVITES HUMAINES ET LE VOISINAGE

### 7.8.1. *Zone amont*

Le déroulement du chantier pendant la pleine saison estivale pourra gêner les promeneurs : présence d'installations de chantier, amenées de matériel, déplacements des engins de terrassements, bruit des machines et tirs de minage.

De tels travaux peuvent laisser une impression désagréable de trouble au calme de la montagne.

Le parcours sportif est à maintenir opérationnel en phase de travaux. Sachant que seuls les 100 derniers mètres du parcours devront être provisoirement réaménagés pour permettre l'approche du bord du cours d'eau aux engins de chantier. À l'issue des travaux le parcours de santé sera redessiné, les abords seront enherbés et des arbustes seront replantés.

Le tracé du GR 54 sera adapté de manière à contourner la zone de chantier. Un balisage devra être mis en place pour prévenir les randonneurs.

Une fois les engins amenés sur le site, les nuisances dues au chantier ne seront pas perceptibles depuis le village d'Huez comme de la station de l'Alpe d'Huez. Le principal trafic sera lié à l'évacuation des matériaux excédentaires et à l'approvisionnement en béton et en matériel.

Le transit de camions pour l'évacuation des déblais sera concentré sur une période de 3 mois et s'élèvera à 5 à 7 rotations de camions par jour en moyenne (400 à 500 camions au total selon leur capacité de charge).

L'approvisionnement du chantier en béton se fera sur une période de 2 mois, pour un trafic moyen estimé à 5 à 7 rotations de camions par jour également (250 à 370 camions-toupies au total selon leur capacité de charge).

➔ Sur la zone de travaux amont, les incidences sur les activités touristiques et le voisinage du projet initial et du projet modifié sont les mêmes en phase travaux.

### 7.8.2. *Secteur du Pont de Sarenne*

Les nuisances induites par les travaux vis-à-vis de la fréquentation touristique et du voisinage sont liées :

1) aux tirs de minage pour les terrassements rocheux de la plateforme d'attaque de la galerie intermédiaire et pour le creusement de la galerie intermédiaire ;
2) le transit sur environ 200 m de la RD211a pour la constitution de la plateforme d'assemblage des viroles avec les déblais de la galerie intermédiaire nécessitant la régulation de la circulation ;
3) à l'activité du chantier au niveau des deux plateformes : présence d'installations de chantier, amenées de matériel, déplacements des engins de terrassements, mise en forme des remblais, bruit des machines, …

L'éloignement des habitations par rapport à la zone d'attaque de la galerie intermédiaire (hameau de La Salle à plus de 300 m, hameau de La Ville à plus de 400 m) et le couvert boisé limiteront la perception du bruit et des vibrations induits par les tirs de minage pour les terrassements rocheux de la plateforme d'attaque et pour le creusement de la galerie intermédiaire. Par la suite, la couverture rocheuse importante sur la majorité du tracé de la galerie intermédiaire limitera fortement la perception des tirs.

Les nuisances liées à l'activité du chantier seront limitées aux abords immédiats des deux plateformes et au trafic de camions entre ces plateformes.

L'accès à la zone de chantier se fera depuis la RD 211a. La circulation sera assurée pendant tout le chantier. La circulation sur la RD 211a pourra être temporairement perturbée par sécurité pour les usagers (coupure temporaire, circulation alternée, traversée d'engins, …). Ces perturbations resteront ponctuelles et limitées dans le temps.

En conséquence, l'**incidence du chantier sur le voisinage et la fréquentation touristique sera faible à moyenne**, selon les phases de travaux, et localisée aux abords du périmètre du chantier et au tronçon de la RD 211a compris entre les hameaux de La Garde et de La Ville.

➔ L'abandon du secteur du Rosay (puits n°1 et zone de dépôt du Châtelard) et la gestion des déblais in situ (valorisé pour la plateforme de stockage des viroles) se traduit par une forte réduction des nuisances du chantier pour les populations riveraines. Les **hameaux du Rosay, de Maronne, du Châtelard, d'Armentier-le-Haut, de la Carte d'Haute et d'Armentier-le-Bas ne seront plus impactés**, hors perturbations ponctuelles de l'accès via la RD 211a entre La Garde et La Ville.

### 7.8.3. *Zone aval*

Les nuisances induites par les travaux vis-à-vis de la fréquentation touristique et du voisinage seront principalement liées au trafic de camions et d'engins de chantier.

Compte tenu trafic intense sur la RD 211, au pied de la montée de l'Alpe d'Huez, il conviendra de limiter strictement le mouvement des camions aux jours ouvrables, aux heures de travail en plein jour et de prendre toutes les dispositions pour assurer la sécurité des usagers sur la RD 211, en particulier en saison touristique.

Les travaux de terrassements rocheux dans l'emprise de la future usine représentent un volume total de 2 300 $m^3$ environ. Ces matériaux seront évacués par camion. Cela correspond à 190 à 235 rotations de camions pendant 4 mois, soit 2 rotations par jour en moyenne.

Les travaux de creusement du forage dirigé aval produiront un volume total d'environ 550 $m^3$ de déblais, qui sera valorisé par l'entreprise titulaire du marché ou mis en dépôt à l'intérieur de la galerie existante, en fonction de la présence d'amiante.

Le trafic de camions en direction des autres zones de travaux passera également par la RD 211. Par conséquent, le nombre maximal de rotations de camions pourra être augmenté selon les périodes de travaux. L'évaluation la plus pessimiste indique un trafic de pointe de 10 à 15 rotations journalières sur cet axe.

Les nuisances sonores liées aux terrassements rocheux dans l'emprise de la future usine sont susceptibles d'être perçues au niveau des constructions alentours : site EDF / Enedis, camping « La Cascade », habitations et campings au nord-ouest de la RD 211. Ces travaux dureront un mois au maximum.

La proximité du camping « La Cascade » impose une programmation des travaux bruyants en dehors de la période de forte fréquentation touristique (juillet et août).

Les nuisances liées à la construction de l'usine seront équivalentes à celle d'un chantier de construction classique. Le trafic de la RD 211 et la chute d'eau de la cascade de la Sarenne permettront d'atténuer l'émergence sonore des travaux.

Les nuisances des travaux au niveau de la zone aval sur le voisinage et les activités touristiques seront faibles dans l'ensemble mais présenteront des pics ponctuels plus soutenus (terrassements rocheux à l'explosif, pointe de trafic de camions).

➔ Sur la zone de travaux aval, le recours à la méthode de forage dirigé permet de réduire significativement le volume de déblais et par conséquent le trafic de camions nécessaires à leur évacuation.

En revanche, la nécessité de terrassement rocheux à l'explosif d'une partie de l'emprise de la future usine hydroélectrique induira des nuisances sonores supplémentaires, pendant environ un mois.

Le projet retenu améliore globalement les incidences des travaux sur les activités touristiques et le voisinage par rapport au projet initial.

## 7.9. EFFETS DES TRAVAUX SUR LA SANTE HUMAINE

La réalisation du chantier impliquera des travaux susceptibles d'avoir un impact sur la santé humaine :

1) creusement de la galerie intermédiaire nécessitant l'emploi d'explosifs et pouvant entraîner l'émission de poussières dangereuses pour l'environnement proche ;
2) terrassements rocheux à l'explosif pouvant entraîner des vibrations et des émissions sonores ponctuelles (tirs de minage) ;
3) évacuation des déblais induisant un mouvement d'engins important, pouvant créer des nuisances de bruit et de poussières ainsi que des problèmes de sécurité routière.

Vu les caractéristiques du projet, les sources présentant des risques sanitaires potentiels seront :

1) les rejets atmosphériques liés au fonctionnement des engins de chantier et camions,
2) les rejets de poussières,
3) les rejets de poussières d'amiante naturelle,
4) les émissions de bruit lors des tirs de minage pour les terrassements rocheux,
5) les émissions de bruit liées au fonctionnement des engins,
6) les éventuels rejets liés aux eaux de ruissellement.

### 7.9.1. *Effet de la pollution atmosphérique sur la santé*

Il est reconnu que la pollution atmosphérique liée aux gaz d'échappement des engins de chantier comme des automobiles, constitue un facteur de risque sur la santé.

Ces effets sanitaires sont dus à la pollution de fond et pas seulement aux pics de pollution. Le niveau de pollution de fond cumule toutes les sources de pollution et concerne avant tout les zones urbaines. La pollution atmosphérique peut avoir des incidences sur certaines catégories de population, en particulier les enfants, les personnes asthmatiques et les personnes âgées.

De nombreuses études ont montré que la pollution atmosphérique était associée à une augmentation de la fréquence de survenue de crises d'asthme, de bronchites ainsi que de pathologies pulmonaires chroniques et cardiaques.

Les principaux polluants ayant des effets sur la santé et, plus particulièrement, chez les sujets fragiles sont :

1) les composés de soufre ($SO_x$ et $SO_2$) : troubles respiratoires, mortalité cardiovasculaire ou respiratoire ;
2) les composés du carbone (CO) : migraines, troubles de la vision, troubles respiratoires, insuffisance cardiaque, …
3) les composés de l'azote ($NO_x$) : irritations des muqueuses et des yeux, troubles respiratoires, diminution des défenses immunitaires, …
4) les particules : troubles respiratoires, mortalités respiratoires et cardio-vasculaire accrues ;
5) les hydrocarbures : irritation des yeux, toux, effets mutagènes et cancérogènes certains ;
6) l'ozone : migraines, irritation des yeux et des voies aériennes supérieures.

Le chantier induira, temporairement, l'évolution de pelles et de chargeurs au niveau des zones de travaux et un accroissement du trafic routier pour l'évacuation des déblais et le transport de matériels / matériaux.

La production de polluants atmosphériques ne sera pas suffisante pour modifier la qualité de l'air dans le secteur qui, par ailleurs, présente une densité de population très limitée.

En conséquence, pour les tierces personnes, le **risque sanitaire lié aux rejets atmosphériques engendrés par la réalisation des travaux du projet paraît quasiment nul**.

### 7.9.2. *Effets des émissions de poussières sur la santé*

En période sèche, la circulation des camions et des engins sur les plateformes de chantier les pistes provisoires et la piste des gorges de la Sarenne représentera une source de poussières potentiellement importante. En l'absence de mesure particulière, les poussières émises dans l'emprise du site seront susceptibles d'être emportées par les vents et de venir affecter les terrains du voisinage dans un rayon de l'ordre de 100 à 200 m par vent fort.

Or le contact avec de très fortes concentrations de poussières sur une courte période peut provoquer une irritation des yeux. L'inhalation de très fortes concentrations de poussières sur une courte période peut également être à l'origine de gênes respiratoires temporaires de type quinte de toux ou crise d'asthme pour les personnes sensibles.

L'inhalation répétée et prolongée de fortes concentrations de poussières peut aussi provoquer une maladie des voies pulmonaires appelée silicose (pneumoconiose fibrosante) dont la fréquence d'apparition est fonction de la teneur en quartz (ou silice cristalline) dans les poussières alvéciaires (fraction < 10 µm).

Cette maladie, dont les manifestations cliniques sont tardives, affecte les travailleurs qui sont fréquemment et fortement exposés dans certains secteurs d'activité comme dans l'industrie du ciment, du granulat, de la verrerie, …

En ce qui concerne l'exposition aux particules présentes dans l'air ambiant de l'environnement général, une analyse de référence conclut que l'excédent de risque de silicose pour une exposition continue pendant 70 ans à 0,008 mg/m$^3$ (c'est-à-dire la valeur estimative élevée de la concentration de silice cristallisée en milieu urbain aux États-Unis) est inférieur à 3 % pour les individus en bonne santé ne souffrant pas de pathologie respiratoire (US EPA 1996).

La durée de chantier engendrant ce risque est de 40 mois environ, avec une intensité des émissions de poussières dépendante du nombre de rotations de camions et du type de voirie empruntée. Le secteur le plus sensible concerne la zone de travaux amont, avec le transit de camions sur la piste non revêtue des gorges de la Sarenne. D'après le calendrier prévisionnel des travaux, le trafic de camions sera concentré sur une période de 9 mois, entre mars et novembre 2019, avec une moyenne de 5 à 7 rotations journalières de camions par jour ouvrés.

Seul le premier tiers de la piste des gorges de la Sarenne, au départ du village d'Huez, passe à proximité d'habitations (dans un rayon de 200 m). Un traitement avec aspersion d'eau sur la piste, en conditions climatiques défavorables (temps sec, vent fort), réduira le risque d'envol de poussières.

Pour la zone de travaux aval, les véhicules de chantier emprunteront la voirie existante (RD 211). Au niveau du secteur du Pont de Sarenne, les plateformes de chantier se situent à plus de 300 m des habitations les plus proches.

**Le risque sanitaire pour les tierces personnes, vis-à-vis des émissions de poussières, peut être considéré comme très faible pendant les travaux.**

### 7.9.3. *Effets de l'émission de poussières d'amiante sur la santé*

*Contexte*[5] *:*

*Le terme « amiante » sert à désigner certains minéraux naturels critallisés qui ont une morphologie particulière, en forme de fibres. L'amiante environnemental se caractérise par la présence de parties minérales fibreuses dans certaines roches à l'état naturel.*

*La présence d'amiante dans le sol constitue un danger se traduisant par des risques dès lors qu'une intervention entraîne la dispersion dans l'air de fibres, exposant ainsi les opérateurs et toute personne présente dans l'environnement du chantier à l'inhalation de fibres d'amiante.*

*La quantité d'amiante généralement présente dans les roches amiantifères varie de moins de 1 % à environ 25 % et parfois plus. Lorsque ces roches ne sont pas altérées, les fibres*

[5] D'après *Travaux en terrain amiantifère – Opérations de génie civil de bâtiment et de travaux publics – Guide de prévention*, INRS, ED 6142, septembre 2013.

*restent prisonnières de la roche et ne sont pas inhalées. En revanche, lorsque ces fibres sont libérées et mises en suspension dans l'air par des phénomènes naturels (érosion, vent, feux, glissements de terrain, …) ou par l'action de l'homme (travaux de terrassement, d'extraction, d'utilisation de la roche amiantifère en remblai), elles peuvent être inhalées.*

Le dispositif réglementaire mis en place afin de réduire l'exposition à l'amiante des travailleurs et de la population s'articule autour des textes dédiés à cette problématique dans le code du travail (articles R. 4412-94 et suivants) et dans le code de la santé publique.

La présence potentielle de roches amiantifères, au niveau de la galerie intermédiaire et des forages dirigés amont et aval, impose un traitement spécifique des matériaux excavés contenant de l'amiante naturelle.

En cas de rencontre de matériaux amiantifère, ils seront :

- confinés dans les remblais de la plateforme des viroles et/ou dans les niches / caverne de la galerie intermédiaire, pour les matériaux provenant du tronçon amont du chemin d'eau ;
- confinés dans les niches / caverne de la galerie existante, pour les matériaux provenant du forage dirigé aval.

**Dans ces conditions, aucune exposition ne sera permise.**

### 7.9.4. *Effet du bruit sur la santé*

Si l'audition évolue de manière naturelle au cours de la vie, elle peut être endommagée par des bruits dès lors que ceux-ci dépassent certains seuils.

Lorsque les niveaux sonores atteignent des valeurs élevées, des troubles physiologiques peuvent apparaître :

1) Gêne de la communication lorsque le niveau sonore ne permet pas de percevoir les conversations sans élever la voix (65 à 70 dBA),
2) Trouble de la vigilance par action d'un niveau sonore élevé pendant une longue période (70 à 80 dBA),
3) Troubles de l'audition pour les personnes soumises à un niveau sonore élevé (80 à 110 dBA),
4) Risques de lésions temporaires (acouphènes) ou permanentes pour des niveaux très élevés (110 à 140 dBA).

Il faut ajouter à ces phénomènes généralement constatés, l'effet subjectif du bruit qui peut rendre difficilement supportable une activité particulaire alors que celle-ci n'est que très peu perceptible.

Ainsi un bruit permanent, qui peut par ailleurs ne pas être particulièrement élevé peut rendre certaines personnes sensibles à des troubles psychologiques.

La perception du bruit dépend en effet de l'environnement et est associée à des vibrations, des températures, des charges émotionnelles. Le cumul de ces facteurs peut conduire à des réactions diversifiées de chaque individu à un même bruit. Celui-ci peut alors engendrer des conséquences sur l'organisme : influence sur le comportement des enfants, agressivité,

irritabilité, fatigue, perturbation de la concentration, désorganisation des cycles du sommeil, modification des systèmes sensoriels, problèmes cardio-vasculaires …

Le bruit issu des transports peut représenter jusqu'à 80% de l'énergie acoustique totale perçue par les riverains des axes routiers les plus importants. Globalement, le bruit routier est perturbant, mais des enquêtes ont pu montrer que les habitants des villes différencient les sources de gêne : les poids lourds sont les plus gênants, puis viennent les deux roues et enfin la voiture particulière.

D'autres enquêtes montrent que si le bruit des transports n'a pas d'effet irréversible sur la santé humaine, il contribue à la modification des comportements et génère des effets non auditifs.

Dans le cas présent, les sites de percement à l'explosif n'étant à l'origine que de nuisances ponctuelles et temporaires pour le voisinage (travail essentiellement souterrain) et n'induisant qu'un accroissement ponctuel du trafic routier, estimé à 15 rotations de camions par jour au maximum, la production de bruit ne sera pas suffisante pour pouvoir constituer une gêne sonore pour le voisinage, par ailleurs très limité.

En conséquence le **risque sanitaire, pour les tierces personnes, lié aux bruits engendrés par les travaux paraît nul**.

### 7.9.5. *Effets de la pollution de l'eau sur la santé*

Les produits polluants pouvant être répandus accidentellement sur le sol des sites d'extraction ou micropolluants produits par la circulation des engins et camions pourront se composer principalement d'hydrocarbures (fuel, gasoil, lubrifiants, …) de matières en suspension, de métaux (plomb, zinc, cuivre, …).

Ces éléments peuvent se déposer sur les sites du chantier. Ils seront ensuite lessivés pour les eaux de ruissellement et entraînés vers les bassins de décantation.

La Sarenne n'est pas exploitée pour la production d'eau potable dans les environs des zones de travail (pas de captage susceptible d'être en relation hydrogéologique avec le secteur de travail).

Malgré l'absence de captage d'eau potable, de nombreuses mesures, seront prises sur le chantier pour limiter les risques de pollution des eaux de surface.

De plus, n'induisant qu'un accroissement limité du trafic routier (au maximum 15 rotations quotidiennes de camions sur une période de 2 mois), la production de micropolluants véhiculés dans les eaux ne sera pas suffisante pour pouvoir constituer une pollution de la ressource en eau, même dans l'emprise du projet.

En conséquence le **risque sanitaire lié aux ruissellements des eaux de surface susceptibles de véhiculer des micropolluants et hydrocarbures vers les eaux paraît très faible**.

Ces risques sont limités et bien circonscrits et se déroulent dans un environnement peu fréquenté. Les personnes exposées sont donc principalement les employées des sociétés de travaux publics.

L'application de la réglementation du travail de ces entreprises spécialisées permettra de réduire sensiblement ces risques.

Un coordinateur en matière de sécurité et de protection de la santé des travailleurs interviendra pendant la durée du chantier. Les conditions de sécurité feront partie des critères de choix des entreprises contractantes.

## 7.10. SYNTHESE DES EFFETS DU PROJET EN PHASE CHANTIER

| Enjeux | Zone de travaux amont | | Secteur du Pont de Sarenne | | Zone de travaux aval | | Bilan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Projet retenu | Différence projet initial | Projet retenu | Différence projet initial | Projet retenu | Différence projet initial | |
| **Géologie, hydrogéologie, stabilité des terrains, risques sismiques** | Minage du pied de la falaise RG (prise d'eau et dessableur) | Terrassements rocheux plus importants (emprise du dessableur) **Incidence comparable** | Risque de venues d'eau (galerie intermédiaire et DDS amont) Terrassements rocheux | 3 zones sensibles évitées Venues d'eau réduites **Incidence améliorée** | Minage du pied de la falaise Risque de chute de blocs | Terrassements rocheux **Incidence dégradée** | **Incidence globale comparable** |
| **Hydrologie, régime des écoulements, transit sédimentaire** | Travaux dans le lit mineur Nécessité de dériver la Sarenne | **Incidence identique** | Pompages et rejets d'eau dans la Sarenne | Venues d'eau réduites **Incidence comparable** | Pompages et rejets d'eau dans la Sarenne | **Incidence comparable** | **Incidence globale identique** |
| **Climat, changement climatique** | Moins de transport routier = moins d'émissions de gaz à effet de serre **Incidence globale comparable** | | | | | | |
| **Qualité des eaux** | Diffusion de MES Risque de pollution accidentelle | **Incidence identique** | Diffusion de MES | Venues d'eau réduites **Incidence améliorée** | Diffusion de MES | Meilleure maîtrise du risque de pollution accidentelle **Incidence comparable** | **Incidence globale améliorée** |
| **Milieux et faune aquatiques** | Perturbations localisées et temporaires | **Incidence identique** | / | **Incidence identique** | Risque de colmatage de zones de frayères | **Incidence identique** | **Incidence globale identique** |
| **Habitats, flore et faune terrestres** | Déboisement de 2 500 m² Effarouchements Perte d'habitats potentiels Coupe de 2 arbres à cavités | | Déboisement de 10 000 m² Rajeunissement des milieux ouverts Effarouchements Perte d'habitats potentiels | | Pas de dérangement de chiroptères | **Incidence identique** | **Incidence globale mieux définie** |
| **Paysage** | Présence d'un chantier dans un site naturel fréquenté | **Incidence identique** | Visibilité importante des plateformes de chantier Impact visuel des déboisements et des remblais | Site plus fréquenté **Incidence dégradée** | Zone de travaux peu perceptible Site industriel préexistant | **Incidence identique** | **Incidence localement dégradée** |
| **Activités touristiques et voisinage** | Tirs de minage, bruits, poussières, circulation de camions Détournement du GR 54 | Terrassements rocheux plus importants **Incidence comparable** | Tirs de minage, bruits, poussières Perturbations circulation sur la RD211a | 6 hameaux de la commune de La Garde préservés **Incidence fortement améliorée** | Tirs de minage, bruits Trafic de camions réduit sur la RD 211 | Diminution du volume de déblais **Incidence améliorée** | **Incidence globale améliorée** |
| **Santé humaine** | Envol de poussières, circulation de camions | **Incidence identique** | Risque amiante | Risque amiante identifié et maîtrisé Gestion des déblais sur place **Incidence améliorée** | Tirs de minage, bruits, trafic de camions Risque amiante | Risque amiante identifié et maîtrisé Gestion des déblais sur place **Incidence améliorée** | **Incidence globale améliorée** |

*Tableau 46 : Synthèse des incidences de l'aménagement – Phase chantier*

# 8. ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT – PHASE EXPLOITATION

## 8.1. EFFETS SUR LA GEOLOGIE, L'HYDROGEOLOGIE, LA STABILITE DES TERRAINS ET LES RISQUES SISMIQUES

Sur le plan sismique, la retenue d'eau en amont du seuil ayant un volume très faible (1 000 $m^3$), elle n'aggravera pas les risques locaux. L'incidence est nulle.

La stabilité des talus et remblais de l'aménagement, réalisés dans les règles de l'art, drainés et végétalisés, sera meilleure que celle des terrains naturels.

Le risque de chute de pierres et de blocs depuis les secteurs de falaises surplombant les ouvrages (rive gauche de la Sarenne au niveau de la prise d'eau, entrée de la galerie intermédiaire, secteur de l'usine hydroélectrique) sera fortement réduit par rapport à l'état initial du fait de la sécurisation des parois (stabilisation des blocs, clouage, béton projeté, …) et de la pose de filets de protection.

L'**incidence de l'aménagement sur la stabilité des terrains sera localement positive**.

➔ L'évitement des secteurs sensibles (rive droite de la Sarenne, secteur du Rosay) et le linéaire réduit de galeries (forages dirigés sur 72 % du chemin d'eau souterrain) limitent les risques géologiques.

## 8.2. EFFETS SUR L'HYDROLOGIE, LE REGIME DES ECOULEMENTS ET LE TRANSIT SEDIMENTAIRE

### 8.2.1. *Débit réservé et régime hydrologique induit dans le tronçon court-circuité de la Sarenne*

La valeur retenue pour le débit réservé à maintenir dans le tronçon de la Sarenne en aval de la prise est de 120 l/s. Elle correspond à la valeur du débit réservé de l'ancien aménagement hydroélectrique, dont l'impact a déjà pu être apprécié, y compris sur le plan paysager au niveau de la cascade de Sarenne.

Cette valeur de 120 l/s est supérieure au plancher réglementaire fixé par la loi (10% du module naturel soit 108 l/s).

L'instauration du débit réservé se traduit par un nouveau régime des eaux constitué du débit réservé auquel s'ajoute, en période de hautes eaux, des déversements conséquents. Le modèle de gestion qui a servi à l'estimation du potentiel hydroélectrique a été mobilisé pour quantifier les futures conditions du régime en aval immédiat de la prise d'eau. La moyenne annuelle des débits en aval du seuil sera de 280 l/s et **le régime hydrologique conservera un profil conforme au régime naturel**.

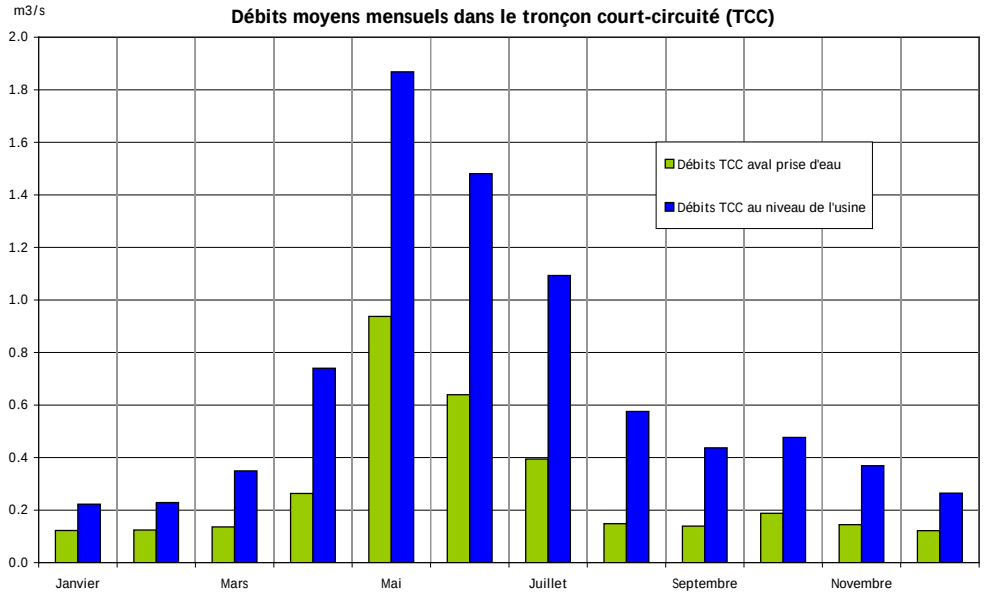



*Figure 97 : Débits moyens mensuels dans le futur tronçon court-circuité*

Par ailleurs, les apports réguliers du bassin versant intermédiaire contribueront à renforcer les débits dans le tronçon court-circuité. Cet effet d'amortissement de l'impact hydrologique est important au droit de la restitution puisque le débit moyen annuel, avant restitution des eaux turbinées, atteindra 680 l/s, soit 240 % du débit moyen annuel en aval de la prise d'eau.

En conséquence, l'incidence négative de l'aménagement sur l'hydrologie du tronçon court-circuité de la Sarenne, de l'aval de la prise d'eau jusqu'au seuil de l'ancien aménagement sera forte à moyenne. Cette incidence décroît progressivement vers l'aval grâce aux apports des torrents affluents.

L'incidence sur le régime d'écoulement est très faible, avec le maintien d'un profil conforme au régime naturel.

L'incidence de l'exploitation de l'aménagement hydroélectrique de la Sarenne sur l'hydrologie et le régime hydrologique s'annule à la restitution des eaux turbinées. L'aménagement n'a donc aucun effet sur le tronçon aval de la Sarenne ni sur la Romanche.

➔ L'incidence du projet modifié et du projet initial sur l'hydrologie et le régime des écoulements de la Sarenne est identique.

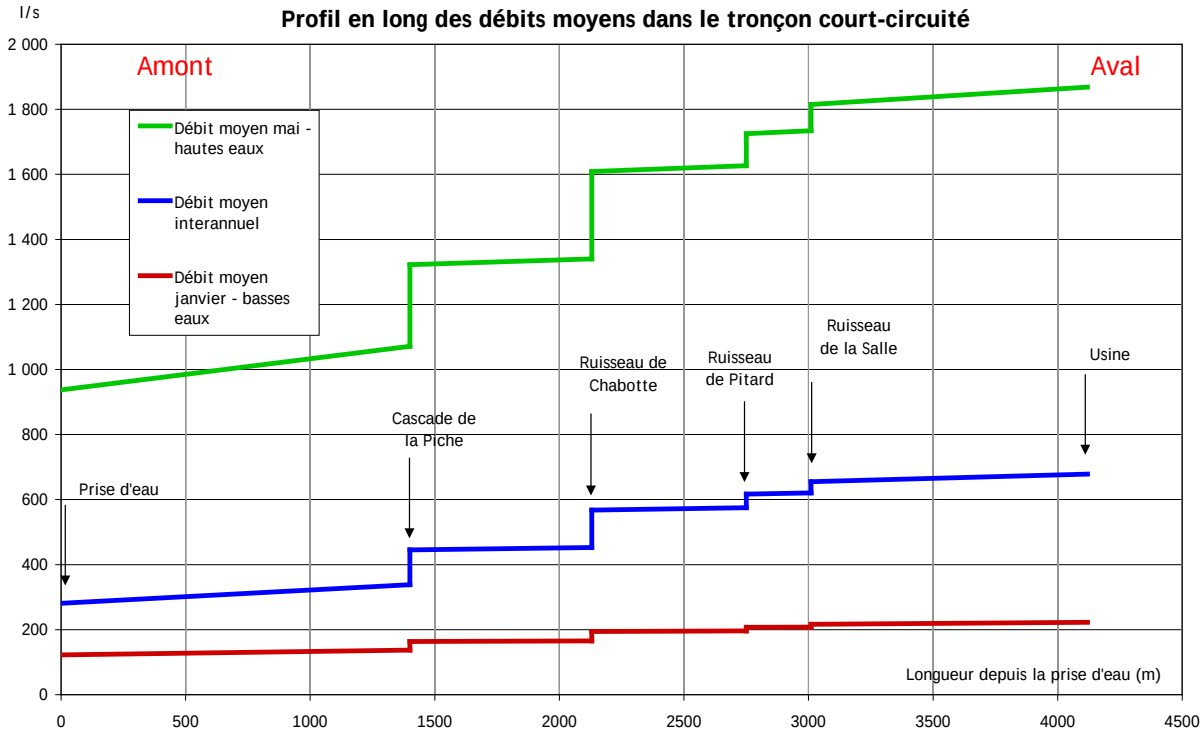



*Figure 98 : Profil en long des débits moyens dans le futur tronçon court-circuité*

### 8.2.2. *Continuité sédimentaire*

La retenue formée par le barrage-seuil, de très petite taille (500 m² / 1 000 $m^3$), ne représente pas un enjeu significatif sur le piégeage des sédiments, susceptible de modifier le bilan sédimentaire de la Sarenne sur le long terme (volume équivalent à la moitié du charriage annuel estimé).

L'aménagement a été conçu de manière à garantir une transparence maximale vis-à-vis des flux sédimentaires. Les périodes de crues qui sont les plus propices à des transports sédimentaires importants se traduisent par des débits excédentaires par rapport aux capacités de turbinage. L'ouverture des vannes du seuil vanné, pour les débits supérieurs à la crue annuelle ($Q_1$ = 8 $m^3$/s) permettra d'assurer le transit des matériaux déposés dans la retenue. Ces manœuvres seront associées aux opérations d'évacuation des sédiments accumulés dans le dessableur, et à des chasses régulières des sédiments accumulés dans le chenal de dégravement, en amont de la prise d'eau.

En complément, si nécessaire, des opérations exceptionnelles de curage de la retenue et des différents ouvrages de la prise d'eau pourront être réalisées.

Généralement, les chasses s'effectueront en période de fortes eaux. Toutefois, elles peuvent se dérouler toute l'année, en fonction du constat d'engravement ou d'ensablement de la prise, ou encore pour des raisons d'exploitation ou de maintenance. Les périodes préférentielles seront définies préalablement afin de limiter le risque de colmatage des frayères potentielles à truites. Les volumes accumulés de sédiments fins seront largement limités par la fréquence des mouvements de la vanne du chenal de dégravement et de la vanne du dessableur.

L'**impact de l'aménagement sur le transit sédimentaire de la Sarenne sera faible**, essentiellement lié à un écrêtage modéré des crues morphogènes.

➔ Les incidences du projet modifié et du projet initial sur l'hydrologie et le transit sédimentaire de la Sarenne sont identiques.

## 8.3. EFFETS SUR LE CLIMAT ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'aménagement hydroélectrique de la Sarenne permettra la production de 33 200 MWh d'électricité en moyenne, chaque année. Cette production par une source d'énergie renouvelable permet d'éviter l'émission de 15 300 à 31 900 tonnes de $CO_2$ dans l'atmosphère en comparaison avec une production équivalente par centrale thermique au gaz ou au charbon.

La retenue formée par le barrage-seuil ne constituera pas une source d'émission de gaz à effet de serre (formation de méthane lors de la décomposition de la matière organique accumulée) en raison de son volume très faible (1 000 $m^3$) et des apports potentiels en matières organiques très limités de la Sarenne.

Par conséquent, l'aménagement hydroélectrique de la Sarenne aura une **incidence positive**, bien que de faible ampleur, sur le changement climatique. Il s'inscrit dans les déclinaisons à l'échelle nationale et régionale des engagements pris par la France dans la lutte contre le réchauffement climatique et pour le développement des énergies renouvelables.

➔ Le projet modifié, plus détaillé techniquement que le projet initial, a permis d'estimer de façon plus précise la production électrique moyenne de l'aménagement.

Les incidences du projet modifié et du projet initial sur le climat et le changement climatique sont identiques.

## 8.4. EFFETS SUR LA QUALITE DE L'EAU

La dérivation de l'eau dans une conduite forcée et son turbinage ne sont pas de nature à altérer la qualité de l'eau restituée à la Sarenne en aval de l'usine hydroélectrique.

Les seuls effets de l'aménagement vis-à-vis de la qualité de l'eau sont liés à la diminution du débit transitant dans le tronçon court-circuité de la Sarenne. Ils pourront se traduire par un réchauffement accru de l'eau pendant les mois d'été et par une augmentation ponctuelle de la teneur en polluants dissous dans l'eau.

L'augmentation potentielle de la température de l'eau pourra atteindre 2 à 3 °C au débit réservé (120 l/s) sur la partie aval du tronçon court-circuité. La restitution d'eau froide à l'usine annulera cet impact pour le tronçon aval de la Sarenne.

L'absence de rejets d'eaux résiduaires domestiques dans le tronçon court-circuité de la Sarenne limite le risque d'accroissement de la pollution de l'eau en raison d'une capacité de dilution réduite.

Les principales causes de pollutions diffuses sont les défauts dans le réseau d'assainissement pluvial de l'Alpe d'Huez (branchements non conformes), la fréquentation

touristique non contrôlée (rassemblements massifs à l'occasion du Tour de France cycliste, notamment) et la présence d'animaux dans les alpages en été (bovins, caprins, ovins).

Au regard des conditions climatiques et des pressions anthropiques actuelles dans le bassin versant de la Sarenne, l'incidence de l'aménagement sur la qualité de l'eau de la Sarenne, au niveau du tronçon court-circuité, est faible à moyenne, selon la saison (incidence plus importante en été).

La tendance au réchauffement climatique et l'accroissement attendu de la fréquentation touristique présentent un risque de renforcement des effets négatifs du projet sur la qualité de l'eau (augmentation de la température et eutrophisation accrues).

➔ Ces effets sont identiques à ceux envisagés pour le projet initial.

## 8.5. EFFETS SUR LES MILIEUX ET LA FAUNE AQUATIQUES

### 8.5.1. *Contraintes physiques*

La Sarenne est un cours d'eau qui présente des conditions environnementales particulières en raison d'un régime hydrologique glaciaire en tête et nivo-glaciaire dans son cours médian, d'une forte pente et d'un transport solide important.

Les cours d'eau à très haute énergie sont caractérisés par un tracé assez simple quasi rectiligne avec une dissipation énergétique qui s'effectue dans une succession de chutes d'eau et de trous d'eau.

L'essentiel du transport sédimentaire s'effectue en période de crue, période où l'énergie très importante du cours d'eau favorise les affouillements, les surcreusements en pied de chutes et le charriage vers l'aval des fractions granulométriques de toute taille.

Cette dynamique crée une succession d'habitats aquatiques marqués par une très forte segmentation et caractérisés par des abris pour la faune assez nombreux en raison d'une granulométrie très grossière.

Le fonctionnement de la prise d'eau au fil de l'eau[6] garantit le maintien de fréquents épisodes de hautes eaux dans le tronçon court-circuité de la Sarenne, notamment vis-à-vis des crues morphogènes, permettant l'entretien de la diversité des habitats. C'est le facteur clé de la pérennité des habitats aquatiques sur le long terme. L'intensité des événements déversants restera importante comme le montre le graphe ci-après.

[6] Contrairement à un barrage d'éclusée ou de lac de retenue qui cumule l'impact sur la décantation des flux solides avec celui d'une réduction sensible du régime des crues morphogènes.

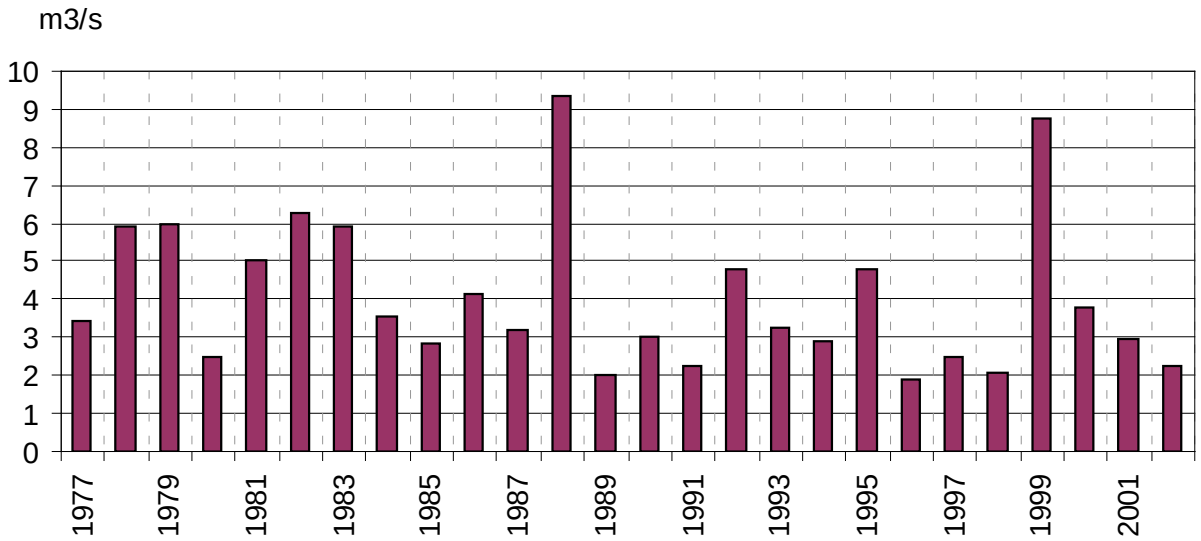



*Figure 99 : Simulation du débit journalier maximal déversant chaque année d'après la chronique de débits de la Sarenne entre 1977 et 2002*

Hors périodes de hautes eaux, la diminution du débit dans la partie court-circuitée pourra cependant favoriser l'ensablement dans les zones calmes et la décantation des matières organiques. Toutefois, les débits des affluents intermédiaires de la Sarenne ne seront pas modifiés et ils contribueront à limiter ce risque.

### 8.5.2. *Effets sur les habitats aquatiques*

Du point de vue des habitats aquatiques et en l'absence de pollution marquée, les principales contraintes sont liées à l'entretien du substrat et au maintien de conditions d'écoulement diversifiées dans le tronçon court-circuité, avec une forte représentation de vitesses rapides.

Pour ces deux critères, la très forte pente du secteur et le maintien d'un débit réservé conséquent, garantissent le respect de cette diversité.

Le débit réservé vise à satisfaire le bon fonctionnement des milieux et, le cas échéant, des usages. Dans le cas de la Sarenne, en l'absence de prélèvements ou de rejets, seul le bon fonctionnement écologique du secteur court-circuité a été pris en compte.

Différentes méthodes de définition d'un débit à même de satisfaire les exigences biologiques ont été élaborées, dont la méthode dite des microhabitats. Celle-ci est présentée dans le guide méthodologique d'application de la méthode « Evha[7] » comme *« une méthode permettant d'estimer et d'analyser un potentiel d'habitat sur la base de quelques variables morphodynamiques bien choisies, en général hauteur, vitesse et substrat et ce de façon dynamique, en incluant une dimension temporelle, la variation des débits. Il s'agit d'une méthode prévisionnelle utile pour simuler différents scénarios de gestion hydraulique des cours d'eau, bien que son interprétation soit indissociable des importantes hypothèses simplificatrices qu'elle implique ».*

[7] Evha comme Évaluation de l'Habitat : Cemagref

Sur la Sarenne, la sectorisation très contrastée des faciès et la pente du torrent posent d'emblée la pertinence d'une méthode d'analyse fondée sur une description et une modélisation hydraulique dans un système particulièrement complexe. Les calculs hydrauliques n'ont en effet pas beaucoup de pertinence dans un système où les éléments déterminants pour les écoulements sont la disposition de blocs, les sous-écoulements et des séquences chutes/mouilles où la notion de pente hydraulique n'a guère de sens. La pente moyenne de la Sarenne est d'environ 18 % et ne peut être modélisée avec l'outil Evha. Cette notion de pente est aussi importante pour qualifier le comportement des truites qui se distingue largement des conditions initiales de calage du module biologique de la méthode. *« On peut considérer que ces courbes, qui sont donc issues à la fois de résultats expérimentaux et d'avis d'experts en France et aux États-Unis, ont un spectre d'utilisation assez large applicable à tous les cours d'eau de montagne ou de pré-montagne à fond caillouteux dès lors que la pente n'excède pas 50 ‰ et le module environ 20 $m^3$/s. »*

De manière générale, sur la Sarenne, la valeur biologique du cours d'eau dépend :

1) de la succession de zones de chutes et de rapides plus favorables au développement des invertébrés (participant à la ressource trophique pour la truite) ;
2) de la succession de zones de mouille intercalaires dans lesquelles la profondeur est faiblement impactée par le débit ;
3) de la présence d'abris suffisants pour satisfaire les exigences d'habitats des truites.

Dans ces conditions, l'évolution de l'habitat peut être approchée de façon qualitative : en basses eaux, les vitesses d'écoulement diminuent, sauf dans les chutes d'eau et permettent potentiellement une meilleure exploitation du territoire dans les zones de mouilles. Les profondeurs seront peu impactées dans les faciès de mouilles, sauf dans les zones de bordure qui pourraient voir apparaître des zones exondées. Cette réduction en surface est impossible à quantifier de façon exhaustive. Des visites de terrain à un débit naturel voisin de 120 l/s ont confirmé le maintien d'une bonne diversité des faciès en eau.

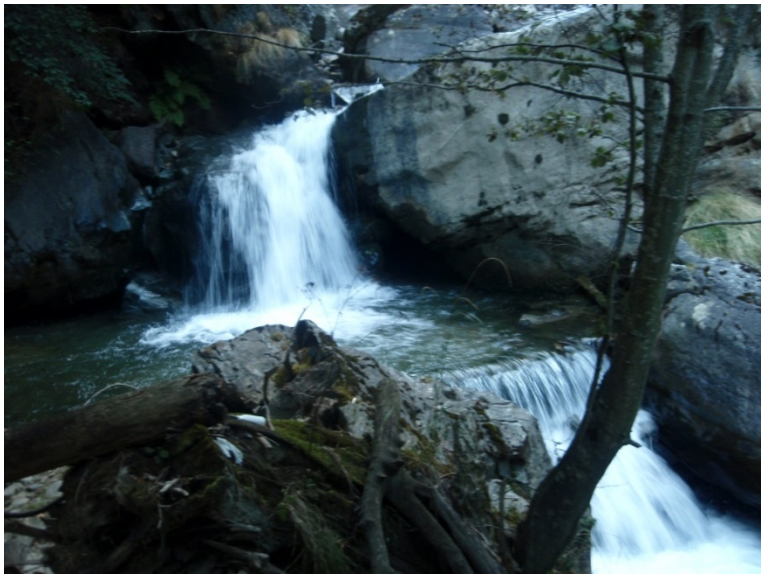


*Figure 100 : Faciès de cascade à l'aval de la future prise d'eau – Débit d'environ 120 l/s*

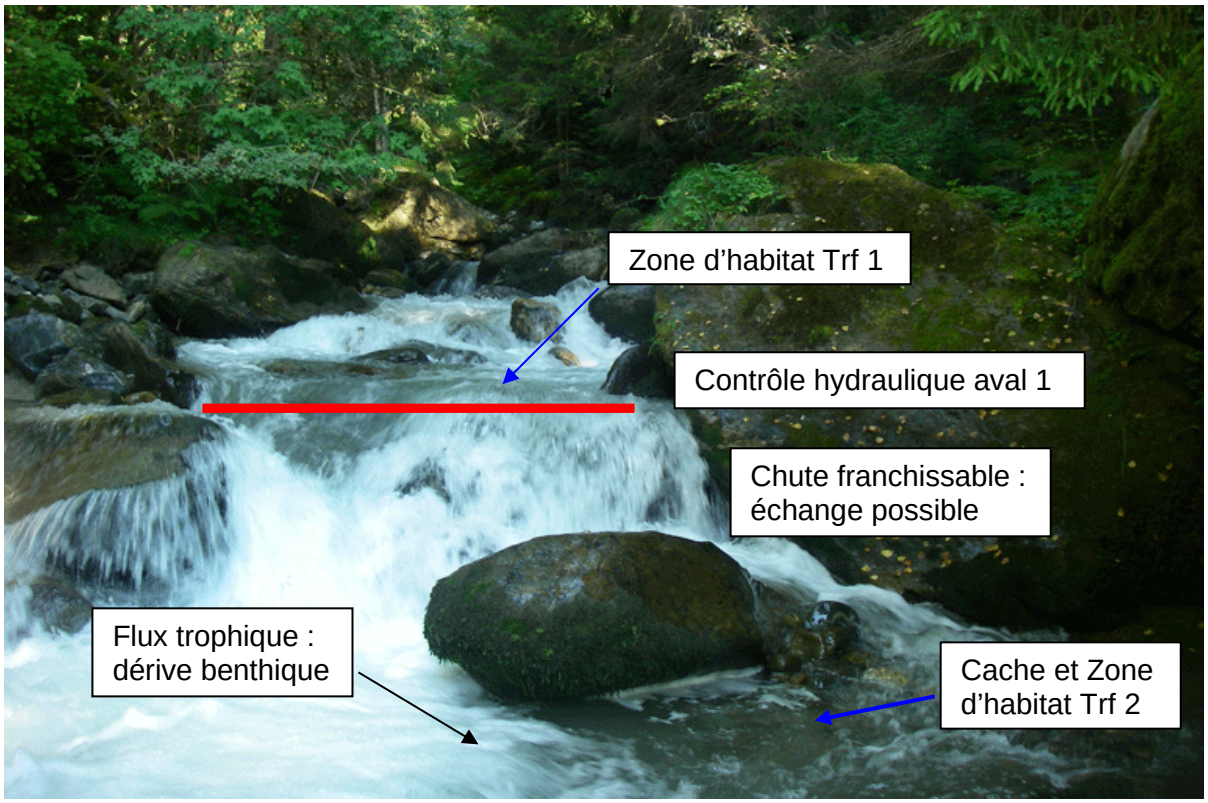



*Figure 101 : Exemple de succession d'habitats pour la truite fario – Débit d'environ 120 l/s*

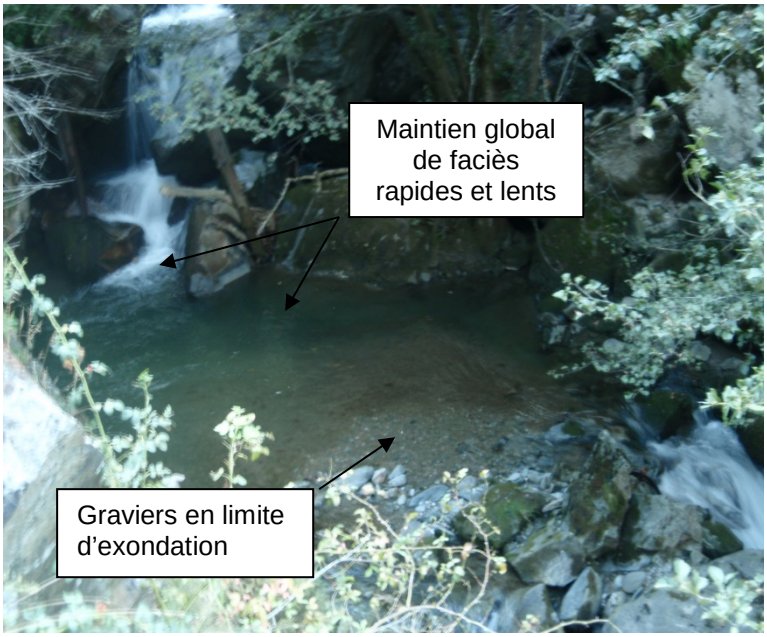



*Figure 102 : Site caractéristique à l'aval de la future prise d'eau – Débit d'environ 120 l/s*

La stabilisation relative du régime des eaux pourrait constituer un facteur favorable à une augmentation de la biomasse et des surfaces exploitées par les truites, même si les conditions physiques (pente, altitude, climat, …) sont limitantes pour la ressource trophique. L'enjeu majeur est donc la poursuite d'une bonne dynamique hydromorphologique en période de hautes eaux et de crues. Cette dynamique est effectivement garante de la pérennité des zones de mouilles et de leur profondeur suffisante.

### 8.5.3. *Continuité écologique*

Pour l'enjeu de la reproduction de la truite fario, l'essentiel du potentiel est situé en dehors du projet (tronçon entre le télésiège de l'Alpauris et le ruisseau Nou en amont et tronçon aval de la Sarenne). Quelques zones potentiellement favorables ont été identifiées en aval de la prise d'eau mais leur fonctionnalité effective est fortement limitée par les conditions naturelles d'accès des adultes reproducteurs très contraignantes (succession de chutes pas ou difficilement franchissables).

La Sarenne n'est pas classée au titre de la loi du 15 juillet 1980, il n'y a donc pas de contre-indication à l'implantation de nouvelle installation hydroélectrique. Elle n'est pas classée au titre de l'article L 432-6 du code de l'environnement relatif aux passes à poissons. Néanmoins, des ouvrages adaptés pour assurer la montaison et la dévalaison de la truite fario ont été intégrés au projet et inscrits dans le cahier des charges de la concession afin d'assurer une intégration optimale de l'aménagement.

La population piscicole de la Sarenne amont est isolée du reste de l'hydrosystème en raison des nombreux obstacles naturels à la montaison présents dans le secteur des gorges de la Sarenne. La fonction de réservoir biologique du secteur amont de la Sarenne, identifiée dans l'ancien SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée (2009-2015) et dans le SAGE du Drac et de la Romanche, s'inscrit dans une logique d'alimentation en individus adultes de truites fario du cours aval de la Sarenne et de la Romanche, par dévalaison, sans possibilité de migration inverse pour la reproduction.

Dans cette logique, il était essentiel de garantir une transparence du barrage-seuil de la prise d'eau aux migrations de dévalaison. Le projet retenu permet la dévalaison des poissons par l'intermédiaire d'une passe à poissons et d'un ouvrage de dévalaison au niveau de la prise d'eau. Pour prévenir le passage des poissons dans la conduite forcée, la prise d'eau est équipée d'une grille fine avec dégrilleur.

Afin de ne pas constituer un obstacle aggravant l'effet de segmentation, déjà naturellement très prégnant sur la Sarenne, le barrage-seuil de la prise d'eau sera équipé d'un ouvrage de montaison. Cet ouvrage permettra de maintenir les échanges piscicoles entre la partie amont du tronçon court-circuité et le secteur amont de la Sarenne.

L'un des facteurs clés du succès de ces ouvrages est l'attractivité de la passe à poissons. Comme celle-ci concentrera l'intégralité du débit réservé (exutoire de l'ouvrage de dévalaison sur la partie amont de l'ouvrage de montaison), il n'y aura pas, en régime habituel, de concurrence d'attrait significative. L'ouverture aval sera cependant étudiée pour qu'elle reste fonctionnelle et attractive y compris en période d'ouverture de la vanne du chenal de dégravement et de surverse au niveau du seuil libre. En période hivernale et en cas de prise par les glaces, le dessin de la passe à poissons devra garantir le transit de l'eau en sous-écoulement.

Le deuxième facteur important est celui des performances de l'ouvrage sous différents régimes hydrauliques. La gestion au fil de l'eau de l'aménagement garantit de bonnes performances dans ce domaine. Néanmoins, un marnage d'environ 20 cm est inévitable en

raison de la conception de la prise d'eau qui se remplit par déversement sur un seuil fixe. La passe intégrera donc un système d'asservissement pour réguler le débit entrant.

L'entretien des ouvrages de montaison et de dévalaison est déterminant.

Sur la partie aval du tronçon court-circuité, le seuil de l'ancien aménagement sera déconstruit.

### 8.5.4. *Synthèse des effets sur les habitats et la faune aquatiques*

L'aménagement hydroélectrique de la Sarenne induira une réduction du débit transitant dans le tronçon court-circuité. Compte tenu de la configuration des habitats aquatiques dans le secteur des gorges de la Sarenne, cette réduction du débit n'aura pas d'effet significatif sur le maintien de la diversité des vitesses d'écoulement et des faciès de mouilles et de chutes / rapides. Une exondation limitée des zones de bordures des mouilles peut survenir.

En période de basses eaux, la réduction du débit pourra favoriser des dépôts de sédiments fins dans les secteurs abrités. Cependant, la concentration en matières en suspension est faible dans ces conditions hydrologiques ; de plus, la retenue en amont de la prise d'eau et le dessableur favoriseront le piégeage sédimentaire en amont du tronçon court-circuité, en dehors des épisodes de crues. En contrepartie, la régularisation des débits dans le tronçon court-circuité peut s'avérer bénéfique pour la faune benthique et donc indirectement pour la truite fario.

La continuité piscicole sera maintenue au niveau du barrage-seuil de la prise d'eau par un ouvrage de montaison et un ouvrage de dévalaison.

En conséquence, l'incidence de l'aménagement hydroélectrique de la Sarenne vis-à-vis des habitats et de la faune aquatiques sera faible.

➔ L'incidence du projet modifié est identique à celle du projet initial.

## 8.6. EFFETS SUR LES HABITATS NATURELS ET SEMI-NATURELS, LA FLORE ET LA FAUNE TERRESTRES

### 8.6.1. *Zone amont*

Au niveau du secteur de la prise d'eau, la surface de végétation supprimée de façon définitive par la construction de l'aménagement hydroélectrique de la Sarenne correspond à l'emprise de la retenue, des différents ouvrages associés à la prise d'eau et des voies d'accès conservées pour l'exploitation de l'aménagement. Cela représente une surface totale de l'ordre de 1 500 m².

Les habitats naturels concernés sont largement représentés à l'échelle des gorges de la Sarenne (plusieurs dizaines d'hectares). Leur dynamique d'évolution est stable, voire en expansion localement, au niveau des terrains en déprise agricole. Dans ce contexte, la suppression d'une surface totale de 1 500 m², ne créant pas de discontinuité et ne constituant pas une barrière vis-à-vis des différents corridors biologiques, n'a pas d'incidence significative.

Les terrains remaniés lors des travaux qui ne seront pas utilisé pour l'exploitation de l'aménagement (environ 1 000 m²) seront remis en état et végétalisés à la fin des travaux. À court terme, cela se traduira par une rudéralisation et une banalisation des groupements végétaux. La végétation évoluera ensuite progressivement vers des formations végétales semblables à celles d'origine. Ainsi, à moyen ou long terme, l'impact de l'aménagement sera nul.

Le fonctionnement courant de l'aménagement hydroélectrique de la Sarenne n'entrainera pas de perturbation de la faune terrestre.

Les vitesses d'écoulement dans la retenue et au droit de la prise d'eau seront suffisamment faibles pour ne pas impliquer de risque de noyade suite à une chute accidentelle ou une tentative de franchissement. À l'inverse, le maintien d'un pont pour permettre l'accès aux ouvrages situés en rive gauche de la Sarenne favorisera localement la connectivité entre les deux versants de la vallée de la Sarenne.

Les opérations d'entretien induiront des effarouchements ponctuels mais réguliers de la faune. Cependant, la fréquentation humaine actuelle du site étant déjà assez importante, en particulier pendant la période estivale, l'effet du surcroît d'activité lors des opérations d'entretien sera très limité.

➔ L'incidence sur les habitats, la flore et la faune terrestres du projet modifié est semblable à celle du projet initial dans le secteur de la prise d'eau.

### 8.6.2. *Secteur du Pont de Sarenne*

La réalisation de l'aménagement hydroélectrique de la Sarenne se traduira par la destruction définitive d'environ 3 000 m² de milieu naturel :

1) 1 500 m² au niveau de la plateforme d'attaque de la galerie intermédiaire, qui sera utilisée pour l'entretien courant de l'aménagement ;
2) 1 400 m² dans l'emprise de la piste en contrebas de la RD 211a.

Les habitats naturels concernés sont largement représentés à l'échelle du vallon de la Sarenne (plusieurs dizaines d'hectares) et en forte expansion localement en raison de la déprise agricole. En revanche, la situation en contact avec la RD 211a et l'extension de la paroi rocheuse verticale augmenteront l'effet barrière de la route, sur un linéaire de moins de 100 m. Dans ces conditions, l'incidence de l'aménagement n'est pas significative.

Les talus en remblais de la plateforme de stockage des viroles (~ 5 000 m²) seront enherbés après les travaux. La plateforme sera maintenue pour permettre le déroulement d'opérations de maintenance exceptionnelle ou d'éventuelles interventions en urgence au niveau de la galerie intermédiaire.

La végétation sur les talus évoluera ensuite progressivement vers des formations végétales semblables à celles impactées lors des travaux. Ainsi, à moyen ou long terme, l'incidence de l'aménagement sera nulle.

Le défrichement et la création de milieux ouverts au niveau de la plateforme en remblais sera favorable, à court et moyen termes, à la plupart des espèces animales et végétales à enjeu local de conservation, identifiées au niveau du secteur du Pont de Sarenne.

Ainsi, l'**Achiléee noble**, l'**Ail rocambole**, le **Stipe penné**, l'**Euphraise jaune** et la **Trinie commune** poussent de façon préférentielle dans les pelouses sèches ou les prairies.

Vis-à-vis de l'entomofaune, ce type de milieux est l'habitat privilégié de l'**Apollon**, de l'**Azuré de la croisette** et de l'**Hespérie de l'Épiaire**. Le **Semi-apollon** peut également être favorisé par la végétation des lisières en bordure de la zone.

Les milieux ouverts constituent par ailleurs un terrain de chasse privilégié pour la **Bondrée apivo**re, le **Circaète Jean-le-Blanc** et les **chiroptères**.

L'incidence de l'aménagement à court et moyen terme est donc positive pour la faune et la flore terrestres.

La colonisation spontanée des talus par une végétation arbustive et arborée limitera progressivement l'attrait pour les espèces liées aux milieux ouverts. La zone redeviendra favorable aux espèces forestières comme initialement. L'aménagement n'aura donc pas d'incidence significative à long terme.

Le dérangement induit par les opérations d'entretien courant au niveau de la galerie intermédiaire sera du même ordre que celui provoqué par le passage de véhicules sur la RD 211a. L'impact est donc nul.

➔ La modification du projet d'aménagement hydroélectrique induit une incidence plus positive que le projet initial sur les habitats, la flore et la faune terrestres dans le secteur du Pont de Sarenne.

### 8.6.3. *Zone aval*

Les enjeux écologiques dans le secteur de l'usine sont très limités en raison de la vocation industrielle du site.

Au niveau des zones de terrassement de la paroi rocheuse, en arrière de l'usine, la végétation chasmophytique colonisera progressivement les zones découvertes.

**Aucun impact significatif du fonctionnement de l'aménagement n'est à noter vis-à-vis des habitats naturels, de la flore et de la faune terrestres**.

➔ L'incidence sur les habitats, la flore et la faune terrestres du projet modifié est semblable à celle du projet initial au niveau de l'usine hydroélectrique.

### 8.6.4. *Ancien aménagement de 1975*

La suppression de la prise d'eau actuelle et de la conduite forcée se traduira inexorablement par l'effacement du sentier qui en permet l'accès. Sur ces secteurs, la végétation de fond de gorges reprendra spontanément sa dynamique.

Pour la faune, ce secteur regagnera largement en tranquillité.

L'**incidence globale du nouvel aménagement est donc positive** sur ce secteur.

➔ Au niveau des emprises de l'ancien aménagement, l'incidence sur les habitats, la flore et la faune terrestres du projet modifié est semblable à celle du projet initial.

## 8.7. EFFETS SUR LE PAYSAGE

L'aspect paysager de l'aménagement fait l'objet d'une attention particulière avec un traitement architectural des éléments qui ne pourront être enterrés : ouvrages de la prise d'eau, plateformes et entrée de la galerie intermédiaire, usine hydroélectrique.

Toutes les installations de l'ancien aménagement seront démontées : usine, conduite forcée, et prise d'eau.

### 8.7.1. *Zone amont*

Le site d'implantation de la prise d'eau est éloigné d'au moins 500 m, à vol d'oiseau, de la RD 211 qui permet la montée jusqu'à l'Alpe d'Huez. Il s'inscrit dans le secteur des gorges de la Sarenne, dont le profil très encaissé et les versants boisés empêchent la perception des ouvrages de la prise d'eau.

La seule perception directe des ouvrages se fera depuis le GR 54 qui chemine en surplomb de la Sarenne. La végétation assez dense et élevée contribue à la fermeture du champ visuel. Ainsi, depuis le GR 54, seule une fenêtre correspondant à la rampe d'accès à la prise d'eau offrira un point de vue sur l'aménagement.



*Figure 103 : Esquisse paysagère – Site de la prise d'eau, vu depuis la rampe d'accès – Bureau Esquisse, décembre 2017*

Le barrage-seuil, composé d'un mur en béton de 3,50 m de haut, est épaulé à l'aval par des enrochements destinés à limiter l'érosion ou le déchaussement de l'ouvrage pendant les crues. Ces blocs contribueront à l'intégration de l'ouvrage dans le paysage.

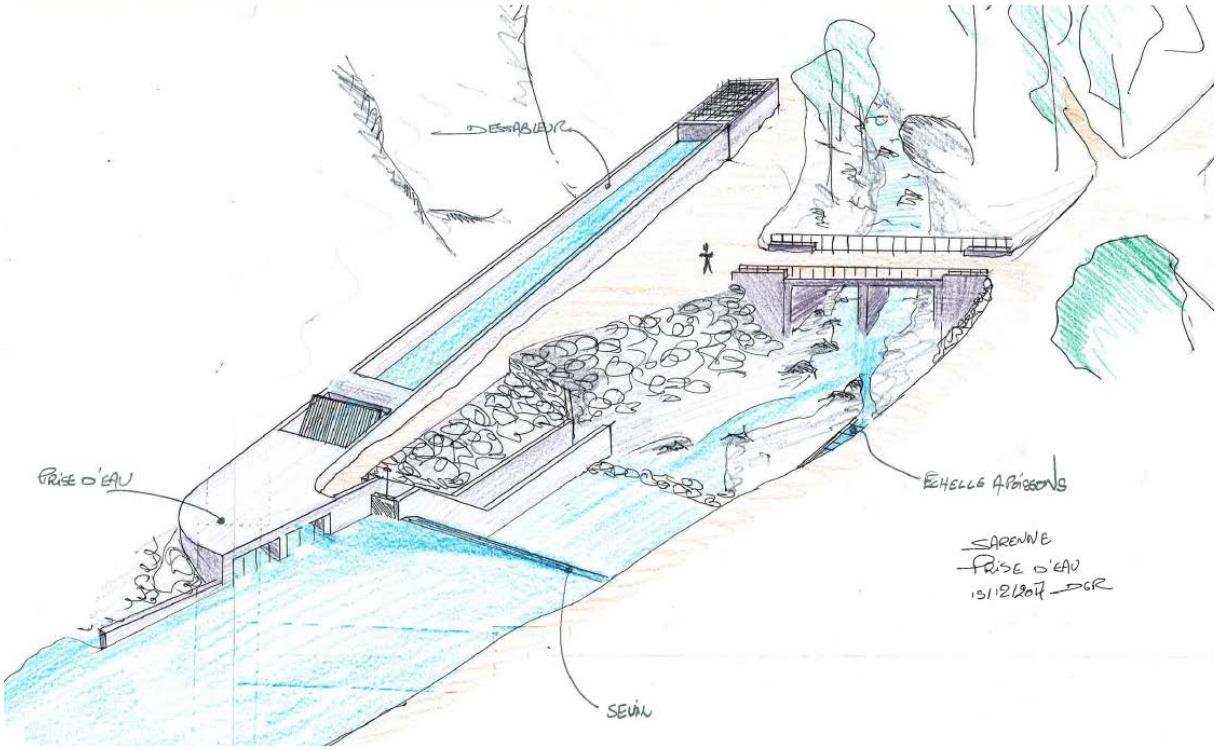



*Figure 104 : Esquisse paysagère – Site de la prise d'eau – CNR, décembre 2017*

La retenue formée en amont du seuil est de dimension très modeste : 500 m² pour un volume de 1 000 $m^3$ environ. Elle sera partiellement comblée par les apports sédimentaires de la Sarenne, ce qui limitera son impact visuel.

Les ouvrages les plus visibles seront le pont en aval du barrage-seuil et l'ensemble prise d'eau / dessableur / local technique, en rive gauche de la Sarenne.

L'intégration de ces ouvrages dans le paysage sera élaborée avec le concours d'un architecte, et en concertation avec les communes d'Huez et de La Garde, dans le cadre d'une demande de permis de construire.

Compte tenu de sa perception très limitée, l'aménagement n'aura qu'une **incidence faible et très ponctuelle sur le paysage au niveau du secteur de la prise d'eau.**

➔ Les éléments apparents des ouvrages associés à la prise d'eau sont plus importants dans le projet modifié, mais l'impact paysager reste semblable à celui du projet initial en raison de la perception très limitée.

### 8.7.2. *Secteur du Pont de Sarenne*

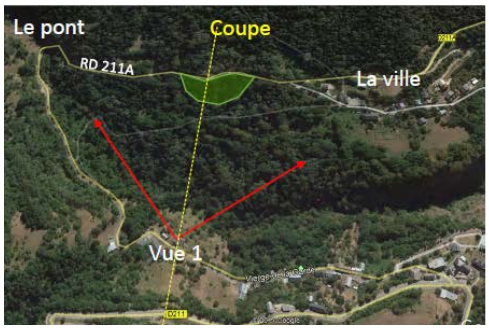
Sur le secteur du Pont de Sarenne, l'effet de l'aménagement en phase exploitation sur le paysage est lié au maintien des deux plateformes.

La plateforme d'attaque de la galerie intermédiaire induira une extension de la paroi rocheuse en rive gauche, depuis le pont franchissant la Sarenne. Cette zone sera

perceptible depuis la RD 211a longeant la plateforme. Depuis des points de vue éloignés, la zone sera masquée par le couvert végétal.



*Figure 105 : Paroi rocheuse actuelle au niveau du pont de la RD 211a*







**Observations:**
Depuis le versant opposé, sur la rue d'en bas RD211A, le projet fera une ouverture dans le couvert forestier . Espace ouvert enherbé comme celui qui est perçu aux abords du hameau de La Ville . Bonne intégration. Les arbres en pied de projet le masqueront pour partie , en projection.

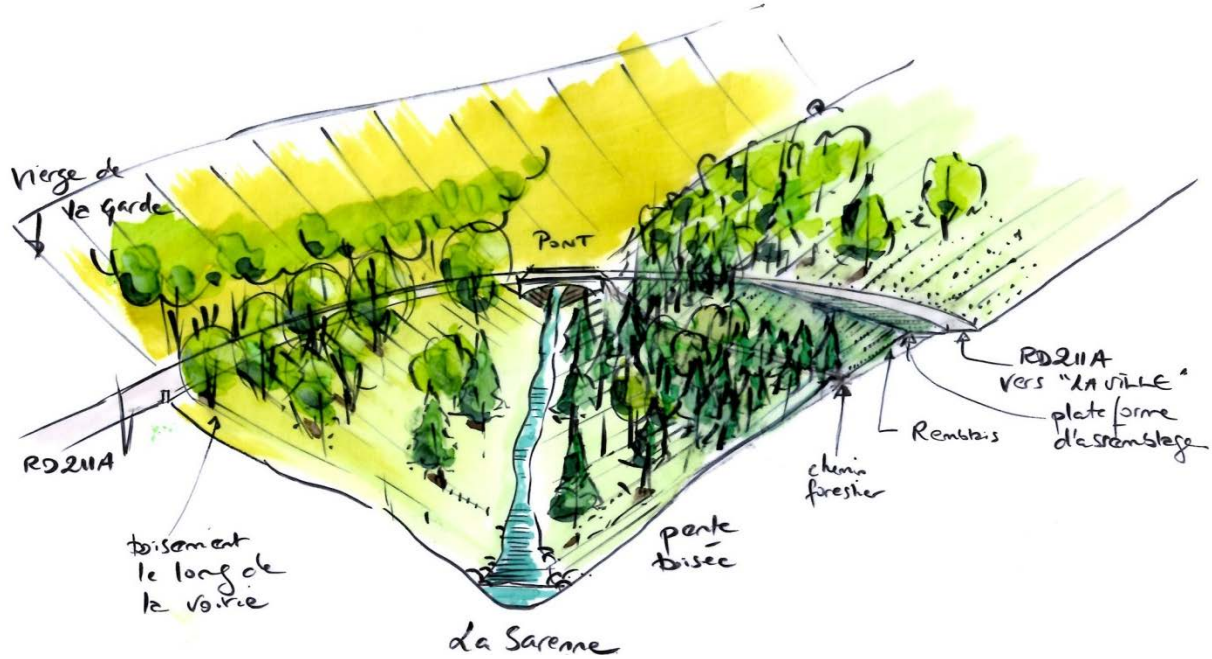



*Figure 106 : Coupe de principe du vallon de Sarenne, au niveau de la plateforme en remblais – Bureau Esquisse, décembre 2017*

Pour la seconde plateforme de stockage des viroles ses talus seront végétalisés. Cet espace marquera une ouverture dans le couvert forestier, avec le maintien d'une végétation ouverte, type pelouse sèche ou prairie, dans le prolongement de la parcelle en surplomb. Cette

mosaïque d'espaces ouverts et boisés fait écho à l'organisation du paysage aux abords du hameau de La Ville.

Les arbres en pied de talus le masqueront en partie depuis les points de vue éloignés, sur le versant opposé (hameaux de La Salle et de La Garde).

Depuis la RD 211a en bordure, la plateforme sera perçue comme un élargissement de la voie. L'ouverture du couvert boisé offrira un point de vue dégagé sur les massifs alentours et la plaine de Bourg-d'Oisans en contrebas, dans l'échancrure de la vallée de la Sarenne. Cette ouverture renforce l'attrait paysager depuis la RD 211a, dont le tronçon compris entre les hameaux de La Garde et de La Ville n'offre que peu de points de vue dégagés en raison de la couverture arborée assez dense.

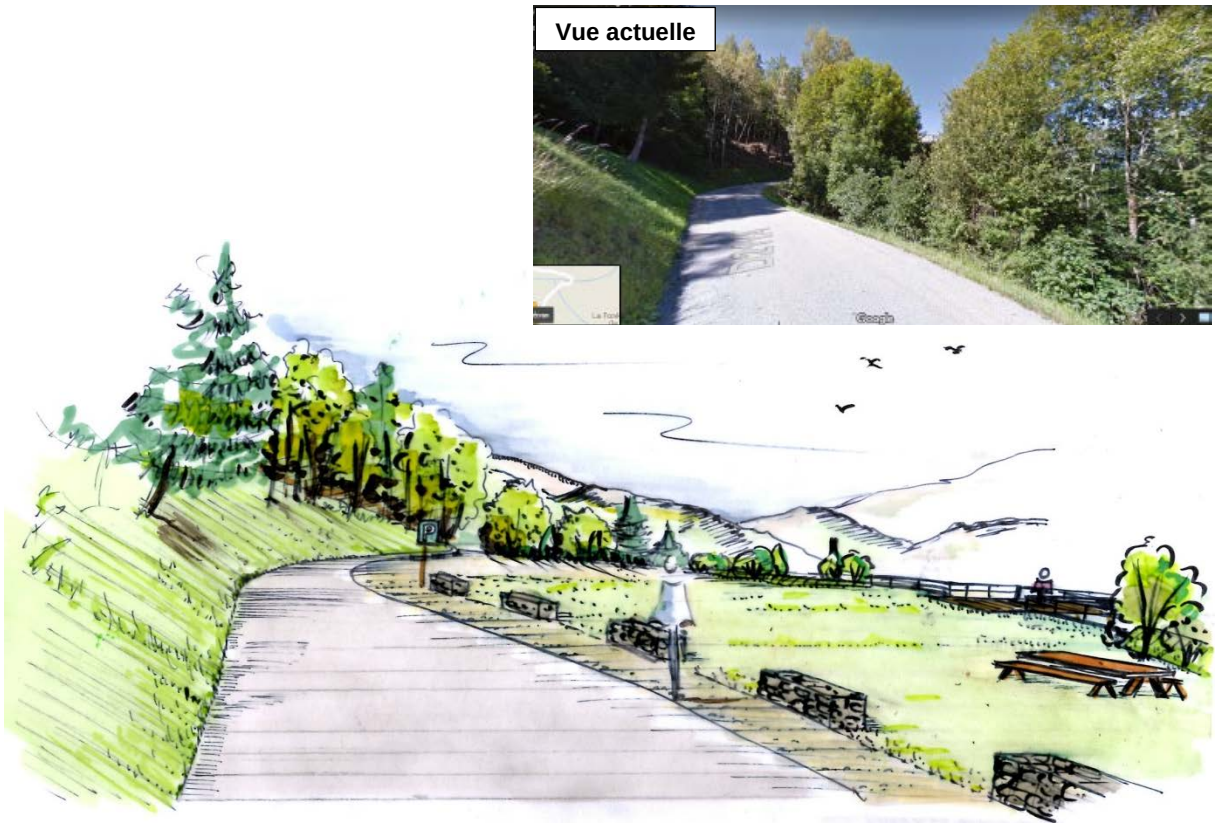



*Figure 107 : Esquisse paysagère – Plateforme en remblais, vue vers La Ville – Bureau Esquisse, décembre 2017*

La plateforme en remblais, réservée à des fins de maintenance lourde ou d'intervention d'urgence dans le cadre de l'exploitation de l'aménagement hydroélectrique, ne sera de fait utilisée qu'occasionnellement. Ainsi, un **usage complémentaire de la plateforme est envisagé pour permettre sa valorisation paysagère et touristique** :

- aire de stationnement au départ du sentier piéton (GR 54),
- aire de chaînage,
- point panoramique aménagé,
- aire d'information,
- …

La valorisation de ce site se fera en étroite concertation avec la commune de La Garde.




*Figure 108 : Esquisse paysagère – Plateforme en remblais, vue vers le Pont de Sarenne – Bureau Esquisse, décembre 2017*

En résumé, la perception en vue éloignée du site du Pont de Sarenne montre une diversification des paysages, en cohérence avec la mosaïque d'espaces ouverts et boisés perçue aux abords du hameau de La Ville.

Depuis le site du Pont de Sarenne, l'ouverture du paysage au niveau de la plateforme en remblais, constitue un point de vue privilégié pour apprécier le panorama de la vallée de la Sarenne, de la plaine de Bourg-d'Oisans et des massifs alentours.

L'**incidence globale de l'aménagement sur le paysage s'avère globalement positive** au niveau du secteur du Pont de Sarenne.

➔ Le déplacement du projet en rive gauche de la Sarenne et l'ouverture du paysage apportée par la plateforme en remblais représentent des éléments favorables à l'impact paysager de l'aménagement hydroélectrique de la Sarenne, absents du projet initial.

### 8.7.3. *Zone aval*

Le bâtiment de la centrale sera largement masqué à l'ouest par les locaux du site EDF / Enedis. Ainsi, il ne sera pas perceptible depuis la RD 211.

Au nord, le positionnement de l'usine en renfoncement, au pied de la paroi rocheuse, permet de l'occulter complètement.

Depuis le site assez fréquenté de la cascade de Sarenne, à l'est, la perception du site, en rive droite de la Sarenne, est largement contrainte par la couverture végétale (cordon rivulaire) et par les protections en enrochements en sommet de berge.

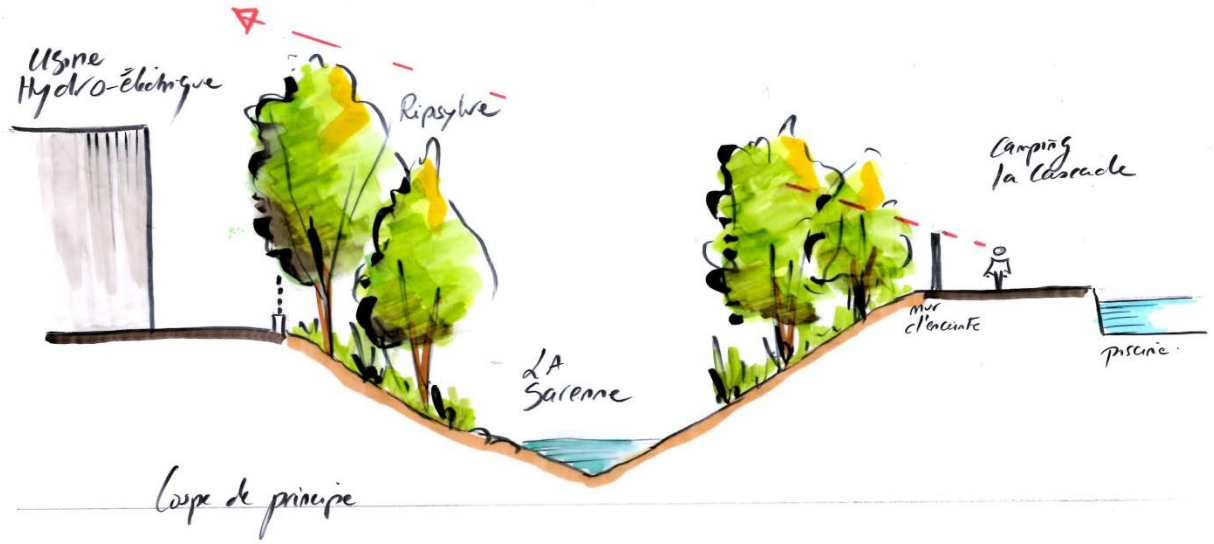



*Figure 109 : Coupe de principe – Site de l'usine – Bureau Esquisse, décembre 2017*

Le camping « La Cascade », en rive gauche de la Sarenne, n'offre aucun point de vue sur la berge opposée (cordons boisés rivulaires, mur, haies végétales, …).

Le seul point de vue potentiel se situe le long du GR 54 « Tour de l'Oisans et des Écrins », montant vers le hameau de La Ville, au départ de Bourg-d'Oisans. Le positionnement du bâtiment-usine, partiellement encastré dans la falaise, ne permettra pas une vue directe dominante sur le site, déjà largement urbanisé par ailleurs (parking couvert et site EDF / Enedis).

En raison de l'absence de perception du site de l'usine par des personnes tierces, son **incidence sur le paysage est considérée comme nulle**.

➔ Le positionnement de l'usine en retrait de la Sarenne et son encastrement partiel dans la paroi rocheuse améliorent nettement l'intégration passive du bâtiment dans le paysage par rapport au projet initial.

### 8.7.4. *Cascade de Sarenne*

La restitution des eaux dérivées se fera en aval de la cascade de Sarenne, sur la commune du Bourg-d'Oisans. Cette cascade est mentionnée sur les cartes topographiques et touristiques. Elle est appréciée par les promeneurs.

Compte-tenu du débit d'équipement de l'ouvrage hydroélectrique, le projet laissera dans la cascade de la Sarenne un débit moyen plus faible qu'actuellement. En revanche, le débit

minimum, au niveau de la cascade, sera plus soutenu grâce aux apports intermédiaires (cascade de la Piche, ruisseau de Chabotte, ruisseau de Pitard, ruisseau de La Salle).

| Débit moyen passant dans la cascade | État actuel ($m^3/s$) | État projet ($m^3/s$) |
|---|---|---|
| Mois de juin | 1,75 | 0,86 |
| Mois de juillet | 1,30 | 0,47 |
| Mois d'août | 0,60 | 0,31 |

*Tableau 47 : Estimation des débits moyens à la cascade de Sarenne*

Le projet entraînera donc, en situation moyenne, une diminution du débit et de la largeur de la cascade, mais il n'en supprimera pas l'attrait visuel. Par ailleurs, la démolition de la conduite forcée aérienne de l'ancien aménagement améliorera grandement l'attrait paysager du site.

➔ Le projet retenu et le projet initial ont le même impact paysager sur la cascade de Sarenne.

### 8.7.5. *Ancien aménagement*

La démolition de l'ancien aménagement hydroélectrique, dont le chemin d'eau était composé d'une galerie aérienne apparente, sera très bénéfique pour l'aspect global du site, en particulier sur la partie aval, le long de la falaise, à proximité de la cascade de la Sarenne.

Pour les autres tronçons de la conduite et l'ancienne prise d'eau, le gain paysager sera atténué par la faible accessibilité des sites et une perception réduite des équipements.

➔ La démolition de l'ancien aménagement étant prévue dans les deux versions du projet, il n'y a pas de différence dans leur incidence.




*Figure 110 : Vues de l'ancien aménagement : piste d'accès, conduite, usine et prise d'eau*

## 8.8. EFFETS SUR LES ACTIVITES HUMAINES ET LE VOISINAGE

### 8.8.1. *Fréquentation touristique*

- En fonctionnement normal de l'aménagement hydroélectrique de la Sarenne, la formation d'un plan d'eau en amont de la prise d'eau (retenue) engendre un risque de noyade suite à une chute accidentelle pour les personnes présentes à proximité des ouvrages.

  Ce risque est largement atténué par la difficulté d'accès à la retenue, une bonne visibilité du plan d'eau et son colmatage partiel par les apports sédimentaires de la Sarenne, limitant la hauteur d'eau. Par ailleurs, les vitesses d'écoulement seront nettement ralenties au niveau de la retenue (0,35 m/s au droit de la prise d'eau).

  Le barreaudage du pertuis de la prise d'eau empêchera également l'accès accidentel au dessableur.

  Dans ces conditions, le risque induit par l'aménagement sur la sécurité des personnes est très faible et localisé.

- La disparition progressive de la piste d'entretien de l'ancienne prise d'eau, consécutive au démantèlement des ouvrages, rendra l'accès à la Sarenne de plus en plus malaisé dans le secteur en amont immédiat de la cascade. Cela aura pour effet de réduire les situations à risques pour les tiers.

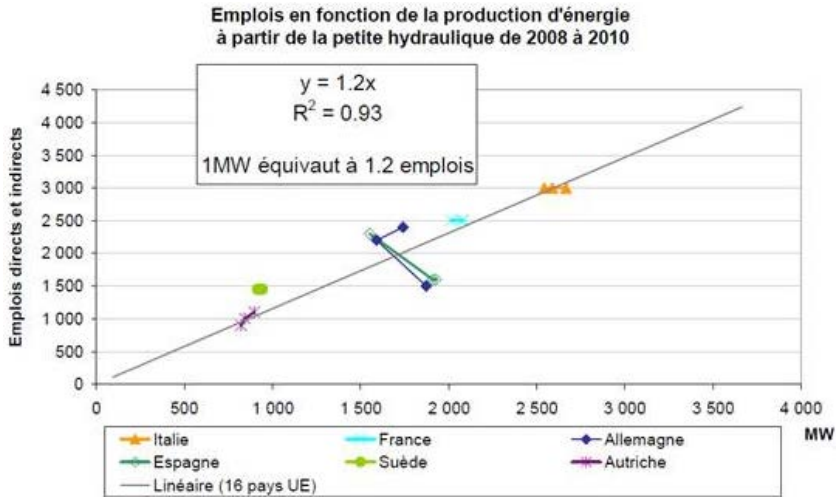
- La possibilité de stationnement et le point de vue offerts par la plateforme en remblais, en bordure de la RD 211a sont favorables à la valorisation touristique de ce secteur. L'intérêt panoramique et paysager de la RD 211a est déjà amplement reconnu, principalement sur le tronçon compris entre le hameau de La Ville et Auris-en-Oisans.

  Un aménagement ultérieur de la plateforme (parking, point de vue aménagé, aire d'information touristique, sentiers piétons, …) viendrait renforcer l'attrait touristique sur le tronçon compris entre les hameaux de La Garde et de La Ville.

➔ Le nouveau projet ne modifie pas l'impact du projet initial vis-à-vis de la sécurité des personnes. En revanche, il permet de renforcer l'intérêt touristique sur la commune de La Garde au niveau de la RD 211a.

### 8.8.2. *Retombées économiques locales*

D'après les projections concernant l'emploi généré par la production d'énergie à partir de la petite hydraulique à l'échelle de l'Union européenne, la réalisation de l'aménagement hydroélectrique de la Sarenne devrait permettre la création d'environ 12 emplois directs et indirects. Ces emplois sont liés à l'investissement, la maintenance et l'exploitation des infrastructures. Les incidences sur l'activité économique locale sont donc positives.




*Source : Évaluation de l'impact économique de la filière hydro-électrique, BIPE, janvier 2013.*

*Figure 111 : Emplois générés par la petite hydraulique en fonction de puissance installée*

La part des retombées fiscales du projet pour les différentes collectivités concernées restent inchangées.

➔ L'aménagement hydroélectrique de la Sarenne aura donc un effet positif sur l'économie locale. Cet effet est comparable à celui du projet initial.

### 8.8.3. *Nuisances sonores*

D'après les articles R1336-6 et R1336-7 du code de la santé publique, l'atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme est caractérisée par une émergence

globale (différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier en cause et le niveau du bruit résiduel) supérieure à 5 dB(A) en période diurne (de 7h à 22h) et à 3 dB(A) en période nocturne (de 22h à 7h).

À ces valeurs générales s'ajoute un terme correctif, fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier :

1) 6 dB(A) pour une durée inférieure ou égale à 1 minute, la durée de mesure du niveau de bruit ambiant étant étendue à 10 secondes lorsque la durée cumulée d'apparition du bruit particulier est inférieure à 10 secondes ;
2) 5 dB(A) pour une durée supérieure à 1 minute et inférieure ou égale à 5 minutes ;
3) 4 dB(A) pour une durée supérieure à 5 minutes et inférieure ou égale à 20 minutes ;
4) 3 dB(A) pour une durée supérieure à 20 minutes et inférieure ou égale à 2 heures ;
5) 2 dB(A) pour une durée supérieure à 2 heures et inférieure ou égale à 4 heures ;
6) 1 dB(A) pour une durée supérieure à 4 heures et inférieure ou égale à 8 heures.

Malgré un aménagement hydroélectrique relativement ancien et non équipé de dispositifs d'atténuation du bruit, le niveau d'émergence de l'ancienne centrale hydroélectrique en fonctionnement respectait ces obligations en limite de propriété.

Le positionnement de la nouvelle centrale hydroélectrique, plus en retrait par rapport au camping « La Cascade » et partiellement encastré dans la paroi rocheuse constitue une mesure passive d'atténuation du bruit résultant du fonctionnement de l'aménagement.

Le choix d'un système de refroidissement à circuit fermé eau/eau, beaucoup moins bruyant qu'un système de refroidissement classique par ventilation forcée, favorise la maîtrise des émissions sonores de la centrale hydroélectrique.

Compte tenu de ces caractéristiques, le risque de nuisances sonores pour les riverains, induit par le fonctionnement de l'aménagement hydroélectrique de la Sarenne, est considéré comme nul.

➔ L'objectif de maîtrise des nuisances sonores de l'aménagement a été intégré aussi bien au projet initial qu'au projet modifié. L'effet des deux projets est donc identique.

### 8.8.4. *Nuisances induites par les champs électriques et électromagnétiques*

L'intensité des champs électriques et électromagnétiques diminue en fonction du carré de la distance à la source (centrale, poste de transformation, lignes de transport).

L'éloignement de la centrale électrique vis à vis des habitations garantit la sécurité du voisinage. L'énergie électrique produite sera évacuée par une ligne Moyenne Tension (MT) enterrée (poste RTE).

Les avantages de l'enfouissement de la ligne MT sont nets :

1) absence d'impact paysager,

2) sécurité du transport de l'énergie en cas de problème météorologique (tempête, neige collante),
3) sécurité des interventions proches de la ligne (engins et chantiers),
4) champ électrique atténué et non-survol des maisons proches de la ligne.
5) atténuation du champ magnétique émis par la ligne.

Dans ces conditions, les nuisances induites les champs électriques et électromagnétiques lors du fonctionnement de l'aménagement seront nulles.

➔ Sur cet aspect, le projet n'a pas été modifié. L'incidence de l'aménagement sur les nuisances induites par les champs électriques et électromagnétiques est donc identique à celle du projet initial.

## 8.9. EFFETS SUR LA SANTE HUMAINE

À la différence de l'énergie thermique, l'énergie hydroélectrique a la réputation d'être « propre ». Elle est sans effet négatif sur la qualité de l'air et ne contribue pas à l'augmentation de l'effet de serre. Elle n'est pas non plus source de rayonnements radioactifs dangereux.

Les aménagements hydroélectriques en fonctionnement dans les Alpes n'ont pas eu d'effet sensible sur la santé humaine recensé au cours des trente dernières années.

Certes, la question de l'impact sur la santé humaine des postes de transformation électrique et des lignes à haute tension reste posée. De nombreuses enquêtes ont cherché à évaluer la fréquence de certaines maladies, en fonction de l'exposition aux champs électriques et magnétiques d'enfants et d'adultes vivant près des installations électriques. Les études ont concerné :

1) divers types de cancers (leucémies, lymphomes, cancers du cerveau, du sein, mélanome cutané),
2) des troubles neurologiques et psychologiques (asthénie, maux de tête, dépression, suicide, maladie d'Alzheimer, sclérose latérale amyotrophique, hypersensibilité électromagnétique),
3) des troubles cardio-vasculaires (arythmie),
4) des effets sur la reproduction (infertilité, avortement, mortalité néonatale, faible poids à la naissance, malformations congénitales, cancers d'enfants exposés lors de la grossesse, cancers d'enfants de pères exposés).

À la suite d'expertises internationales (National Institute of Environmental Health Sciences, National Radiological Protection Board, Centre International de Recherches sur le Cancer, …), l'Organisation Mondiale de la Santé recommande aux autorités publiques et à l'industrie de faire « des propositions au public lors de l'installation de nouvelles lignes électriques ».

Dans le cas du présent projet, la centrale hydroélectrique sera dotée d'un poste de transformation mais sera éloignée des habitations. Par ailleurs, la ligne Moyenne Tension d'évacuation de l'énergie sera enterrée.

L'installation n'aura donc **pas d'effets significatifs sur la santé humaine**.

➔ Le projet modifié n'induit pas de modification de l'incidence de l'aménagement hydroélectrique de la Sarenne sur la santé humaine par rapport au projet initial.

## 8.10. SYNTHESE DES EFFETS DU PROJET EN CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT NORMAL

| Enjeux | Projet retenu | Différence projet initial |
|---|---|---|
| **Géologie, hydrogéologie, stabilité des terrains, risques sismiques** | Stabilisation des talus et remblais<br>Sécurisation vis-à-vis des chutes de blocs ou de pierres | Secteurs sensibles abandonnés<br>Linéaire de galeries réduit (forages dirigés)<br>**Incidence améliorée** |
| **Hydrologie, régime des écoulements, transit sédimentaire** | Réduction du débit dans le tronçon court-circuité<br>Régime hydrologique semblable au régime naturel<br>Ecrêtage modéré des crues morphogènes<br>Pas d'incidence en aval du point de restitution | **Incidence identique** |
| **Climat, changement climatique** | Production moyenne annuelle de 33 200 MWh d'électricité d'origine renouvelable<br>Emission évitée de 15 300 à 31 900 tonnes de $CO_2$ chaque année | Estimation plus fiable de la production<br>**Incidence comparable** |
| **Qualité des eaux** | Tronçon court-circuité :<br>- réchauffement de l'eau en été<br>- capacité de dilution de la pollution diffuse reduite<br>- sensibilité accrue aux pressions anthropiques et au réchauffement climatique | **Incidence identique** |
| **Milieux et faune aquatiques** | Tronçon court-circuité :<br>- réduction du débit et des vitesses d'écoulement<br>- risque d'exondation des bordure des mouilles<br>- faible risque de colmatage des habitats aquatiques hors crues<br>- perturbations hydrologiques moins fréquentes et moins soutenues<br>- maintien de la continuité piscicole (montaison et dévalaison) | **Incidence identique** |
| **Habitats, flore et faune terrestres** | Zone amont :<br>- déboisement définitif de 1 500 m²<br>- connectivité améliorée entre les deux versants (pont)<br>Secteur du Pont de Sarenne :<br>- déboisement définitif de 3 000 m²<br>- défrichement de 7 000 m² : diversification et ouverture des milieux<br>- impact positif à court et moyen termes pour les espèces à enjeu local de conservation<br>Zone aval : pas d'incidence significative<br>Emprise de l'ancien aménagement : colonisation spontanée de la végétation et moindre dérangement de la faune | Préservation des habitats prairiaux (évitement du secteur du Rosay et de Maronne)<br>**Incidence améliorée** |
| **Paysage** | Perturbation du paysage naturel à la prise d'eau<br>Ouverture du paysage et amélioration de l'attrait visuel depuis la RD211a (secteur du Pont de Sarenne)<br>Renforcement de l'attrait paysager de la cascade de Sarenne (démantèlement de l'ancien aménagement) | Renforcement de l'aspect paysager de la RD211a et du secteur du Pont de Sarenne<br>**Incidence améliorée** |
| **Activités touristiques et voisinage** | Sécurité publique aux abords de la retenue<br>Retombées économiques locales<br>Renforcement de l'attrait touristique de la RD211a entre La Garde et La Ville<br>Pas de nuisances induites par le fonctionnement de la centrale | Aménagement de la plateforme en remblais sur le secteur du Pont de Sarenne<br>**Incidence améliorée** |
| **Santé humaine** | Pas d'émissions polluantes<br>Pas d'exposition aux champs électriques et électromagnétiques | **Incidence identique** |

*Tableau 48 : Synthèse des incidences de l'aménagement – Phase exploitation*

# 9. ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET – CONDITIONS EXCEPTIONNELLES

Une analyse des risques induits par l'exploitation de l'aménagement hydroélectrique de la Sarenne est intégrée à la pièce B – Notice technique du Dossier d'exécution des ouvrages.

## 9.1. EFFETS DU PROJET SUITE A UN ALEA NATUREL EXCEPTIONNEL

| Aléas | Secteurs concernés | Effets potentiels sur l'aménagement | Probabilité | Conséquences sur l'aménagement | Effets induits par l'aménagement | Niveau de risque |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Crues exceptionnelles de la Sarenne | Prise d'eau | Submersion du seuil<br>Déversements anarchiques RD et RG pour Q > $Q_{100}$<br>Comblement de la retenue par les apports sédimentaires | Probable à peu probable | Arrêt de l'exploitation (consigne d'arrêt de l'usine envisagée au-delà de $Q_2$)<br>Dégradation des protections de berges et du bassin de dissipation<br>Colmatage de la prise d'eau, du dessableur et de la passe à poissons<br>Défaillance de la vanne de chasse | Ressaut hydraulique à l'aval du seuil, contenu par le bassin de dissipation<br>Perturbation de la montaison des truites après la crue (colmatage de la passe à poissons)<br>Effets identiques à la situation sans aménagement | Significatif acceptable |
| | Chemin d'eau | Transfert de charge solide dans la conduite forcée (après crue) | Probable à peu probable | Corrosion interne de la conduite forcée<br>Risque de défaillance de la conduite<br>Risque de rupture de la conduite en charge<br>Arrêt brusque de l'exploitation | *Cf. description des effets induits par une défaillance ou une rupture de la conduite en charge* | Significatif acceptable |
| | Usine | Inondation du bâtiment de la centrale au-delà de la ligne d'eau à $Q_{100}$ + 50 cm | Peu probable | Arrêt de l'exploitation (consigne d'arrêt de l'usine envisagée au-delà de $Q_2$)<br>Dégradation des équipements de la centrale | Effets identiques à la situation sans aménagement | Significatif acceptable |
| Étiages exceptionnels de la Sarenne | Prise d'eau | Arrêt de l'exploitation | Probable | Arrêt de l'exploitation | Effets identiques à la situation sans aménagement | Négligeable |
| | Usine | | | | | |
| Glissement de terrain, chutes de pierres et de blocs | Prise d'eau | Comblement de la retenue<br>Dégradation / destruction des ouvrages RG<br>Coupure de la piste d'accès | Improbable | Arrêt brusque de l'exploitation<br>Entretien impossible (accès) | Risque de brusque hausse du débit et des niveaux en aval de la prise d'eau (+1,8 $m^3/s$ max, < 40 cm) | Significatif acceptable |
| | Chemin d'eau | Dégradation / destruction des équipements dans la galerie intermédiaire | Peu probable | Risque de rupture de la conduite en charge<br>Arrêt de l'exploitation | *Cf. description des effets induits par une rupture de la conduite en charge* | Risque important à surveiller |
| | Plateforme d'attaque galerie intermédiaire | Occlusion de l'entrée de la galerie intermédiaire<br>Dégradation / destruction des équipements | Probable à peu probable | Risque de rupture de la conduite en charge<br>Arrêt de l'exploitation<br>Entretien impossible (accès coupé) | Risque d'interruption de la circulation sur la RD 211a<br>*Cf. description des effets induits par une rupture de la conduite en charge* | Risque important à surveiller |
| | Usine | Dégradation / destruction des équipements | Probable à peu probable | Risque de rupture de la conduite en charge<br>Arrêt brusque de l'exploitation<br>Entretien impossible (accès coupé) | *Cf. description des effets induits par une rupture de la conduite en charge* | Risque important à surveiller |
| Chutes de neige, avalanches, froid exceptionnel, gel | Prise d'eau | Dégradation / destruction des équipements<br>Coupure de la piste d'accès | Probable | Arrêt de l'exploitation<br>Entretien impossible (accès) | Coupure du débit dérivé, débit complet dans le tronçon court-circuité de la Sarenne | Significatif acceptable |
| | Plateforme d'attaque galerie intermédiaire | Dégradation / destruction des équipements<br>Coupure de la RD 211a | Peu probable | Arrêt de l'exploitation<br>Entretien impossible (accès) | Coupure du débit dérivé, débit complet dans le tronçon court-circuité de la Sarenne | Significatif acceptable |
| Séisme | Prise d'eau | Dégradation / destruction des ouvrages | Improbable | Rupture progressive du seuil<br>Dégradation / destruction des équipements<br>Arrêt de l'exploitation | Onde de crue progressive en aval du seuil si rupture, débit max de l'ordre de 10 $m^3/s$ | Significatif acceptable |
| | Chemin d'eau | Risque de chutes de blocs dans la galerie intermédiaire<br>Cisaillement de la conduite forcée | Improbable | Risque de défaillance de la conduite<br>Risque de rupture de la conduite forcée<br>Arrêt brusque de l'exploitation | *Cf. description des effets induits par une défaillance ou une rupture de la conduite en charge*<br>Risque de brusque hausse du débit et des niveaux en aval de la prise d'eau (+1,8 $m^3/s$ max, < 40 cm) | Significatif acceptable |
| | Usine | Dégradation / destruction des équipements | Improbable | Arrêt brusque de l'exploitation | Risque de brusque hausse du débit et des niveaux en aval de la prise d'eau (+1,8 $m^3/s$ max, < 40 cm) | Significatif acceptable |

*Tableau 49 : Effets de l'aménagement en conditions exceptionnelles – Aléas naturels*

| Enjeux | Projet retenu | Différence projet initial |
|---|---|---|
| **Géologie, hydrogéologie, stabilité des terrains, risques sismiques** | Vulnérabilité aux séismes et aux chutes de pierres et de blocs accrue | **Incidence identique** |
| **Hydrologie, régime des écoulements, transit sédimentaire** | Ressaut hydraulique contenu par le bassin de dissipation<br>Risque de hausse brusque mais modérée du débit et des niveaux dans le tronçon court-circuité (+1,8 $m^3$/s max, +40 cm)<br>Onde de crue en aval du seuil si rupture progressive, débit max de l'ordre de 10 $m^3$/s | **Incidence identique** |
| **Climat, changement climatique** | - | **Incidence identique** |
| **Qualité des eaux** | - | **Incidence identique** |
| **Milieux et faune aquatiques** | Risque de colmatage de la passe à poissons après une forte crue | **Incidence identique** |
| **Habitats, flore et faune terrestres** | - | **Incidence identique** |
| **Paysage** | - | **Incidence identique** |
| **Activités touristiques et voisinage** | Risque sur la sécurité des personnes présentes dans le lit mineur de la Sarenne (tronçon court-circuité)<br>Risque de coupure de la RD 211a au niveau de la galerie intermédiaire | **Incidence identique** |
| **Santé humaine** | Risque de dommages corporels / mortalité si personnel dans les galeries en cas de rupture de la conduite en charge | **Incidence identique** |

*Tableau 50 : Synthèse des incidences consécutives à un aléa naturel exceptionnel*

## 9.2. EFFETS DU PROJET SUITE A UN DYSFONCTIONNEMENT

| Dysfonctionnement | Cause | Vraisemblance | Conséquences sur l'aménagement | Effets induits par l'aménagement | Niveau de risque |
|---|---|---|---|---|---|
| Baisse du niveau de la retenue | Défaillance d'une vanne des ouvrages du seuil / prise d'eau | Peu probable | Arrêt de l'exploitation | Coupure du débit dérivé, débit complet dans le tronçon court-circuité de la Sarenne | Significatif acceptable |
| Déversement à la prise d'eau | Fermeture intempestive de la vanne de survitesse / Disjonction de l'usine | Probable | Arrêt de l'exploitation | Risque de brusque hausse du débit et des niveaux en aval de la prise d'eau (+1,8 $m^3$/s max, < 40 cm) | Significatif acceptable |
| Défaillance de la conduite dans les forages dirigés | Défaut de soudure, corrosion accélérée de la conduite, défaut de résistance au cisaillement lors d'un séisme | Peu probable ou possible<br>Conduite pas confinée sur toute sa hauteur dans un massif béton<br>Dessableur limitant le passage d'éléments grossiers<br>Pas d'accident tectonique majeur traversé par les forages dirigés<br>Massif cristallophyllien présentant de bonnes caractéristiques mécaniques | Pas de risque d'explosion du massif compte tenu de sa qualité et de la position profonde des forages dirigés<br>Maintien de l'exploitation | - | Négligeable |
| Rupture de la conduite en charge dans la galerie intermédiaire | Défaut de soudure, corrosion accélérée de la conduite, chute de bloc ou éboulement d'une partie du toit de la galerie, défaut de résistance lors d'un séisme | Peu probable | Explosion de la conduite dans la galerie intermédiaire => cinétique du défaut très rapide<br>Pas d'impact sur le massif ni sur les équipements hors galerie<br>Arrêt de la production | *Montée rapide de l'eau dans la galerie, risque d'inondation de la plateforme extérieure et de la RD 211a*<br>*Personnel humain impacté en cas de présence dans la galerie* | Risque important à surveiller (impact humain potentiel, si personnel présent dans la galerie) |

*Tableau 51 : Effets de l'aménagement en conditions exceptionnelles – Dysfonctionnements*

| Enjeux | Projet retenu | Différence projet initial |
|---|---|---|
| **Géologie, hydrogéologie, stabilité des terrains, risques sismiques** | Risque de destabilisation des terrains en contrebas de la galerie intermédiaire suite à une rupture de la conduite en charge (déversement sur la RD 211a) | Terrains plus stables en RG de la Sarenne, pente plus faible **Incidence similaire** |
| **Hydrologie, régime des écoulements, transit sédimentaire** | Risque de hausse brusque mais modérée du débit et des niveaux dans le tronçon court-circuité (+1,8 $m^3/s$ max, +40 cm) Déversement à l'aval de la galerie intermédiaire en cas de rupture de conduite | Cinétique accélérée des déversements en aval de la prise d'eau (suppression de la galerie 1) **Incidence dégradée** |
| **Climat, changement climatique** | - | **Incidence identique** |
| **Qualité des eaux** | - | **Incidence identique** |
| **Milieux et faune aquatiques** | - | **Incidence identique** |
| **Habitats, flore et faune terrestres** | - | **Incidence identique** |
| **Paysage** | - | **Incidence identique** |
| **Activités touristiques et voisinage** | Risque sur la sécurité des personnes présentes dans le lit mineur de la Sarenne (tronçon court-circuité) Risque de coupure de la RD 211a au niveau de la galerie intermédiaire | **Incidence identique** |
| **Santé humaine** | Risque de dommages corporels / mortalité si personnel présent dans la galerie intermédiaire en cas de rupture de conduite | **Incidence identique** |

*Tableau 52 : Synthèse des incidences consécutives à un dysfonctionnement accidentel*

# 10. MESURES VISANT A EVITER, REDUIRE OU COMPENSER LES INCIDENCES POTENTIELLES DU PROJET

La séquence « éviter, réduire, compenser » (ERC) a pour objectif d'éviter les atteintes à l'environnement, de réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées et, si possible, de compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits.

La volonté de suppression ou de réduction des incidences potentielles du projet d'aménagement hydroélectrique de la Sarenne sur l'environnement a inspiré les modifications apportées au projet initial présenté dans le cadre de la demande de concession. Une grande partie des mesures ERC ont donc été intégrées dès la conception du projet modifié.

## 10.1. MESURES D'EVITEMENT OU DE REDUCTION DES INCIDENCES POTENTIELLES DES TRAVAUX

### 10.1.1. *Mesures relatives à la géologie, à l'hydrogéologie, à la stabilité des terrains et aux risques sismiques*

Les mesures d'évitement des incidences sur la géologie, l'hydrogéologie, la stabilité des terrains et les risques sismiques ont été intégrées à la conception du projet. Elles se traduisent par le nouveau tracé du chemin d'eau souterrain et les solutions techniques retenues pour son creusement. Ces mesures permettent de :

1) Contourner les principaux accidents tectoniques identifiés en rive droite de la Sarenne ;
2) Éviter les zones d'instabilités (secteur du Rosay, pente en rive droite au niveau du Pont de Sarenne) ;
3) Réduire les risques de venues d'eau (couverture rocheuse importante pour le passage sous la Sarenne, recoupement perpendiculaire des accidents géologiques) ;
4) Réduire le linéaire de galerie percée à l'explosif et générant des déblais (recours aux forages dirigés) ;
5) Assurer la stabilité du massif de sortie des forages dirigés amont et aval (terrassements rocheux ponctuels).

Ces mesures n'ont cependant pas suffi à supprimer totalement les incidences sur les secteurs où des terrassements rocheux extérieurs sont nécessaires : rive gauche de la prise d'eau, plateforme d'attaque de la galerie intermédiaire et emprise de l'usine.

Dans mesures complémentaires, préalables aux travaux, ont donc été définies :

1) Purges manuelles et ancrages de protection des blocs instables ;

2) Installation de barrières ou d'écrans de protection contre les chutes de pierres et de blocs.

Les ouvrages à forte pente (remblais, talus) seront traités dans les règles de l'art, avec calcul de stabilité.

### 10.1.2. *Mesures relatives à l'hydrologie, au régime des écoulements et au transit sédimentaire*

Des prévisions météorologiques seront réalisées. Un dispositif de mesure du niveau de l'eau dans la Sarenne, avec alerte sera mis en place pour permettre l'évacuation du personnel, du matériel et des engins présents dans le lit mineur en cas de crues.

Par mesure de prévention, tous les engins et matériels seront évacués du lit mineur de la Sarenne à l'arrêt du chantier (soirs et jours chômés).

Le dimensionnement du batardeau en amont de la zone de travaux, sur le site de la prise d'eau, ainsi que des tuyaux pour la dérivation des eaux de la Sarenne, prendra en compte un niveau de crue de chantier permettant de réduire le risque de submersion de la zone de travaux en lit mineur.

Des buses seront posées pour assurer le maintien de l'écoulement des eaux des talwegs rencontrés au niveau des plateformes des chantiers et des pistes d'accès. Des fossés seront mis en place pour récolter les eaux de ruissellement.

### 10.1.3. *Mesures relatives au climat et au changement climatique*

Les véhicules et engins de chantier utilisés justifieront d'un contrôle technique récent. Ils seront conformes aux dispositions en vigueur en matière de limitation des émissions polluantes.

### 10.1.4. *Mesures relatives à la qualité de l'eau*

Les venues d'eau issues des opérations de creusement du chemin d'eau souterrain seront amenées gravitairement à l'entrée de la galerie intermédiaire et en sortie de forage dirigé aval, puis vers les deux points de rejet temporaires dans la Sarenne (aval du Pont de Sarenne, aval de la plateforme de chantier de l'usine).

Pour éviter toute pollution de la Sarenne, un bac de décantation sera placé à la sortie de la galerie intermédiaire, afin de retenir les graviers et les matières en suspension entraînées par les eaux de drainage. Ce bac servira également pour retenir une pollution accidentelle venant d'un engin de chantier.

Pour les forages dirigés, des réservoirs décanteurs spécifiques d'une capacité de 50 $m^3$ au total seront mis en place.

La restitution à la Sarenne des eaux issues des travaux d'excavation (galerie intermédiaire) et des forages dirigés se fera par busage, après décantation préalable et traitement au moyen de stations mobiles adaptées au débit de rejet maximal envisagé (28 l/s à l'aval de la galerie intermédiaire, 6 l/s à la sortie du forage dirigé aval). Un suivi physicochimique de

l'eau de la Sarenne, en aval des rejets, pourra en cas de besoin être mis en place afin de s'assurer du respect des critères suivant :

- MES < 35 mg/l ;
- pH compris entre 6 et 8,5 ;
- Hydrocarbures < 5 mg/l ;
- Oxygène dissous > 4 mg/l.

Les dispositions seront prises pour éviter le rejet dans la Sarenne de produits polluants :

- Les ravitaillements en carburants des engins se font avec la plus grande précaution, à distance de la Sarenne ;
- Le stockage des huiles et carburants se fait sur rétention et, si possible, sur les zones les plus éloignées des cours d'eau ;
- Chaque zone de chantier dispose d'un kit de dépollution qui permet d'isoler toute fuite d'hydrocarbure (floculant absorbant, …) ;
- L'ensemble des matériels susceptibles de contenir des lubrifiants ou hydrocarbures sont stockés au-dessus de rétentions, les manipulations associées et les ravitaillements se font au-dessus de rétentions ;
- Dans la limite de leur disponibilité sur le marché, les lubrifiants et tout autre produit utilisé pour assurer le fonctionnement des matériels sont biodégradables ;
- Les véhicules et engins de chantier justifient d'un contrôle technique récent et l'entretien des engins est fait préventivement en atelier, avant l'arrivée sur site.

En cas de pollution accidentelle, l'Entreprise devra avertir l'Administration dans les meilleurs délais.

### 10.1.5. *Mesures relatives aux milieux et à la faune aquatiques*

En cas de submersion des plateformes de chantier suite à une crue (zones de travaux amont et aval), des pêches électriques de sauvegarde seront réalisées et les poissons capturés seront remis dans la Sarenne.

Les opérations de pêche électrique seront réalisées en concertation avec la fédération de pêche de l'Isère.

Les travaux de terrassements pour l'aménagement du point de restitution des eaux dérivées à la Sarenne, en aval de l'usine, seront réalisés en dehors de la période de reproduction et d'incubation de la Truite fario (novembre à mars) et du Chabot (mars à mai).

Les travaux de terrassement dans le lit mineur de la Sarenne, au niveau du site de la prise d'eau, seront réalisés en dehors de la période de reproduction et d'incubation de la Truite fario (novembre à mars). Une partie de ces travaux sera réalisée hors d'eau (phase 2).

### 10.1.6. *Mesures relatives aux habitats naturels et semi-naturels, à la flore et à la faune terrestres*

Les travaux de déboisement seront réalisés en dehors des périodes de reproduction et de nidification des oiseaux et d'activité des chiroptères, entre novembre et mars.

Un balisage physique des emprises des travaux sera réalisé préalablement au démarrage des chantiers, matérialisant l'ensemble des pistes et plateformes.

Un repérage précis des arbres à cavités/fissures présents sur ou à proximité de l'emprise des travaux a été réalisé par le bureau d'études MICA Environnement. Si leur coupe s'avère nécessaire, les modalités seront adaptées : les sujets seront abattus et déposés au sol, cavités orientées vers le haut et laissés en place 24h, sans être ébranchés ni déplacés, afin de permettre aux oiseaux/chiroptères éventuellement présents de regagner d'autres gîtes.

La circulation sur les pistes sera limitée au strict nécessaire.

#### 10.1.7. *Mesures relatives aux activités humaines et aux nuisances pour le voisinage*

Le choix des zones de chantier, en particulier au niveau du secteur du Pont de Sarenne, a été fait de manière à limiter le dérangement induit par les travaux :

- Le site du Rosay a été abandonné car impactant 6 hameaux consécutifs sur la commune de La Garde ;
- La gestion sur place des déblais issus des travaux d'excavation de la galerie intermédiaire et du forage dirigé amont permettent de réduire considérablement le trafic routier ;
- L'implantation de l'usine en retrait de la berge de la Sarenne limite les nuisances sonores et visuelles associées.

L'éloignement des zones de déroctage par rapport aux zones habitées contribue à réduire très largement les nuisances potentielles et les risques de dégradation des avoisinants. Par ailleurs, la majorité des **travaux de minage se feront sous un fort recouvrement dans le massif**.

Lors des travaux de déroctage, un huissier pourra constater la situation actuelle des bâtiments les plus proches avant démarrage des travaux et les vibrations seront contrôlées en phase test, avant le chantier et au cours des travaux.

Les travaux de minage et travaux relatifs à l'usage d'explosifs sont encadrés par le Décret n° 87-231 du 27 mars 1987.

Les véhicules circulant sur la RD 211a seront protégés des chutes de pierre et autres instabilités de versant par le dispositif de barrière grillagée implanté sur le versant surmontant les talus de la plateforme d'attaque de la galerie intermédiaire.

La circulation des camions sur la plateforme et sur la RD 211a sera régie par des systèmes de feux de chantier. La circulation le long de la RD 211a étant maintenue pendant les travaux, des feux seront installés au niveau du hameau de La Salle et du hameau de La Ville, de manière à stopper le passage des voitures lors des tirs de minages (terrassements rocheux de la plateforme d'attaque), des manœuvres d'engins ou de la circulation de tombereaux.

L'intersection entre la piste existante des gorges de la Sarenne et de la RD 211 à Huez sera également sécurisée, au besoin, par un dispositif de circulation alternée. Un rendez-vous spécifique avec le gestionnaire de la voirie sera organisé afin d'en définir les modalités.

Les matériels et engins de chantier déployés seront régulièrement entretenus et seront conformes aux dispositions en vigueur en matière de limitation des émissions sonores.

Un arrosage de la piste des gorges de la Sarenne et des plateformes de chantier sera assuré en cas de conditions climatiques favorables à l'émission de poussières (temps très sec, vent fort).

Les plateformes de chantier seront fermées et interdites au public. Le tracé du GR 54, au droit de la zone de travaux amont, sera adapté, délimité et clairement identifié afin d'assurer la sécurité des personnes l'empruntant. Des d'information du public seront disposés aux abords des zones de chantier pour renseigner sur les contraintes d'accès, les risques encourus, les périodes d'intervention et les règles de sécurité à respecter.

➔ Des échanges réguliers entre le concessionnaire et les communes riveraines, le Département de l'Isère, les riverains (gestionnaires de camping notamment) seront organisés pour les tenir informé des contraintes et de l'avancement des travaux.

#### 10.1.8. *Mesures relatives à la santé humaine*

Le risque amiante environnemental a été estimé à partir de l'ensemble des analyses effectuées à ce jour (reconnaissances géotechniques et géologiques, analyses laboratoire, expertises, …) sur l'ensemble du massif et rassemblées dans l'étude de repérage A2.

Les mesures prévues pour la gestion du risque « amiante » pendant le déroulement des travaux sont détaillées dans une procédure jointe en annexe de la Pièce B – Notice technique du Dossier d'exécution des ouvrages.

La procédure de gestion du risque amiante est résumée dans le logigramme ci-après.

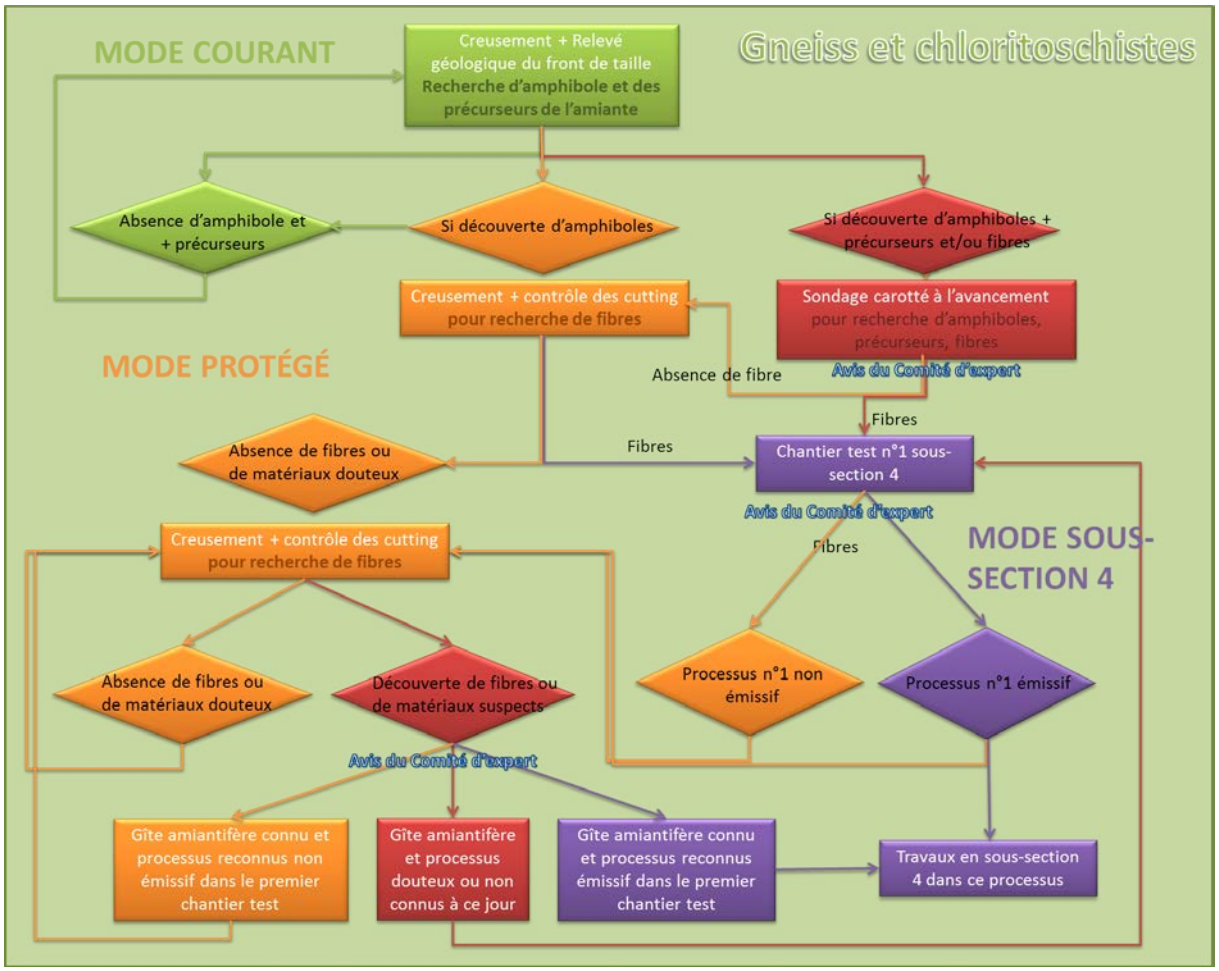



*Figure 112 : Procédure de suivi à l'avancement du risque amiante*

Les chantiers d'excavation de roches amiantifères seront totalement confinés. Des équipements de décontamination pour le personnel et les engins / matériels assureront l'absence d'émission dans l'air de fibres d'amiante à l'extérieur de la « zone contaminée », interdite d'accès à toute personne non autorisée.

Le respect strict de cette procédure de gestion du risque amiante permettra d'éviter toute incidence sur la santé humaine.

L'arrosage de la piste des gorges de la Sarenne et des plateformes de chantier en cas de conditions climatiques favorables à l'émission de poussières (temps très sec, vent fort) garantira l'absence d'émission de poussières dommageable à la santé humaine.

En cas de rencontre de matériaux amiantifère lors du percement du chemin d'eau, ils seront :

- confinés dans les remblais de la plateforme des viroles et/ou dans les niches / caverne de la galerie intermédiaire, pour les matériaux provenant du tronçon amont du chemin d'eau ;
- confinés dans les niches / caverne de la galerie existante, pour les matériaux provenant du forage dirigé aval.

## 10.2. MESURES DE SUPPRESSION OU DE REDUCTION DES INCIDENCES POTENTIELLES DE L'EXPLOITATION

### 10.2.1. *Mesures relatives à la géologie, à l'hydrogéologie, à la stabilité des terrains et aux risques sismiques*

Afin d'éviter tout risque de chute de blocs dans la galerie, un confortement des parois et du plafond est prévu par fixation des blocs instables, clouages et projection de béton.

Les ouvrages à forte pente (talus, remblais) seront traités par protection végétale (hydroseeding) ou mécanique (gabions, grillages, toiles de jute, …).

### 10.2.2. *Mesures relatives à l'hydrologie, au régime des écoulements et au transit sédimentaire*

En phase d'exploitation, les eaux de drainage de la galerie intermédiaire seront restituées à la Sarenne, au niveau du pont de la RD 211a ; les eaux de drainage du forage dirigé aval rejoindront le système de drainage existant.

La problématique de gestion du transit sédimentaire au niveau du seuil de la prise d'eau a été intégrée à la conception de l'aménagement. La transparence de l'ouvrage vis-à-vis du transit sédimentaire de la Sarenne est assurée par les manœuvres de la vanne du chenal de dégravement, de l'organe de vidange du dessableur et des vannes du seuil vanné, en fonction du débit de la Sarenne. Si besoin, des opérations de curage complémentaires de la retenue sont prévues.

Un débit réservé sera maintenu dans le tronçon court-circuité de la Sarenne. Il a été volontairement fixé au-dessus des exigences réglementaires afin de limiter l'impact de l'aménagement.

L'exploitation hydroélectrique de la ressource doit être optimisée et concertée avec les autres usagers du bassin versant. En particulier, une convention doit être finalisée avec le gestionnaire de la retenue de l'Herpie, pour permettre une optimisation de la gestion de son remplissage. L'objectif est d'éviter au maximum une concurrence sur la ressource entre les deux ouvrages. Grâce à l'effort d'instrumentation de la centrale hydroélectrique, il sera possible de piloter le remplissage de la retenue en favorisant les périodes de surverses au seuil hydroélectrique. Ce processus garantit la maximisation de la production d'énergie sans pénaliser le remplissage. Les conditions techniques restent à définir.

### 10.2.3. *Mesures relatives aux milieux et à la faune aquatiques*

La principale mesure de réduction de l'incidence de l'aménagement vis-à-vis de la faune piscicole a été intégrée dès la conception du projet initial : la réalisation d'ouvrages de montaison et de dévalaison au niveau du seuil de la prise d'eau.

Pour supprimer l'effet d'obstacle à la remontée des poissons, une passe à poissons de type passe à bassins sera installée en rive gauche.

Une campagne de suivi hydrobiologique estival sera réalisée en moyenne tous les trois ans, après avis de l'AFB. Chaque campagne devra porter sur quatre stations :

- la station n°1, 300 m en amont de la prise d'eau (station de référence) ;
- la station n°2, 150 m en aval de la prise d'eau (station la plus influencée sur le plan hydrologique) ;
- la station n°3 au pont de la RD 211a (station assez influencée) ;
- la station n°4 au pied de la cascade de Sarenne, à Bourg d'Oisans (station la moins influencée).

Une mesure complète de la qualité hydrobiologique de l'eau sera faite en aval de la prise d'eau (station n°2).

Conformément aux préconisations du SDAGE, une première campagne sera effectuée après la première année d'exploitation, afin d'adapter, si nécessaire, certains points du règlement d'eau et permettre une première expertise sur les impacts éventuels des travaux. Cette étude hydrobiologique sera effectuée en deux campagnes, l'une en étiage estival et la seconde en étiage hivernal et sur les quatre stations de référence.

L'objectif de ces campagnes de contrôle sera de vérifier le respect du bon état écologique et de déterminer les principaux facteurs limitants en lien avec l'exploitation hydroélectrique.

Grâce à l'énergie importante du cours d'eau, liée à sa très forte pente et à l'absence de source directe de pollution le long du tronçon court-circuité, le débit réservé proposé, supérieur à la valeur-plancher réglementaire, doit permettre de respecter les obligations en matière de bon état des eaux et de l'écosystème. Néanmoins, des effets de réajustement de l'écosystème peuvent intervenir à la marge. Il conviendra donc d'en tenir compte après expertise, s'il s'avère que le débit réservé est un facteur limitant du bon état.

Le débit réservé étant l'un des éléments clé de l'équilibre économique de la concession, toute mesure d'ajustement du débit réservé sera étudiée de manière à garantir l'équilibre économique de l'installation. Au terme de 5 ans d'exploitation, si le débit réservé devait être relevé, l'accroissement ne dépassera pas 10 % de la valeur de 120 l/s soit +12 l/s amenant le débit réservé à un plafond de 132 l/s. Si au terme de 15 ans d'exploitation, cette mesure ne permettait pas le respect du bon état écologique et si le débit réservé devait être relevé, il ne pourrait être supérieur à 20 % de la valeur de 120 l/s soit 24 l/s amenant le débit réservé à un plafond de 144 l/s.

#### 10.2.4. *Mesures relatives aux habitats naturels et semi-naturels, à la flore et à la faune terrestres*

Les terrains remaniés non occupés par des ouvrages ou voies d'accès nécessaires à l'exploitation de l'aménagement hydroélectrique seront remis en état et végétalisés.

Les talus de la plateforme en remblais (stockage viroles) en bordure de la RD 211a, destinée aux opérations de maintenance exceptionnelle ou aux interventions d'urgence, seront ensemencés pour permettre le développement d'une végétation herbacée ouverte.

L'origine de la terre végétale employée sera strictement contrôlée afin de s'assurer de l'**absence de graines ou de rhizomes d'espèces exotiques envahissantes**.

Un suivi de la végétation sera réalisé, l'année suivant les travaux de végétalisation, pour contrôler l'absence de développement d'espèces invasives. En cas de découverte, le concessionnaire d'ouvrage procèdera à leur éradication (fauche, arrachage, pose de bâches opaques, …).

### 10.2.5. *Mesures relatives au paysage*

La principale mesure de réduction de l'impact paysager de l'aménagement hydroélectrique de la Sarenne réside dans le parti pris initial d'enfouissement de l'ensemble des conduites hydrauliques et de la ligne d'évacuation d'énergie. Ces choix impliquent des surcoûts très conséquents.

Le traitement architectural des bâtiments de la prise d'eau et de l'usine participe également à l'intégration paysagère de l'aménagement.

Les modalités d'implantation de la plateforme en remblais, en bordure de la RD 211a, son traitement paysager et sa valorisation (point de vue aménagé, parking, espace d'information touristique, sentiers piétons, …) sont autant d'éléments supprimant l'incidence négative potentielle du projet

### 10.2.6. *Mesures relatives aux activités humaines et aux nuisances pour le voisinage*

- Afin d'éviter tout risque pour le public :
  - Sécurisation de l'accès au plan d'eau de la retenue et aux ouvrages de la prise d'eau : dispositifs anti intrusion, information, bouée par exemple …
  - L'entrée de la galerie intermédiaire sera équipée de dispositifs anti intrusion et de panneaux d'information.
  - Le bâtiment usine s'inscrit dans le périmètre clôt d'une propriété privée.

- La valorisation envisagée de la plateforme en remblais (aménagement d'un point de vue, d'un parking, d'un espace d'informations touristiques, départ de sentiers piétons, etc.) participe de façon positive à l'intérêt touristique du secteur.
- Concernant les nuisances sonores, les mesures de réduction des incidences sont intégrées à la conception de l'usine : positionnement en retrait de la Sarenne et partiellement encastrée dans la paroi rocheuse, recours à un dispositif de refroidissement fermé eau / eau.
- Des dispositions de construction spécifiques pour le bâtiment de l'usine sont également prévues de manière à éviter les nuisances sonores par rapport au camping « La Cascade » (épaisseur des murs béton renforcée, chicane en toiture, orientation des ouvertures, …). Un contrôle des émergences sonores pourra être effectué après la mise en service de l'aménagement.

## 10.3. MESURES DE SUPPRESSION OU DE REDUCTION DES INCIDENCES POTENTIELLES INDUITES EN CONDITIONS EXCEPTIONNELLES

### 10.3.1. *Mesures de prévention des effets des crues de la Sarenne*

La définition d'une consigne d'exploitation en fonction du débit de crue permettra de réduire les risques potentiels de dysfonctionnement de l'aménagement induits par une crue exceptionnelle.

### 10.3.2. *Mesures de prévention des effets des chutes de pierres et de blocs*

Les risques liés aux chutes de pierres et de blocs sont traités par la purge ou la fixation des blocs instables et la mise en place d'écrans ou de filets de protections.

### 10.3.3. *Mesures de prévention des effets d'un séisme*

Après une secousse sismique, l'exploitant procédera à une inspection de contrôle de la galerie intermédiaire.

Le cas échéant, il prendra contact avec un géologue afin de dresser le bilan des constats et pour définir les mesures nécessaires.

Le renforcement des parois et de la voûte et la fixation des blocs instables limitent les conséquences potentielles d'un séisme sur l'aménagement.

### 10.3.4. *Mesures de prévention des effets d'une brusque montée des eaux dans le tronçon court-circuité*

Une montée rapide des eaux dans la Sarenne ne pouvant pas être écartée, des panneaux d'information seront implantés le long des berges de la Sarenne, tout particulièrement dans les lieux fréquentés par le public (abords de la cascade de Sarenne, anciens moulins, …).

Ces panneaux illustreront concrètement le danger encouru par le public en cas de montée rapide des eaux. D'autres panneaux indiqueront les directions d'évacuation préconisées en cas de montée rapide des eaux du torrent.

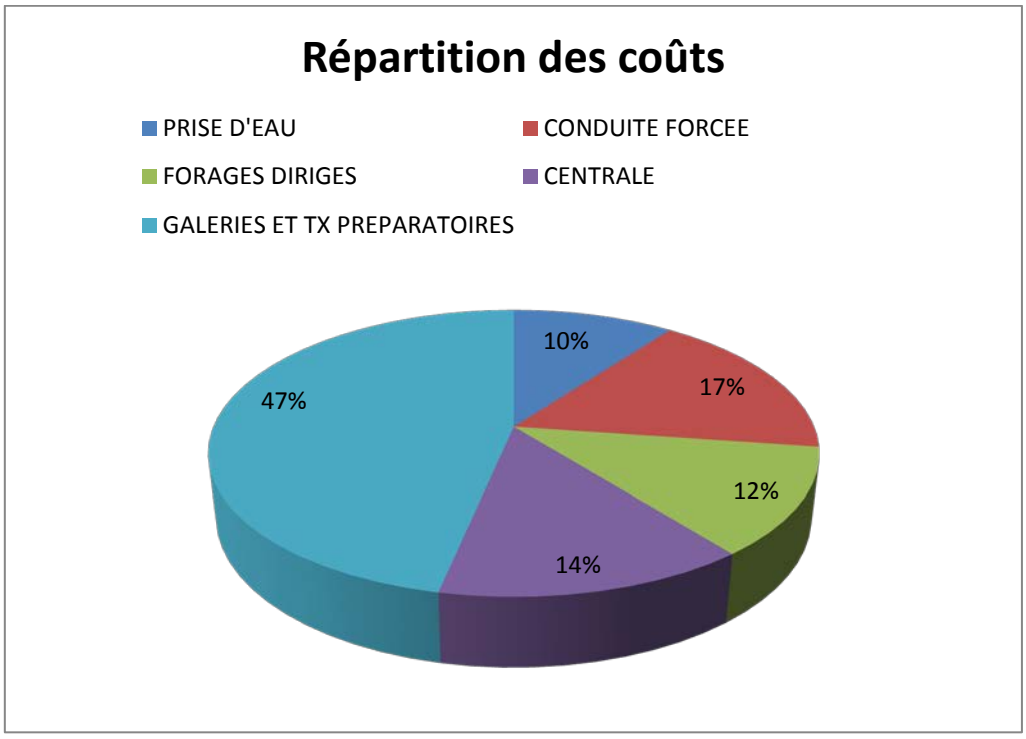
## 10.4. ESTIMATION DU COUT DES MESURES

Les coûts des mesures ERC sur l'environnement comme les mesures de réduction des risques, la prise en compte de la problématique amiante sont intégrés dans l'investissement global de l'aménagement.

Le coût de l'ensemble des travaux de l'aménagement (hors foncier) est estimé à environ 35 millions d'euros hors taxes.

| | | |
|---|---|---|
| ENSEMBLE TRAVAUX (HORS GALERIES Et TX PREPA) | 18 502 776 | **53%** |
| PRISE D'EAU | 3 538 596 | 10% |
| CONDUITE FORCEE | 5 925 540 | 17% |
| FORAGES DIRIGES | 4 187 700 | 12% |
| CENTRALE | 4 850 940 | 14% |
| GALERIES ET TX PREPARATOIRES | 16 212 830 | **47%** |
| | | |
| **TOTAL ESTIMATION TRAVAUX** | **34 715 606** | **100%** |

Le coût se répartit de la manière suivante :




Les travaux souterrains en excavation traditionnelle à l'explosif constituent le poste de dépense le plus important par rapport aux autres grands postes du projet, notamment en raison du surcoût lié à la prise en compte de la présence de roches potentiellement amiantifères.

# 11. ÉVALUATION DES INCIDENCES NATURA 2000 DU PROJET

Le réseau Natura 2000 s'inscrit au cœur de la politique de conservation de la nature de l'Union européenne et est un élément clé de l'objectif visant à enrayer l'érosion de la biodiversité. Ce réseau, mis en place en application de la Directive « Oiseaux » datant de 1979 et de la Directive « Habitats » datant de 1992, vise à assurer la survie à long terme des espèces et des habitats particulièrement menacés, à forts enjeux de conservation en Europe. Il est constitué d'un ensemble de sites naturels, terrestres et marins, identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces de la flore et de la faune sauvage et des milieux naturels qu'ils abritent. La structuration de ce réseau comprend :

1) Des **Zones de Protection Spéciales** (ZPS), visant la conservation des espèces d'oiseaux sauvages figurant à l'annexe I de la Directive « Oiseaux » ou qui servent d'aires de reproduction, de mue, d'hivernage ou de zones de relais à des oiseaux migrateurs ;
2) Des **Zones Spéciales de Conservation** (ZSC) visant la conservation des types d'habitats et des espèces animales et végétales figurant aux annexes I et II de la Directive « Habitats ».

Concernant la désignation des ZSC, chaque État membre fait part de ses propositions à la Commission européenne, sous la forme de pSIC (proposition de site d'importance communautaire). Après approbation par la Commission, le pSIC est inscrit comme site d'importance communautaire (SIC) pour l'Union européenne et est intégré au réseau Natura 2000. Un arrêté ministériel dé signe ensuite le site comme ZSC. La désignation des ZPS relève d'une décision nationale, se traduisant par un arrêté ministériel, sans nécessiter un dialogue préalable avec la Commission européenne.

Les programmes ou projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements soumis à un régime d'autorisation ou d'approbation administrative, dont la réalisation peut affecter de façon notable un site Natura 2000, font l'objet d'une évaluation de leurs incidences au regard des objectifs de conservation du site.

## 11.1. DEFINITION ET CARTOGRAPHIE DE LA ZONE D'INFLUENCE DU PROJET

Une description détaillée du projet est présentée en pièce B – Notice technique du Dossier d'exécution des ouvrages et les principales caractéristiques sont rappelées aux chapitres 2 et 6 de la présente notice d'incidence.

### 11.1.1. *Localisation du projet par rapport aux sites Natura 2000*

Le zone d'étude est en partie incluse dans la **ZSC FR8201738 « Plaine de Bourg d'Oisans et ses versants »**. Ce site Natura 2000 s'étend sur la plaine alluviale de Bourg-d'Oisans et ses coteaux. Seule la partie aval du projet se situe à l'intérieur du périmètre.

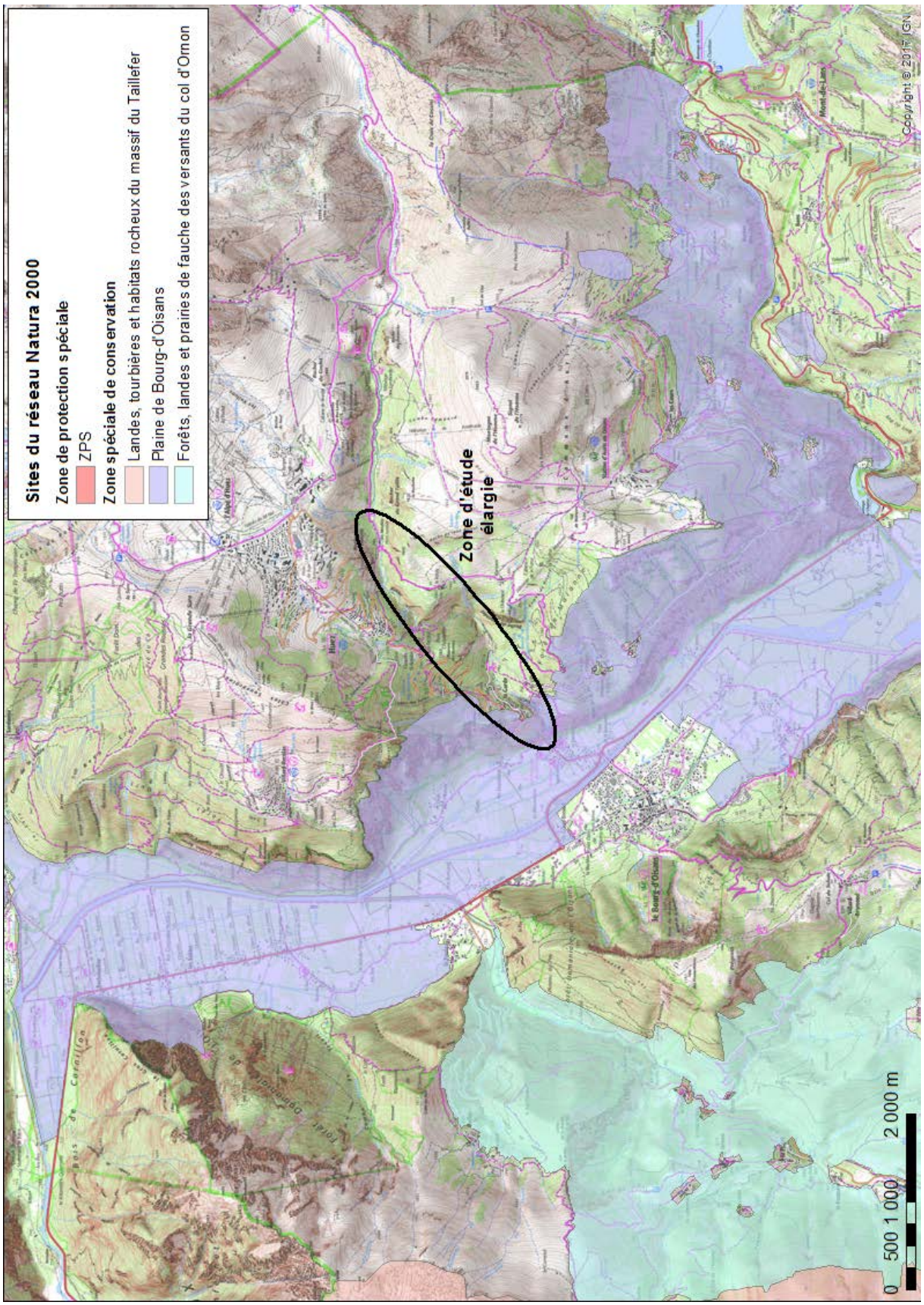



*Figure 113 : Localisation des sites Natura 2000 par rapport à la zone d'étude*

### 11.1.2. *Définition de la zone d'influence*

La zone d'influence correspond à la zone dans laquelle les effets du projet sont potentiellement perceptibles, qu'il s'agisse d'effets directs liés à l'emprise, d'effets sonores ou visuels, ou d'effets indirects. À ce titre, la zone d'influence intègre les zones au niveau desquelles les risques de rejets et de prélèvements sont susceptibles d'être perçus ou dirigés.

Pour le projet d'aménagement hydroélectrique de la Sarenne, la zone d'influence du projet en lien avec le site Nature 2000 de la « **Plaine de Bourg d'Oisans et ses versants** » correspond :

1) Au secteur de la prise d'eau ;
2) À l'emprise de la zone de travaux aval (usine située en site industriel), incluse dans le périmètre de la ZSC ;
3) Aux emprises du secteur du Pont de Sarenne sensibles aux enjeux chiroptères du site Natura 2000 (aplombs rocheux de la gorge de Sarenne au niveau du pont de la RD211a) ;
4) Au tronçon de la Sarenne compris dans le périmètre du site Natura 2000.

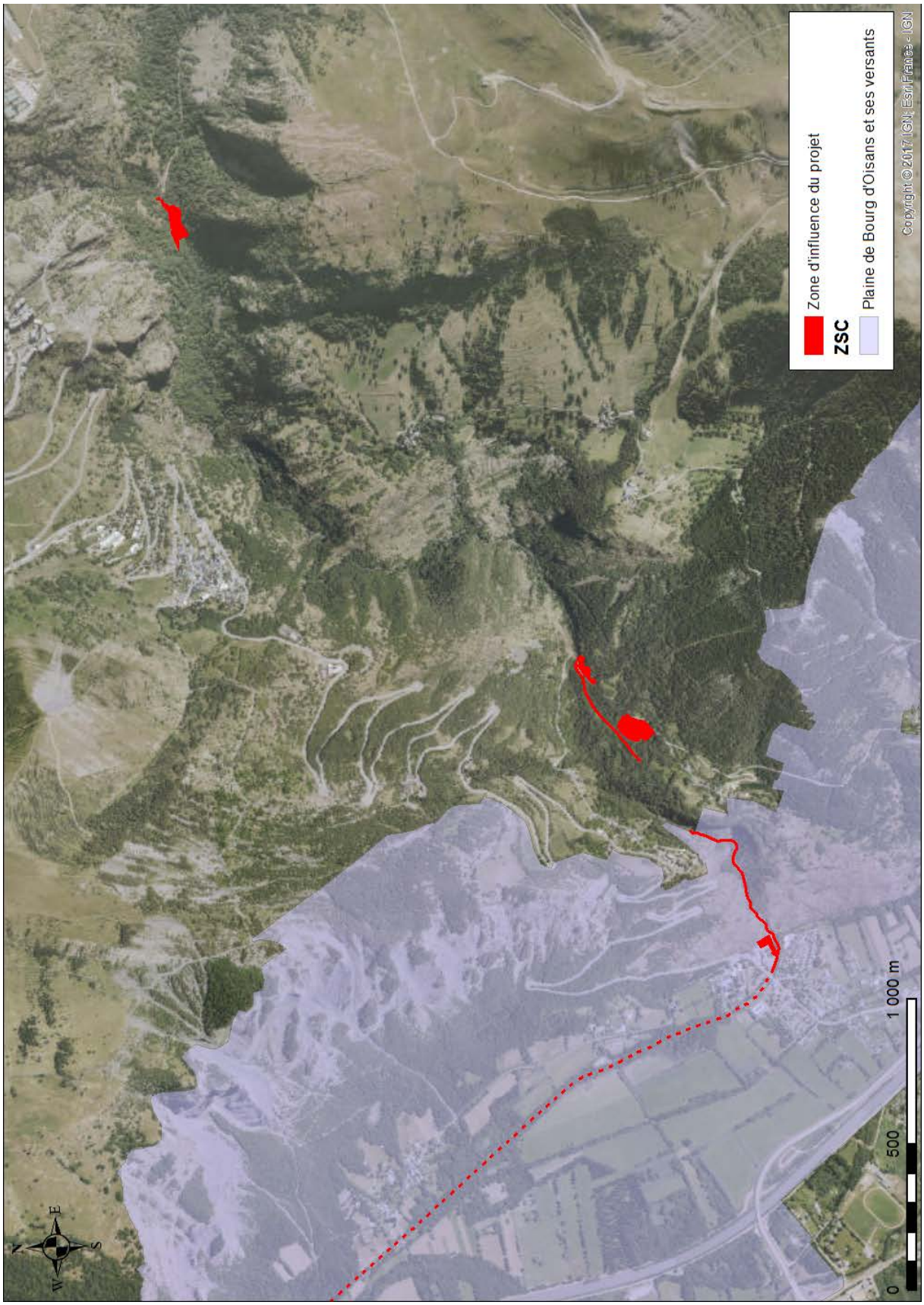



*Figure 114 : Zone d'influence du projet par rapport aux sites Natura 2000*

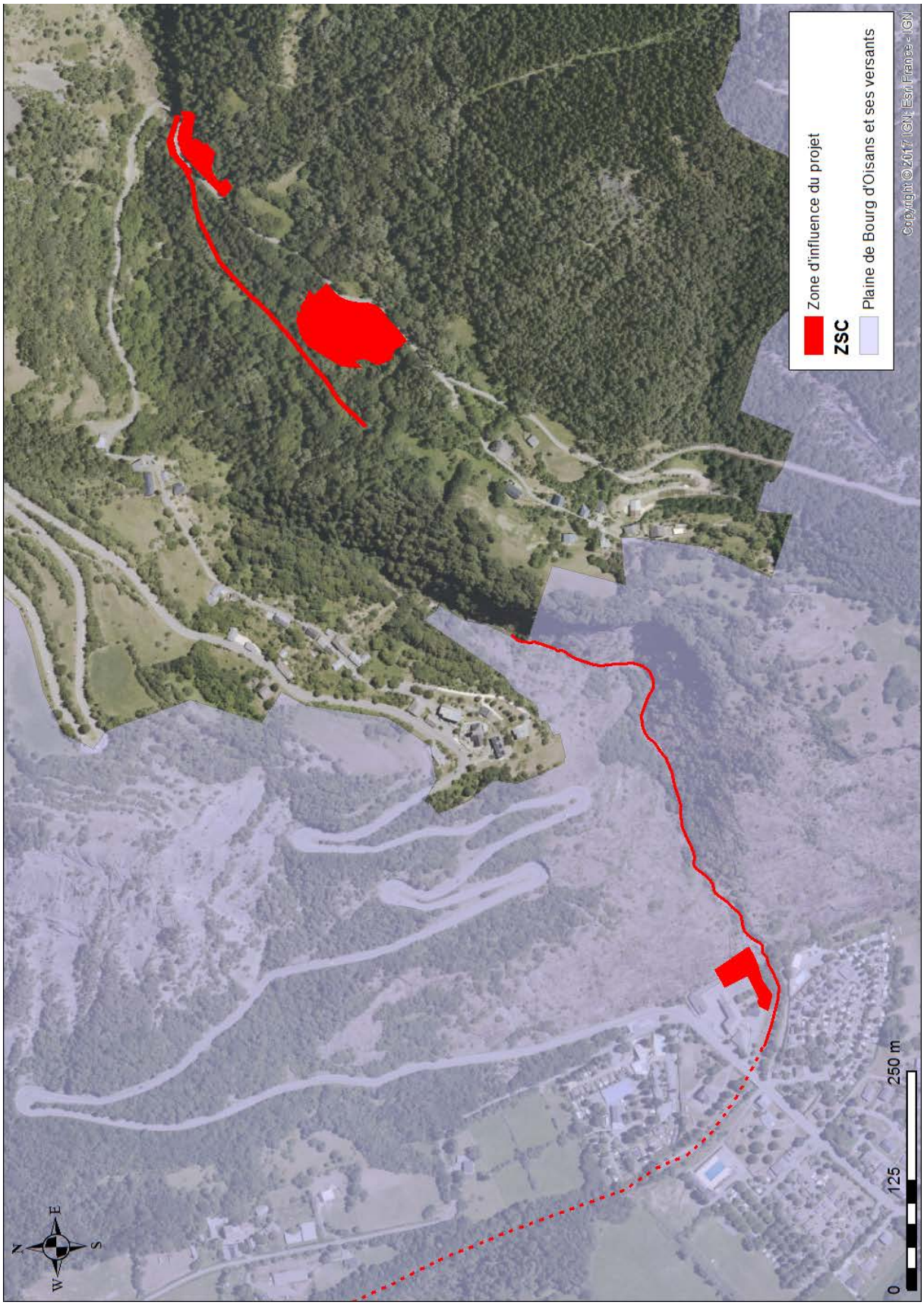



*Figure 115 : Zone d'influence rapprochée du projet par rapport aux sites Natura 2000*

## 11.2. PRESENTATION DES SITES NATURA 2000 SUSCEPTIBLES D'ETRE AFFECTES

### 11.2.1. *Site Natura 2000 FR8201738 « Plaine de Bourg d'Oisans et ses versants »*

La zone d'influence du projet recoupe le périmètre de la **ZSC FR8201738 « Plaine de Bourg d'Oisans et ses versants »**, désignée par arrêté ministériel le 16 avril 2016. Avant sa désignation en ZSC, le SIC était dénommé « Milieux alluviaux, pelouses steppiques et pessières du bassin de Bourg-d'Oisans ». Son Document d'objectif a été validé en Comité de pilotage le 6 novembre 2007.

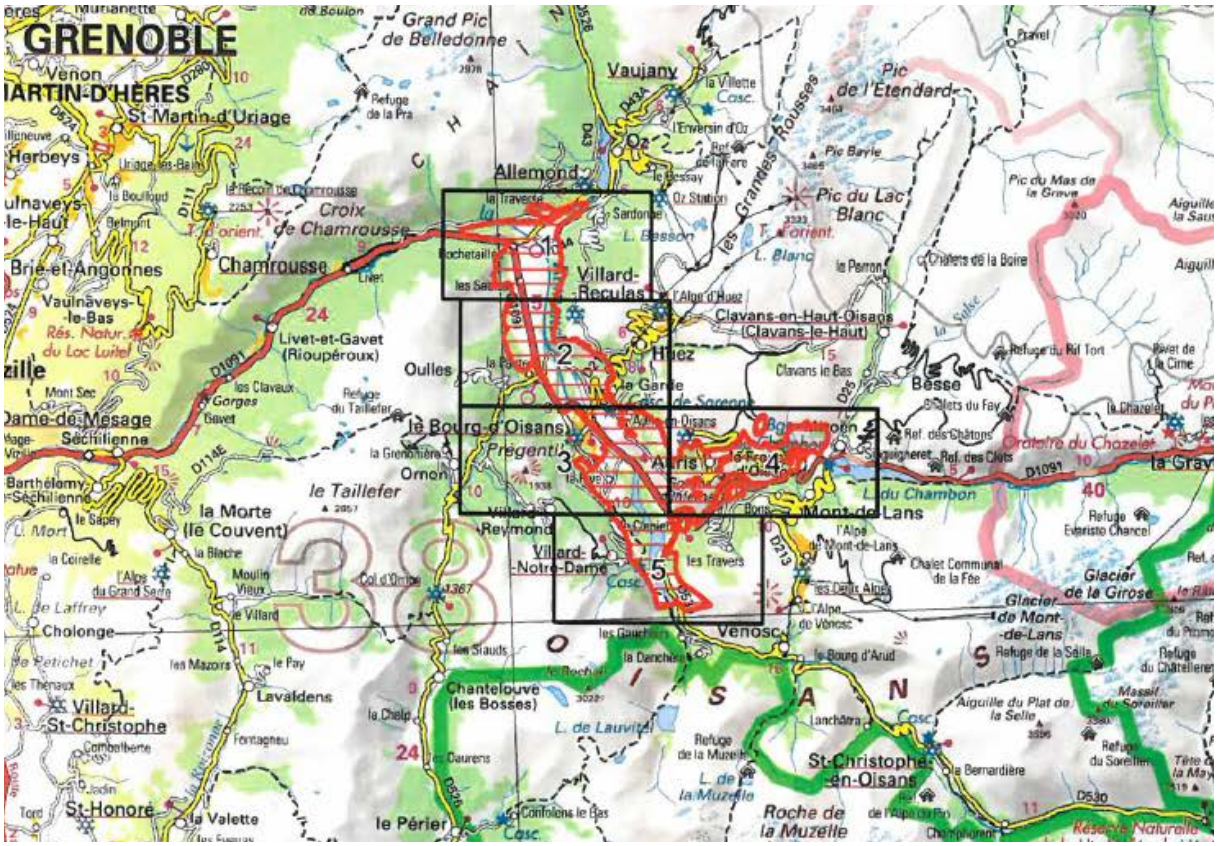



*Figure 116 : Site Natura 2000 FR8201738 « Plaine de Bourg d'Oisans et ses versants »*

Le site est localisé dans la zone biogéographique alpine au cœur de l'Oisans. Il fait partie du canton de Bourg-d'Oisans, situé à environ 50 km de Grenoble, au sud-est du département de l'Isère. Il est composé de la plaine de Bourg-d'Oisans, de son versant nord-est et du début de la vallée de la Romanche en direction du Freney-d'Oisans.

Le site est centré sur la vallée de la Romanche et inclut ses confluences avec le Vénéon (en limite sud de la zone Natura 2000), la Rive, la Sarenne, la Lignarre et l'Eau-d'Olle (dans sa limite nord-est). Il s'étage en altitude de 702 m dans le secteur de Rochetaillée à la confluence de la Romanche et de l'Eau-d'Olle, jusqu'à 1 858 m au niveau de la pessière d'Auris. Il couvre une superficie de 3 473 ha.

La zone alluviale constitue un hydrosystème remarquable, constitué de sources, résurgences, fossés, chenaux, mares et prairies humides et boisements humides.

Les adrets sont colonisés par une végétation aride ou steppique typique des vallées alpines internes et particulièrement étudiée par les phytosociologues (travaux de Braun-Blanquet). Avec le boisement d'épicéa Auris, cet ensemble constitue un écocomplexe remarquable.

Cette mosaïque d'habitats naturels, entre des milieux humides, des milieux secs, des zones exposées et des zones boisées, est favorable au développement d'une biodiversité exceptionnelle.

Les secteurs les plus riches sont le Vénéon avec ses alluvions torrentielles où pousse le Trèfle saxatile, les coteaux steppiques, les nombreuses prairies de fauche fleuries et riches en insectes, les boisements humides qui occupent la plaine, en particulier autour du marais de Vieille Morte (présence de rares crapauds Sonneur à ventre jaune).

### 11.2.2. *Description des habitats et espèces Natura 2000 présents ou potentiels dans la zone d'influence du projet*

#### 11.2.2.1. **Habitats et espèces ayant justifié la désignation du site Natura 2000**

26 habitats d'intérêt communautaire ont justifié la désignation du site, dont 7 occupent une surface inférieure à 1 ha : habitats 3230, 3260, 4030, 5210, 6170, 6410 et 7220. Cinq de ces habitats sont présents sous une forme prioritaire.

Le document d'objectifs du site FR8201738, validé le 6 novembre 2007, a défini les objectifs et principes de gestion suivants pour la conservation de ces habitats :

1) Conserver les habitats de rivières alpines (3220, 3230, 3240) et informer sur la richesse de ces milieux ;
2) Restaurer et entretenir les pelouses sèches de la Balme d'Auris par débroussaillage (6210) et informer sur la richesse de ces milieux ;
3) Conserver la forêt alluviale (91E0*-4) du secteur de Vieille Morte en bon état hydrique et créer l'espace naturel sensible de Vieille Morte
4) Conserver l'habitat de rivières des étages planitiaire (3260) dans les béalières et cours d'eau en entretenant les berges de manière adaptée et différenciée ;
5) Éviter les atteintes aux habitats 8130-5, 8220-1, 4060 et 7220*.

1 - Liste des habitats naturels justifiant la désignation du site et figurant en annexe de l'arrêté du 16 novembre 2001 modifié

| | | |
|---|---|---|
| 3220 | | Rivières alpines avec végétation ripicole herbacée |
| 3230 | | Rivières alpines avec végétation ripicole ligneuse à *Myricaria germanica* |
| 3240 | | Rivières alpines avec végétation ripicole ligneuse à *Salix elaeagnos* |
| 3260 | | Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du *Ranunculion fluitantis* et du *Callitricho-Batrachion* |
| 4030 | | Landes sèches européennes |
| 4060 | | Landes alpines et boréales |
| 5130 | | Formations à *Juniperus communis* sur landes ou pelouses calcaires |
| 5210 | | Matorrals arborescents à *Juniperus* spp. |
| 6170 | | Pelouses calcaires alpines et subalpines |
| 6210 | * | Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires (*Festuco-Brometalia*) (* sites d'orchidées remarquables) |
| 6230 | * | Formations herbeuses à *Nardus*, riches en espèces, sur substrats siliceux des zones montagnardes (et des zones submontagnardes de l'Europe continentale) |
| 6410 | | Prairies à *Molinia* sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (*Molinion caeruleae*) |
| 6430 | | Mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin |
| 6510 | | Prairies maigres de fauche de basse altitude (*Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis*) |
| 6520 | | Prairies de fauche de montagne |
| 7220 | * | Sources pétrifiantes avec formation de tuf (*Cratoneurion*) |
| 8130 | | Eboulis ouest-méditerranéens et thermophiles |
| 8150 | | Eboulis médio-européens siliceux des régions hautes |
| 8210 | | Pentes rocheuses calcaires avec végétation chasmophytique |
| 8220 | | Pentes rocheuses siliceuses avec végétation chasmophytique |
| 91E0 | * | Forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae*) |
| 9110 | | Hêtraies du *Luzulo-Fagetum* |
| 9130 | | Hêtraies de l'*Asperulo-Fagetum* |
| 9150 | | Hêtraies calcicoles médio-européennes du *Cephalanthero-Fagion* |
| 9180 | * | Forêts de pentes, éboulis ou ravins du *Tilio-Acerion* |
| 9410 | | Forêts acidophiles à Picea des étages montagnard à alpin *(Vaccinio-Piceetea)* |

10 espèces de faune et de flore sauvages ont justifié la désignation du site : 8 espèces animales (dont 3 espèces de chauves-souris) et 2 espèces végétales, le **Trèfle des rochers** et le **Sabot de Vénus**. Les objectifs de gestion indiqués dans le DOCOB pour ces espèces sont les suivants :

1) Conservation de l'habitat de nourrissage (bocage avec agriculture extensive) et protection du gîte de reproduction du Grand Murin ;
2) Conservation de l'habitat du Sonneur à ventre jaune (ornières et mares temporaires) ;
3) Maintien et extension du Sabot de Vénus par entretien du couvert mi-ombre de l'habitat ;
4) Maintien et extension du Trèfle des rochers par protection de son habitat ;
5) Conservation de l'habitat du Petit Murin (milieux ouverts type pelouses sèches) ;

6) Maintien et extension des populations de Chabot par amélioration de la qualité de l'eau ;
7) Réalisation de chantiers d'élimination des plantes invasives ;
8) Mise en place d'une signalétique Natura 2000.

2 - Liste des espèces de faune et flore sauvages justifiant la désignation du site et figurant en annexe de l'arrêté du 16 novembre 2001 modifié

Amphibiens

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1193 | | Sonneur à ventre jaune | *Bombina variegata* |

Invertébrés

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1092 | | Ecrevisse à pattes blanches | *Austropotamobius pallipes* |
| 6170 | | Isabelle de France | *Actias isabellae* |
| 6199 | * | Écaille chinée | *Euplagia quadripunctaria* |

Mammifères

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1307 | | Petit Murin | *Myotis blythii* |
| 1321 | | Vespertilion à oreilles échancrées | *Myotis emarginatus* |
| 1324 | | Grand Murin | *Myotis myotis* |

Plantes

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1545 | | Trèfle des rochers | *Trifolium saxatile* |
| 1902 | | Sabot de Vénus | *Cypripedium calceolus* |

Poissons

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1163 | | Chabot | *Cottus gobio* |

Reptiles

*Aucune espèce mentionnée*

** Habitats ou espèces dont la protection est prioritaire au sens de la directive 92/43/CEE.*

### 11.2.2.2. Habitats présents dans la zone d'influence du projet

La cartographie des habitats d'intérêt communautaire réalisée dans le cadre du DOCOB indique qu'**aucun habitat d'intérêt communautaire n'est présent dans la zone d'influence du chantier**.

Cependant l'habitat 8220-1 « Falaises siliceuses montagnardes à nivales des Alpes » est en contact avec la zone de travaux aval (paroi rocheuse en surplomb). Cet habitat occupe une superficie totale de plus de 320 ha à l'échelle du site Natura 2000.

### 11.2.2.3. Espèces présentes ou potentielles dans la zone d'influence du projet

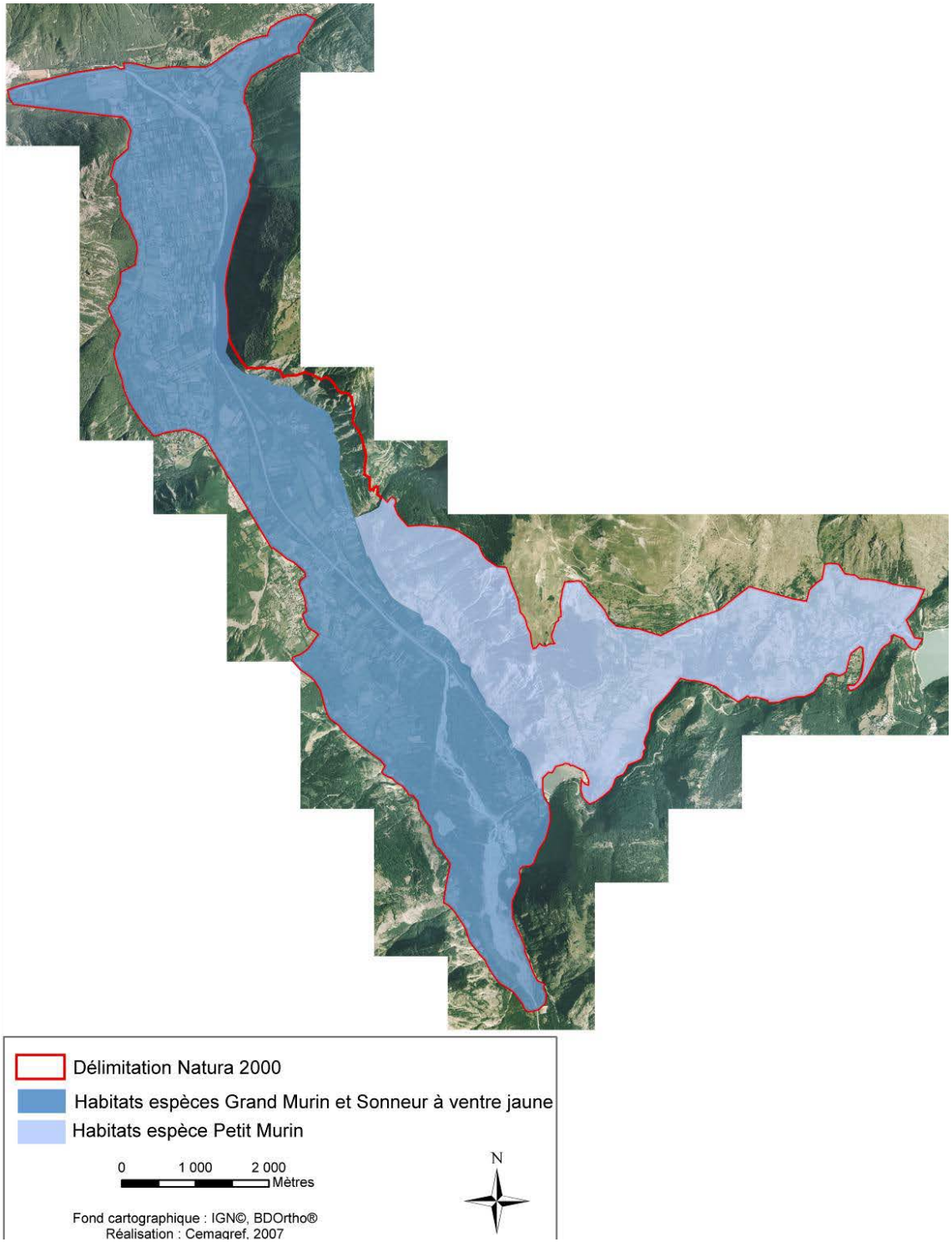



*Figure 117 : Localisation des habitats du Petit Murin et du Grand Murin*

Trois espèces sont potentiellement présentes dans la zone d'influence du projet :

1) le **Chabot** (*Cottus gobio*, code espèce 1163), sur le tronçon aval de la Sarenne, entre la cascade de Sarenne et la confluence avec la Romanche ;
2) le **Petit Murin** (*Myotis blythii*, code espèce 1307) et le **Grand Murin** (*Myotis myotis*, code espèce 1324) fréquentent potentiellement la zone de travaux amont et le secteur du Pont de Sarenne (zones de chasse).

## 11.3. ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET VIS-A-VIS DES HABITATS ET ESPECES NATURA 2000

### 11.3.1. *Incidences sur l'habitat d'intérêt communautaire 8220-1 « Falaises siliceuses montagnardes à nivales des Alpes »*

Les travaux de terrassement dans la paroi rocheuse au niveau de la zone aval pourront induire une **dégradation ponctuelle des formations végétales assimilées à l'habitat 8220-1 « Falaises siliceuses montagnardes à nivales des Alpes »**. La surface maximale en jeu est de l'ordre de 500 m², à mettre en perspective avec la surface totale couverte par l'habitat à l'échelle du site Natura 2000 (plus de 320 ha). Cet habitat est considéré comme état en **bon état de conservation** et **peu menacé**.

Le fonctionnement courant de l'aménagement n'aura **aucune incidence sur l'habitat**. La sécurisation des parois et la stabilisation des blocs pourrait s'avérer bénéfique localement. La végétation chasmophytique recolonisera progressivement les parois mises à nu, mais à un rythme lent en raison des fortes contraintes du milieu.

Compte tenu de la faible surface impactée de façon temporaire par les travaux, de la répartition assez large de l'habitat à l'échelle du site Natura 2000 et de son bon état de conservation général, le projet n'a **pas d'incidence significative susceptible de remettre en cause la conservation de l'habitat d'intérêt communautaire 8220-1 « Falaises siliceuses montagnardes à nivales des Alpes »**.

### 11.3.2. *Incidences sur le Chabot*

Les effets potentiels des travaux de la zone aval sur les habitats aquatiques favorables au **Chabot** sont liés :

1) Au risque d'entraînement de matières en suspension lors des opérations de creusement du forage dirigé aval. Le débit maximal à restituer à la Sarenne est estimé à 6 l/s ;
2) Au risque d'entraînement de matières en suspension par les eaux de ruissellement depuis la plateforme de chantier ;
3) À la mise en suspension de particules fines lors des terrassements pour l'aménagement du point de restitution (berge rive droite et lit de la Sarenne).

Le débit maximal des rejets dans la Sarenne (6 l/s) représente moins de 0,6 % du module de la Sarenne (1,08 $m^3$/s) et 2,3 % du débit mensuel quinquennal sec ($Q_{MNA5}$ = 256 l/s). Le rejet sera donc dilué dans un débit 180 fois supérieur dans le cas du module de la Sarenne et plus de 40 fois supérieur dans le cas du débit mensuel quinquennal sec.

Le sol de la plateforme de chantier est perméable, ce qui réduit les effets du ruissellement et favorise une filtration des eaux pluviales.

La granulométrie des matériaux constitutifs des berges et du lit de la Sarenne est essentiellement grossière (graviers, galets et blocs), ce qui limite le risque de mise en suspension. Par ailleurs, les interventions dans le lit mineur seront limitées.

➔ Par conséquent, l'incidence des travaux sur les habitats favorables au **Chabot** et sur les individus sera ponctuelle, temporaire et peu soutenue. Elle ne sera pas de nature à perturber de manière significative et durable la population de **Chabot** présente sur le tronçon aval de la Sarenne.

Le tronçon de la Sarenne court-circuité par l'aménagement hydroélectrique n'est pas fréquenté par le **Chabot**, hormis un linéaire d'environ 50 m entre la cascade de Sarenne et le point de restitution en aval de l'usine. En phase d'exploitation, l'aménagement n'induira aucune modification du fonctionnement hydrologique et des conditions écologiques sur le tronçon aval de la Sarenne. Dans ces conditions, aucune incidence significative n'est envisagée sur la population de **Chabot**.

### 11.3.3. *Incidences sur le Petit murin et le Grand murin*

Aucun gîte d'hibernation ou d'estivage avéré n'est présent dans la zone d'influence du projet. Deux colonies de reproduction du **Grand Murin** sont connues sur la commune de Bourg-d'Oisans (un bâtiment au lieu-dit Les Sables et un bâtiment au centre de Bourg-d'Oisans).

La zone de travaux aval s'inscrit dans un cadre déjà largement anthropisé : bâtiments et parking couvert EDF / Enedis, ancienne centrale hydroélectrique, conduite aérienne, tympan de la galerie existante, …

Le principal enjeu écologique du secteur résidait dans l'attrait potentiel pour les chiroptères, en particulier la galerie existante, bien que les différentes visites de terrain et un inventaire minutieux du bureau d'études MICA Environnement n'aient jamais permis l'observation d'individus ou de signes de fréquentation (guano).

L'adaptation du projet (forage dirigé uniquement, sans utilisation de la galerie existante) a permis d'éviter cet enjeu potentiel.

La destruction de l'ancienne usine (où aucune présence n'avait été relevée par MICA Environnement) et la création d'une plateforme de chantier ont contribué à réduire l'intérêt du site pour les chiroptères.

➔ Dans ces conditions, l'incidence des travaux sur le **Petit Murin** et le **Grand Murin** est considérée comme nulle, au niveau de la zone aval.

Sur la zone de travaux amont, les habitats naturels terrestres impactés par le projet sont exclusivement des habitats forestiers assez denses et au sous-bois développé, de type « Érablaies à Alisier blanc du montagnard supérieur et du subalpin ». Ces habitats ne répondent pas aux exigences écologiques du **Petit Murin** (chasse en milieux herbacés ouverts exclusivement) ou du **Grand Murin** (nécessité de sol très accessible pour la chasse : en forêts présentant peu de sous-bois, végétation herbacée rase). En outre, sur le site Natura 2000 de la « Plaine de Bourg d'Oisans et ses versants », le **Grand Murin** est plutôt considéré comme une espèce de plaine, profitant des milieux bocagers à agriculture extensive, très favorables à l'espèce.

➔ Dans ces conditions, les travaux au niveau de la zone amont ne sont pas susceptibles de perturber les habitats et les individus de **Petit Murin** ou de **Grand Murin**. L'incidence du projet est nulle sur ce site.

Le secteur du Pont de Sarenne est potentiellement plus favorable aux deux espèces de **murins**. Il présente une mosaïque de milieux ouverts et boisés qui peuvent être fréquentés par les deux espèces comme terrains de chasse. Le développement des ligneux (déprise agricole) tend cependant à limiter l'attrait potentiel du site.

Les travaux sur ce secteur sont donc susceptibles d'entraîner un dérangement temporaire des individus de **Petit Murin** et de **Grand Murin** qui le fréquentent. La concentration de l'activité du chantier principalement en journée est cependant un facteur de limitation des nuisances potentielles.

L'incidence négative des travaux sur le **Petit Murin** et le **Grand Murin** sera donc très faible et temporaire. Elle ne remet pas en cause la conservation des populations de ces deux espèces à l'échelle du site Natura 2000.

En phase exploitation, l'ouverture des milieux induite par la création de la plateforme en remblais et le développement d'une végétation herbacée ouverte (enherbement à la fin des travaux) est potentiellement favorable aux deux espèces de **murins**.

La création de l'aménagement hydroélectrique de la Sarenne permettra donc de compenser ponctuellement la tendance générale à la fermeture des milieux et au développement des ligneux sur le secteur. Cette tendance, provoquée par la déprise agricole et l'abandon progressif du pâturage sur la commune de La Garde, est très défavorable à la plupart des espèces de chiroptères, en particulier au **Petit Murin**, inféodé aux milieux herbacés ouverts.

Ainsi, l'incidence globale du projet est positive pour le **Petit Murin** et le **Grand Murin**.

## 11.4. MESURES DE SUPPRESSION OU DE REDUCTION DES INCIDENCES POTENTIELLES DU PROJET

### 11.4.1. *Habitat d'intérêt communautaire 8220-1 « Falaises siliceuses montagnardes à nivales des Alpes »*

Les travaux de sécurisation de la paroi rocheuse surplombant la zone de travaux aval et la fixation des blocs instables favoriseront le maintien et le développement de la végétation chasmophytique.

### 11.4.2. *Chabot*

Avant restitution à la Sarenne, les eaux de drainage issues des travaux de forage seront décantées et traitées, si nécessaire, dans une station de traitement mobile de dimension adaptée au débit de rejet envisagé (6 l/s sur la zone de travaux aval).

Ces dispositifs permettront de limiter les remises en suspension dans la Sarenne et donc le risque de colmatage des habitats aquatiques favorables au **Chabot**.

Un suivi physicochimique de l'eau de la Sarenne, en aval du rejet, sera mis en place afin de s'assurer du respect des critères suivant :

- MES < 35 mg/l ;
- pH compris entre 6 et 8,5 ;
- Hydrocarbures < 5 mg/l ;
- Oxygène dissous > 4 mg/l.

Un bassin de décantation sera également installé pour recueillir les eaux de ruissellement de la plateforme de chantier, avant restitution à la Sarenne.

### 11.4.3. *Petit murin et le Grand murin*

Les travaux de démolition de l'ancienne usine et de constitution de la plateforme de chantier ont été précédés d'une investigation menée par un spécialiste des chiroptères du bureau d'études MICA Environnement, afin de s'assurer de l'absence d'individus sur le site.

Sur le secteur du Pont de Sarenne, les travaux de défrichement et de déboisement doivent être réalisés en mars 2018. Ce phasage permet d'éviter la période d'activité du Petit Murin et du Grand Murin (hibernation d'octobre à avril). La suppression de la végétation sur la zone d'emprise des travaux réduira l'attrait du site pour ces deux espèces et donc le dérangement potentiel lié à l'activité du chantier.

➔ Après les travaux, les talus de la plateforme en remblais le long de la RD 211a seront enherbés. La restauration d'une surface d'environ 5 000 m² de végétation herbacée ouverte au sein des boisements du vallon de la Sarenne étend la surface des terrains de chasse favorables au **Petit Murin** et au **Grand Murin** dans le secteur.

## 11.5. CONCLUSION

L'application des mesures de suppression ou de réduction des incidences potentielles du projet permet d'éviter toute incidence négative significative vis-à-vis des habitats et des espèces d'intérêt communautaire justifiant la désignation de la ZSC FR8201738 de la « Plaine de Bourg d'Oisans et ses versants ».

L'incidence globale du projet est positive pour deux espèces inscrites en annexe II et IV de la Directive « Habitats-Faune-Flore » (**Petit Murin** et **Grand Murin**).

# 12. METHODOLOGIE UTILISEE POUR L'ELABORATION DE L'ETUDE D'IMPACT

## 12.1. DIFFICULTES RENCONTREES

La notice d'incidence du Dossier d'exécution des ouvrages a été réalisée sur la base de l'étude d'impact de la demande de concession, validée en juillet 2014. Des inventaires complémentaires ont été menés de 2016-2017 sur les volets les moins détaillés et/ou les plus sensibles de l'étude d'impact (faune, flore et habitats terrestres, enjeu « chiroptères » de la zone aval).

La première phase d'investigations date de mars 2003 à septembre 2004. Aucune difficulté particulière n'a été mentionnée, hormis celle les problèmes d'accès en condition de sécurité acceptable dans le secteur des gorges.

Une phase de compléments faisant suite au retour des premières consultations des services de l'État et des acteurs locaux (notamment la CLE du SAGE) s'est engagée de 2005 à novembre 2009.

De nouveaux compléments ont été réalisés suite à l'obtention de la concession d'aménagement hydroélectrique de la Sarenne (22 juillet 2014). Ils se sont traduits par une adaptation du projet initial afin de mieux prendre en compte les différents enjeux environnementaux.

L'expérience montre que ce calendrier étalé dans le temps est incontournable et présente des avantages, le temps de maturation, et des inconvénients liés au risque d'obsolescence de certaines données ou d'évolution du contexte (réglementaire ou économique). Le document présenté s'oblige à intégrer ces évolutions au mieux.

Parmi les points soulevés, la gestion des produits d'extractions a nécessité la recherche de sites de valorisation ou de stockage permettant de minimiser de façon importante l'impact potentiel du projet lié au choix du site initial de stockage et au recours trop important au transport routier.

Le deuxième enjeu a été lié à la bonne appréciation des règles de partage de la ressource en eau. Là aussi la concertation avec les élus la CLE du SAGE, s'est avérée essentielle pour la définition de solutions satisfaisantes.

Les projections en matière d'impact sur l'écosystème restent toujours délicates, car elles doivent intégrer le facteur temps important pour la cicatrisation de la phase travaux et le réajustement des écosystèmes ; elles doivent enfin tenir compte des autres pressions indépendantes du projet (hydrologie, pollution, aménagement du bassin versant). Les méthodes disponibles présentent de ce fait souvent un caractère qualitatif ce qui justifie des observations de post évaluation des impacts de l'aménagement.

## 12.2. COLLECTE DES DONNEES

Dans le cadre de l'étude d'impact pour la demande de concession, la description de l'état initial de l'environnement a été rédigée après visites de site et du bassin versant de la Sarenne, consultation des services de l'administration, du CEMAGREF, examen de documents et réalisation de plusieurs études spécifiques :

1) Étude de faisabilité géologique et géotechnique : SAGE (juin 2004) ;
2) Études hydrobiologiques de la Sarenne : GREBE (décembre 2003 à novembre 2009) ;
3) Étude écologique terrestre : EMC Environnement (novembre 2003) ;
4) Étude hydrologique : débits de pointes de crues de la Sarenne (SERHY) ;
5) Études d'ingénierie : (société ISM) ;
6) Études béton et structure bâtiment central (Pyramide) ;
7) Études d'ingénierie galeries.

L'actualisation de cette étude d'impact a été réalisée à partir d'études géotechniques et d'inventaires naturalistes complémentaires :

1) Mission géotechnique de type G2 - Site de la prise d'eau, Sage, décembre 2015 ;
2) Mission géotechnique de type G2 - Site du puits, Sage, décembre 2015 ;
3) Mission géotechnique de type G2 – Ouvrages souterrains, Sage, décembre 2015 ;
4) Galerie existante – rapport d'essais complémentaires, SAGE, mai 2017 ;
5) Zone Amont - Mission géophysique relative aux Ouvrages souterrains, SAGE, Septembre 2017 – RP. 6878 ;
6) Zone Aval - Mission géophysique relative aux Ouvrages souterrains, SAGE, Septembre 2017 – RP. 6878 ;
7) Recherche de fractures par méthode VLF sur la commune de la Garde, Rapport N17-38075A par Calligée, juillet 2017 ;
8) Compte-rendu d'investigations géotechniques de la campagne de sondages destructifs et carottés - Reconnaissances géotechniques et hydrogéologiques, GEOTEC, Octobre 2017 ;
9) Expertise chiroptérologique sur le secteur de l'ancienne usine hydroélectrique et dans la galerie existante, MICA Environnement, janvier 2016 ;
10) Diagnostic écologique (faune, flore et habitats terrestres), MICA Environnement, mai-juin 2016 ;
11) Localisation des arbres à cavités favorables aux chiroptères / oiseaux (secteur pont de Sarenne / prise d'eau), MICA Environnement, 16 mars 2017).

## 12.3. EVALUATION DES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE HUMAINE

Dans le cadre de l'étude d'impact initiale, l'évaluation des effets du projet sur l'environnement et sur la santé a été menée à partir de l'expérience propre de l'Ingénieur Conseil Pierre-Yves FAFOURNOUX et de sa connaissance du secteur géographique.

L'auteur de l'étude initiale a déjà réalisé plusieurs études de faisabilité de projets hydroélectriques dans les Alpes, pour le compte de sociétés d'équipement et de collectivités locales. Il a aussi préparé plusieurs dossiers d'autorisation au titre de la Loi sur l'eau du 3 janvier 1992, ainsi que différents dossiers d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

Pour traiter certains thèmes spécifiques, il s'est entouré de conseils spécialisés :

- le bureau d'études SAGE Ingénierie, pour la géologie et la géotechnique,
- le bureau d'études GREBE, pour les études hydrobiologiques et piscicoles,
- le bureau d'études EMC Environnement, pour l'étude écologique.

Une actualisation de l'étude d'impact a été réalisée en 2009 par Bruno COUPRY, du bureau d'étude environnement Eaucéa, 69 allées Jean Jaurès, 31500 Toulouse.

La présente Notice d'incidence s'est appuyée sur ces éléments, complétés à partir des différentes études menées par les bureaux d'études SAGE, GEOTEC et MICA Environnement.

## 12.4. FORMULATION DES MESURES REDUCTRICES OU COMPENSATOIRES

L'identification des effets négatifs possibles du projet conduit à rechercher les mesures pour limiter ces inconvénients. Celles-ci sont, en général, reprises dans les textes autorisant l'exploitation d'installations analogues. Leur efficacité est bien établie.

Pour certains effets éventuels difficiles à identifier, il n'est pas toujours possible de préconiser à l'avance les mesures réductrices ou compensatoires correspondantes. Il est donc important de lister ces effets, afin de conserver la vigilance nécessaire qu'implique le **principe de précaution**.

C'est l'attitude qui a notamment été adoptée en proposant la valeur du débit réservé à 120 l/s, avec la possibilité de réviser légèrement cette valeur après 5 ans d'activités puis avec une clause de revoyure au bout de 15 ans d'activités.

Les mesures réductrices ou compensatoires ne seront efficaces que si elles sont mises en œuvre dès le début du chantier et régulièrement adaptées en cours d'exploitation. Il est donc important que l'Exploitant poursuive, en phase d'exploitation, le dialogue engagé avec les services de l'Administration.

# 13. CONCLUSION

La production d'énergie est une des ressources économiques de ce territoire et a toujours été au cœur de l'aménagement de la Sarenne ; elle trouve, au travers de ce nouveau projet, une dimension nouvelle qui permet cependant de plus grandes exigences sur le plan de l'intégration environnementale.

Le projet de la Sarenne a été conçu dans un souci constant d'équilibre entre la valorisation économique de l'aménagement et le respect d'un environnement montagnard sensible. Cet aménagement hydroélectrique contribue au respect des engagements internationaux de la France dans le domaine des énergies renouvelables.

L'absence de grande retenue, la production au fil de l'eau et l'enfouissement de toutes les infrastructures majeures confèrent à ce projet de réels atouts environnementaux.

La concertation avec les élus et acteurs de la vallée a été l'une des clés permettant d'identifier les synergies possibles entre cet aménagement et les attentes de développement durable d'un site connu pour son tourisme de sport d'hiver mais qui comporte aussi des communes rurales montagnardes.