



mairie-tignes.fr

Tignes

238 boucle du Rosset
73 321 TIGNES CEDEX

Vidange du lac de Rosolin

Dossier de demande d'autorisation de travaux en réserve naturelle nationale, en cœur de parc national et en site Natura 2000
Dossier de déclaration au titre du code de l'environnement (loi sur l'eau)



Dossier n° 2023136

Edition : 15 avril 2025

CLIENT

Adresse

Date livraison

Version

TITRE

Objet

Chargé d'affaires

Rédacteur(s)

Relecteur(s)

Date création

Fichier

Nombre de pages

Tignes

238 boucle du Rosset
73 321 TIGNES CEDEX
09/04/2025

Provisoire ☐ V1
Finale ☒

Vidange du lac de Rosolin

Dossier de demande d'autorisation de travaux en réserve naturelle nationale, en cœur de parc national et en site Natura 2000
Dossier de déclaration au titre du code de l'environnement (loi sur l'eau)

Anne Dos Santos

Anne Dos Santos, Fabrice Chevreux, Jérémie Hahn, Lucie Bauret, Yves Longeot, Yann Baillet, Philippe Vallet

Jérémie Hahn (Teréo), Thomas Geay (RTM)

05/03/2025

20250305_2023136_Vidange du lac de Rosolin_2025_V1.docx

147

TABLE DES MATIERES

CADRE DE LA DEMANDE.....	6
1 - DEMANDEUR.....	6
2 - SITES CONCERNES.....	6
2.1 - Réserve naturelle nationale	6
2.2 - Parc naturel national.....	7
2.3 - Périmètres N2000	9
3 - CADRE REGLEMENTAIRE.....	11
3.1 - Travaux en réserve naturelle nationale	11
3.2 - Travaux en cœur de parc naturel national.....	11
3.3 - Travaux en zone Natura 2000.....	12
3.4 - Rejet dans le Doron de Prémou – Procédure IOTA	13
PRESENTATION DE L'OPERATION	14
4 - DESCRIPTION GENERALE DU DISPOSITIF.....	18
5 - ORGANISATION DU CHANTIER	21
5.1 - Apport des matériaux sur site.....	21
5.2 - Base vie et zones de stockages temporaires.....	22
5.3 - Points d'attention particuliers	22
5.3.1 - Sécurisation des usagers.....	22
5.3.2 - Gestion des déchets.....	22
5.3.3 - Protection des cours d'eau lors des travaux.....	22
5.3.4 - Espèces végétales invasives	23
5.3.5 - Présence d'espèces vulnérables	23
5.4 - Remise en état.....	23
PLAN DE SITUATION	24
PLAN GENERAL DES OUVRAGES ET ZONES AFFECTEES	26
ANALYSE DES CONSEQUENCES DE L'OPERATION.....	35
6 - ETAT INITIAL	35
6.1 - Climat.....	35
6.2 - Géologie.....	36
6.3 - Occupation des sols	38
6.4 - Continuités écologiques	40
6.5 - Réseau hydrographique	40
6.6 - Patrimoine culturel	45
6.7 - Biodiversité	46
6.7.1 - Analyse des données bibliographiques	46
6.7.2 - Résultats des inventaires.....	50
7 - DIAGNOSTIC TRANSVERSAL.....	66
8 - TRAJECTOIRE TENDANCIELLE DU SITE.....	68
9 - LES ENJEUX DU SITE.....	70
9.1 - Conservation de la biodiversité.....	71
9.2 - Maintien des services écosystémiques	71
9.3 - Conservation du patrimoine naturel remarquable	73
9.3.1 - Habitats remarquables.....	74
9.3.2 - Faune remarquable	74
9.3.3 - Flore remarquable	75
9.4 - Non dégradation des espèces et habitats réglementés.....	76

10 - SEQUENCE EVITER-REDUIRE-COMPENSER	79
10.1 - Identification des effets du projet	79
10.2 - Identification des impacts	80
10.3 - Mesures d'évitement et de réduction.....	84
10.4 - Analyse des impacts résiduels.....	87
10.5 - Mesures compensatoires	93
10.6 - Mesures d'accompagnement.....	93
10.7 - Mesures de suivis.....	93
10.8 - Conclusions de la séquence ERC	94
11 - ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET SUR LES SITES NATURA 2000	95
12 - APPROCHES METHODOLOGIQUES	96
12.1 - Présentation des méthodes utilisées	96
12.1.1 - Flore vasculaire et habitats	96
12.1.2 - Bryoflore	96
12.1.3 - Faune.....	96
Prélèvements.....	100
Prélèvements au filet fauchoir (capture d'adultes aériens).....	100
Piégeages lumineux (capture d'adultes aériens)	101
Périodes de prélèvement.....	101
Stations de prélèvements.....	101
Détermination des insectes récoltés et mise en collection	102
12.2 - Difficultés rencontrées	102
12.3 - Auteurs	103

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

TABEAU 1 : CLASSES D'HABITATS DU PARC NATIONAL DE LA VANOISE	7
TABEAU 2 : LISTE FAUNISTIQUE - PRELEVEMENTS DE MACROINVERTEBRES DU 09/08/2023 (TEREO)	44
TABEAU 3 : CALENDRIER DES INVENTAIRES	50
TABEAU 4 : LISTE DES HABITATS DU SITE	52
TABEAU 5 : STATUTS DES ESPECES OBSERVEES	58
TABEAU 6 : LISTE DES ESPECES D'ARACHNIDES IDENTIFIEES SUR LE SITE	60
TABEAU 7 : LISTE DES ESPECES NOUVELLES OBSERVEES	61
TABEAU 8 : LISTE DES ESPECES POSSEDANT UN ENJEU PRIORITAIRE A SECONDAIRE	62
TABEAU 9 : LISTE DES ESPECES FAUNISTIQUES REMARQUABLES DU SITE D'ETUDE	74
TABEAU 10 : LISTE DES ESPECES FLORISTIQUES REMARQUABLES	75
TABEAU 11 : FAUNE PROTEGEE	76
TABEAU 12 : HABITATS DES ESPECES PROTEGEES	76
TABEAU 13 : ZONES HUMIDES AU SEIN DE LA ZONE D'ETUDE	76
TABEAU 14 : ANALYSE DES IMPACTS	82
TABEAU 15 : ANALYSE DES IMPACTS RESIDUELS	88
TABEAU 16 : OBJECTIFS PRINCIPAUX DES SITES NATURA 2000 FR8201783 ET FR8210032	95

PHOTOGRAPHIES

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

PHOTO 1 : LAC DU ROSOLIN EN FIN DE TRAVAUX (RTM, 2023)	19
PHOTO 2, PHOTO 3, PHOTO 4 : BAC DE DECANTATION RUSTIQUE (SOURCE RTM, 2023)	19
PHOTO 5, PHOTO 6 : CREUSEMENT DU CHENAL (SOURCE RTM, 2023)	19
PHOTO 7, PHOTO 8, PHOTO 9 : CREUSEMENT DU CHENAL PHASE 2 ET DE LA RISBERME (SOURCE RTM, 2023)	20
PHOTO 10 : TERRASSEMENT DES MATERIAUX DE DEBLAIS DU CREUSEMENT DU CHENAL EN RIVE DROITE (SOURCE RTM, 2023)	20
PHOTO 11, PHOTO 12, PHOTO 13 : BOUCHON EN PLACE A L'EXUTOIRE DU LAC, OUVERTURE DU BOUCHON, VIDANGE EN COURS (SOURCE RTM)	21
PHOTO 14, PHOTO 15 : STATION INTERMEDIAIRE DORON DE PREMOU	40
PHOTO 16, PHOTO 17 : STATION AVAL DORON DE CHAMPAGNY	40
PHOTO 18 : ADULTE DU TRICHOPTERE ALPOPSYCHE UCENORUM (LIMNephilidae), ESPECE ENDEMIQUE DES ALPES OCCIDENTALES TROUVEE DANS LES SOURCES A PROXIMITE DU DORON DE PREMOU	44
PHOTO 19 : LARVE DE PROTONEMURA SP. (NEMOURIDAE)	45
PHOTO 20 : SITE DE CAPTURE DE PROTONEMURA ALGOVIA	45
PHOTO 21 : SITE LORS DE LA SESSION DU 14 MARS 2024 (TEREO)	51
PHOTO 22 : SITE LORS DE LA SESSION DU 19 JUIN 2024 (TEREO)	51
PHOTO 23 : SITE LORS DE LA SESSION DU 28/29 AOUT 2024 (TEREO)	51
PHOTO 24 : PASSAGE DE L'EAU ISSUE DE LA VIDANGE DANS LES CONDUITES	52
PHOTO 25 : REPRISE D'UN ECOULEMENT NATUREL A LA SORTIE DES CONDUITES	52
PHOTO 26 : STADE TRES PIONNIER DE VEGETATION D'EBOULIS	53
PHOTO 27 : CAMPANULE DU MONT CENIS	53
PHOTO 28 : DENSITE DE VEGETATION LA PLUS ELEVEE OBSERVEE SUR LE SITE, DOMINEE PAR SAXIFRAGA AIZOIDES ET CERASTIUM LATIFOLIUM	53

PHOTO 29 : JEUNE SAULE RETICULE	53
PHOTO 30 : FALAISES DOMINANT LA ZONE D'ETUDE.....	54
PHOTO 31 : DALLES ROCHEUSES	54
PHOTO 32 : AONGSTROEMIA SCHREBERIANA HABITUS, FEUILLES ET APEX (Y. LONGEOT)	59
PHOTO 33 : SECTEUR EXEMPT DE BRYOPHYTES (Y. LONGEOT).....	59
PHOTO 34 : FISSURES SUR CARGNEULES AVEC BRYOPHYTES (Y. LONGEOT).....	59
PHOTO 35 : GROS BLOCS ABRITANT DES BRYOPHYTES (Y. LONGEOT)	59
PHOTO 36 : CATHARIA PYRENAEALIS.....	62
PHOTO 37 : ENTEPHRIA NOBILIARIA	62
PHOTO 38 : EREBIA PLUTO	62
PHOTO 39 : PSODOS ALTICOLARIA)	63
PHOTO 40 : SCIADIA UNICOLORARIA	63
PHOTO 41 : SPHALEROPTERA OCCIDENTANA.....	63
PHOTO 42 : STENOPTILIA ISLANDICA (JUHA TYLLINEN / LEPIFORUM.ORG).....	63
PHOTO 43 : BOURDON ALPIN EN TRAIN DE BUTINER SUR LE SITE.....	63
PHOTO 44 : ZONE RICHE EN FLEURS FAVORABLE AUX INSECTES BUTINEURS.....	63
PHOTO 45 : INDICES DE PRESENCE DE LAGOPEDE ALPIN SUR SITE.....	64
PHOTO 46 : CAMPAGNE D'EXPLORATION INTRA-GLACIAIRE DE LA GRANDE MOTTE (CORDATA, 2023).....	68
PHOTO 47 : VUE DES MATERIAUX SUR LESQUELS REPOSENT LE GLACIER DE LA GRAND MOTTE (CORDATA, 2023)	68
PHOTO 48 : REGALAGE DES ZONES DE DEPOTS DES MATERIAUX DE DEBLAIS DU CHENAL – SOURCE RTM, 2023	86
PHOTO 49 : REGALAGE DES ZONES DE DEPOTS DES MATERIAUX DE DEBLAIS DU CHENAL – SOURCE RTM, 2023	86
PHOTO 50 : ETALEMENT DES MATERIAUX AU NIVEAU DU BAC DE DECONTAMINATION (VUE VERS LE BAC) – SOURCE RTM, 2023	86
PHOTO 51 : BAC DE DECONTAMINATION EN FIN DE CHANTIER – SOURCE RTM, 2023.....	86
PHOTO 52 : SOMMET DE TALUS DU CHENAL A L'EXUTOIRE ECRETE – SOURCE RTM, 2023.....	86
PHOTO 53 : SOMMET DE TALUS DU CHENAL A L'EXUTOIRE LAISSE EN L'ETAT (BERGES ROCHEUSES) – SOURCE RTM, 2023.....	86
PHOTO 54 : BEDIERE, PETITES CREVASSES ET EBOULIS ACTIF AVEC CHUTES DE BLOCS (TEREO, AOUT 2024)	103

CARTES

CARTE 1 : PERIMETRES DU PARC NATIONAL DE VANOISE ET DES RESERVES NATURELLES NATIONALES	8
CARTE 2 : PERIMETRES DES SITES NATURA 2000	10
CARTE 3 : PLAN DE SITUATION	25
CARTE 4 : OCCUPATION DES SOLS DES COMMUNES DE TIGNES ET CHAMPAGNY-EN-VANOISE (SOURCE CORINE LAND COVER, 2018)	39
CARTE 5 : LOCALISATION DES STATIONS DE MESURES	41
CARTE 6 : CARTOGRAPHIE DES HABITATS NATURELS ET SEMI NATURELS DES SITES NATURA 2000 (SOURCE DATARA).....	48
CARTE 7 : LOCALISATION DES DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES NATURALISTES	49
CARTE 8 : CARTOGRAPHIE DES HABITATS (EUNIS).....	55
CARTE 9 : CARTOGRAPHIE DES HABITATS D'INTERET COMMUNAUTAIRE	56
CARTE 10 : COMPARAISON DE LA DENSITE DE VEGETATION OBSERVEE EN 2024 ET DE L'ORTHOPHOTOGRAPHIE SUR LA PERIODE 2006-2010	57
CARTE 11 : OBSERVATIONS DE LAGOPEDE ALPIN SUR LE SITE	65
CARTE 12 : LOCALISATION DES ZONES HUMIDES	78
CARTE 13 : SUPERPOSITION DES EMPRISES TRAVAUX AUX ENJEUX DU SITE	81
CARTE 14 : LOCALISATION DES STATIONS D'ETUDE AU NIVEAU DU DORON DE PREMOU (COMMUNE DE CHAMPAGNY-EN-VANOISE, 73).....	102

FIGURES

FIGURE 1 : SCHEMAS ILLUSTRANT LE RISQUE DE VIDANGE DU LAC (ISSU DU RAPPORT RTM DU 26 MAI 2023).....	14
FIGURE 2 : COMPARAISON DU LAC DE ROSOLIN EN SEPTEMBRE 2022 (EN HAUT IMAGE LANDSAT/COPERNICUS) AVANT LES TRAVAUX ET EN OCTOBRE 2023 APRES LES TRAVAUX (EN BAS IMAGE LATITUDEDRONE)	15
FIGURE 3 : FONCTIONNEMENT SCHEMATIQUE D'UNE GALERIE SOUS-GLACIAIRE POUR VIDANGER LE LAC DE ROSOLIN. LES PHASES 1 A 3 SONT LES ETAPES INITIALES DE CONSTRUCTION ET DE MISE EN FONCTIONNEMENT DE LA GALERIE. LES ETAPES 4 A 7 REPRESENTENT LE FONCTIONNEMENT DE LA GALERIE CHAQUE ANNEE.	16
FIGURE 4 : VUE SCHEMATIQUE EN 3D DES AMENAGEMENTS ENVISAGES (RTM, 2025)	18

FIGURE 5 : SCHEMATISATION DU PROTOCOLE DE VIDANGE	21
FIGURE 6 : VUE EN PLAN DES TRAVAUX 2025.....	27
FIGURE 7 : PROFIL EN LONG DES TRAVAUX 2025	27
FIGURE 8 : PROFIL EN TRAVERS N°1 (RTM , 2025)	28
FIGURE 9 : PROFIL EN TRAVERS N°2 (RTM , 2025)	29
FIGURE 10 : PROFIL EN TRAVERS N°3 (RTM , 2025)	30
FIGURE 11 : PROFIL EN TRAVERS N°4 (RTM , 2025)	31
FIGURE 12 : PROFIL EN TRAVERS N°51 (RTM , 2025)	32
FIGURE 13 : PROFIL EN TRAVERS N°6 (RTM , 2025)	33
FIGURE 14 : PROFIL EN TRAVERS N°7 (RTM , 2025)	34
FIGURE 15 : DIAGRAMME OMBROTHERMIQUE DE TIGNES (SOURCE METEOBLUE)	35
FIGURE 16 : NOMBRE DE JOURS MENSUELS DE PRECIPITATIONS (SOURCE METEOBLUE).....	35
FIGURE 17 : EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE DU BRGM (SOURCE GEOALP).....	36
FIGURE 18 : SCHEMA STRUCTURAL.....	37
FIGURE 19 : COUPES GEOLOGIQUES (MEME LEGENDE QUE LE SCHEMA STRUCTURAL).....	37
FIGURE 20 : EXTRAIT DU SRCE AUVERGNE-RHONE-ALPES (SOURCE : CARTE INTERACTIVE DATARA)	40
FIGURE 21 : SUIVI DES MES PENDANT UNE OPERATION DE VIDANGE LE 7 SEPTEMBRE 2023	42
FIGURE 22 : LOCALISATION DE LA STATION DE PRELEVEMENT DE MACROINVERTEBRES	43
FIGURE 23 : EXTRAIT DE LA CARTE DES HABITATS NATURELS ET SEMI-NATURELS DES SITES NATURA 2000 EN AUVERGNE-RHONE-ALPES (SOURCE DATARA)	46
FIGURE 24 : CARTOGRAPHIE DES ZONES PROSPECTEES (SOURCE KARUM, 2023)	47
FIGURE 25 : NEVE.....	54
FIGURE 26 : LOCALISATION DES MOULINS EXPLORÉS SUR LE GLACIER (CORDATA, 2023)	68
FIGURE 27 : TOPOGRAPHIE DES PUIITS RELEVÉS LORS DE L'EXPLORATION (CORDATA, 2023).....	69
FIGURE 28 : SCHEMA CONCEPTUEL DES ECOULEMENTS SOUTERRAINS DU BASSIN VERSANT DE LA GRANDE MOTTE LE LONG D'UNE COUPE LONGITUDINALE (INSPIRE PAR CHARDON, 1992	69
FIGURE 29 : COUPE SCHEMATISEE DU LAC DE ROSOLIN ET DU GLACIER DE LA GRANDE MOTTE (RTM, 2023).....	70
FIGURE 30 : LOCALISATION DES SITES INSCRITS (EN VERT) ET CLASSES (EN ROSE) A PROXIMITE DE LA ZONE D'ETUDE (SOURCE : EXTRAIT DE LA CARTE DES SITES CLASSES ET DES SITES INSCRITS DE SAVOIE, DREAL, 2018)	73

ANNEXES

ANNEXE 1 : ETUDE PRELIMINAIRE DES SOLUTIONS DE GESTION DU LAC DE ROSOLIN (RTM, 2025)

ANNEXE 2 : LISTE DES ESPECES FLORISTIQUES ISSUE DE LA BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE 3 : LISTE DES ESPECES FAUNISTIQUES ISSUE DE LA BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE 4 : LISTE DES ESPECES PRESENTES DANS LA RESERVE NATURELLE NATIONALE TIGNES-CHAMPAGNY

ANNEXE 5 : LISTE DES ESPECES PRESENTES DANS LE PARC NATUREL NATIONAL DE VANOISE

ANNEXE 6 : HABITATS ET ESPECES DU SITE NATURA 2000 FR8201783 – MASSIF DE LA VANOISE

ANNEXE 7 : ESPECES DU SITE NATURA 2000 FR8210032 – LA VANOISE

ANNEXE 8 : LISTE DES ESPECES INVENTORIEES EN 2024

CADRE DE LA DEMANDE

1 - DEMANDEUR

Le demandeur est la commune de Tignes
238 boucle du Rosset
B.P. 50
73 321 TIGNES CEDEX
04 79 40 06 40
mairie@tignes.net
représentée par Monsieur le Maire, Serge REVIAL.

Le suivi technique du dossier est assuré par Jordan Ré.

2 - SITES CONCERNES

Carte 1 : Périmètres du parc national de Vanoise et des réserves naturelles nationales

2.1 - Réserve naturelle nationale

Le site concerné par la demande est la réserve nationale FR3600002 - Tignes-Champagny créée en 1963 et modifiée en 1973 par décision ministérielle. L'opérateur technique est la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes. La réserve est gérée par le Parc national de la Vanoise.

Le périmètre de la réserve nationale couvre 1 321 hectares et s'inscrit sur les territoires communaux de Tignes et Champagny-en-Vanoise.

Créée en 1963 en même temps que le Parc national de la Vanoise mais non incluse dans celui-ci, la réserve naturelle de Tignes-Champagny a été mise en place pour protéger la faune et la flore et permettre l'équipement de pistes et remontées mécaniques. Elle a aussi permis d'interdire la chasse sur le principal couloir de migration du bouquetin.

Elle se compose de deux entités distinctes : au nord, le versant méridional du Dôme de la Sache (826 hectares), au sud le glacier de la Grande Motte (495 hectares). Entre 2 000 m et 3 650 m, les milieux protégés sont essentiellement des pelouses alpines rases et des éboulis ainsi que les petits lacs de la Sachette abritant un cortège de plantes arctico-alpines de grand intérêt, telles que la laïche bicolore ou la laïche maritime. Le vallon de la Sache est resté sauvage, surtout dans sa partie amont. On y observe une flore riche et intéressante dont l'androsace alpine, l'orchis nain ou la crépide des Alpes rhétiques.

La liste des espèces présentes sur la zone figure en annexe 2.

Les opérations réalisées (vidange du lac proglaciaire et aménagements afférents) concernent l'entité sud, le glacier de la Grande Motte. L'exutoire de la vidange du lac de Rosolin est le Doron de Prémou, exutoire naturel actuel du lac de Rosolin, situé en réserve sur son linéaire amont.

Les travaux 2025 ne nécessitent pas d'hélicoptage. Cependant des acheminements pourraient être nécessaires dans le cadre des travaux de siphonage 2024 déjà autorisés (remplacement de matériel, ...).

2.2 - Parc naturel national

Le site concerné par la demande est le parc naturel national FR3300001 – Vanoise qui s'étend sur le massif éponyme entre les vallées de la Tarentaise (Isère) au nord et de la Maurienne (Arc) au sud. Le parc est créé par le décret n° 63-651 du 6 juillet 1963 modifié par le décret n° 91-1070 du 16 octobre 1991.

Il est délimité et réglementé par le décret n° 2009-447 du 21 avril 2009. La charte du parc national de la Vanoise est approuvée par le décret n° 2015-473 du 27 avril 2015.

Sa superficie totale est de 53 927,6 ha et s'étend sur 19 communes du département de Savoie. Il est composé d'une zone protégée, dite « zone cœur », de 535 km², et d'une aire d'adhésion, sans protection spécifique, comprenant le territoire des communes de Peisey-Nancroix et de Saint-Martin-de-Belleville.

Le cœur du parc national de la Vanoise est un espace ouvert, en accès libre. Une réglementation spécifique s'applique dans le cœur du parc national.

L'intérêt majeur de ce site réside dans la juxtaposition sur un territoire de grande superficie et d'un seul tenant de l'ensemble des milieux d'intérêt communautaire présents dans les étages alpins et subalpins des Alpes du Nord internes françaises. La diversité lithologique et la grande richesse floristique du massif de la Vanoise renforcent la diversité interne, la représentativité et la valeur des habitats représentés.

Il est constitué des habitats présentés dans le tableau ci-après. La liste des espèces présentes sur le périmètre du parc figure en annexe 3.

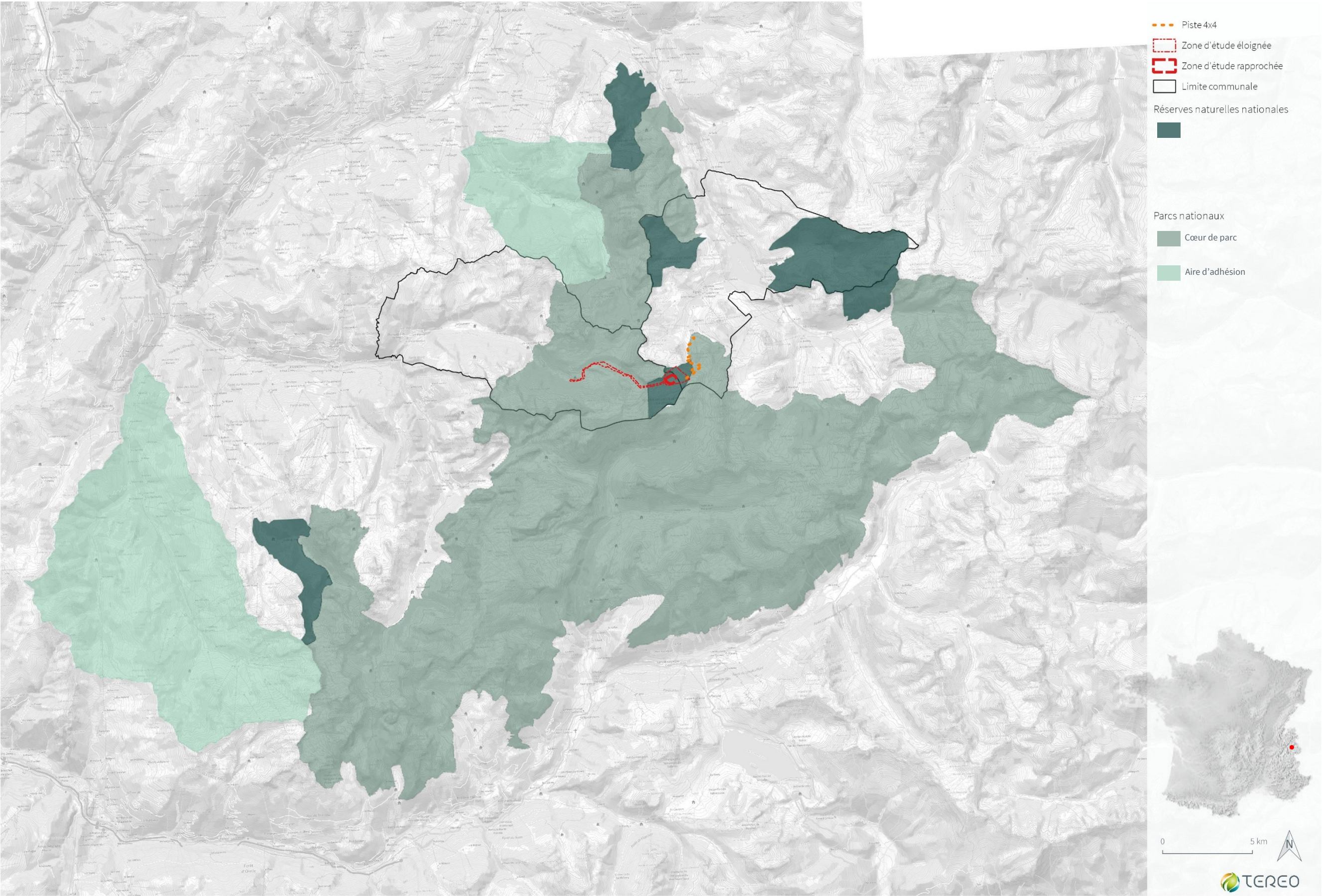
Tableau 1 : Classes d'habitats du parc national de la Vanoise

Classes d'habitats	Couverture
Rochers intérieurs, Eboulis rocheux, Dunes intérieures, Neige ou glace permanente	50 %
Pelouses alpines et subalpine	31 %
Landes, Broussailles, Recrus, Maquis et Garrigues, Phrygana	10 %
Forêts de résineux	2 %
Prairies semi-naturelles humides, Prairies mésophiles améliorées	2 %
Pelouses sèches, Steppes	2 %
Eaux douces intérieures (Eaux stagnantes, Eaux courantes)	2 %
Marais (végétation de ceinture), Bas-marais, Tourbières,	1 %

L'acheminement du personnel et d'une partie du matériel emprunte la piste 4x4 située en cœur de parc.

L'exutoire de la vidange du lac de Rosolin est le Doron de Prémou, exutoire naturel actuel du lac de Rosolin, situé en cœur de parc.

Les travaux 2025 ne nécessitent pas d'hélicoptage. Cependant des acheminements pourraient être nécessaires dans le cadre des travaux de siphonage 2024 déjà autorisés (remplacement de matériel, ...).



Vidange du lac de Rosolin 2024 - Dossier de demande d'autorisation

Périmètres du parc national de Vanoise et des réserves nationales

A. Dos Santos 21-5-2024

2.3 - Périmètres N2000

Carte 2 : Périmètres des sites Natura 2000

Les sites concernés par la demande sont :

- FR8201783 – Massif de la Vanoise classé comme SIC (site d'importance communautaire). Sa superficie totale de 53 927,6 ha se superpose aux limites du parc naturel national de Vanoise.

Il fait l'objet d'un document d'objectifs validé en 1998. Les objectifs et principes de gestion sont :

- Maintenir la diversité des milieux.
- Mettre en œuvre des pratiques agricoles compatibles avec la conservation des habitats ou espèces patrimoniales.
- Maintenir des vieux bois en milieu forestier et ne pas intervenir en forêt vieillie en particulier cembraie.
- Eviter le drainage des zones humides dispersées sur le site.
- Maintenir une activité agricole extensive de type traditionnel.
- Maintenir et améliorer la qualité des eaux de surface et souterraines.
- Eviter le dérangement des oiseaux nicheurs des falaises et les gîtes à chauves-souris.
- Gérer la fréquentation touristique et motorisée.
- Mettre en place des pratiques sylvicoles favorables à la conservation des forêts de Pin à crochet et du Sabot de Vénus

Les statuts de protection dont bénéficie la majeure partie du site depuis 30 ans ont contribué au maintien des habitats dans un état de conservation favorable.

Les listes des habitats et espèces et leur évaluation figurent en annexe 6.

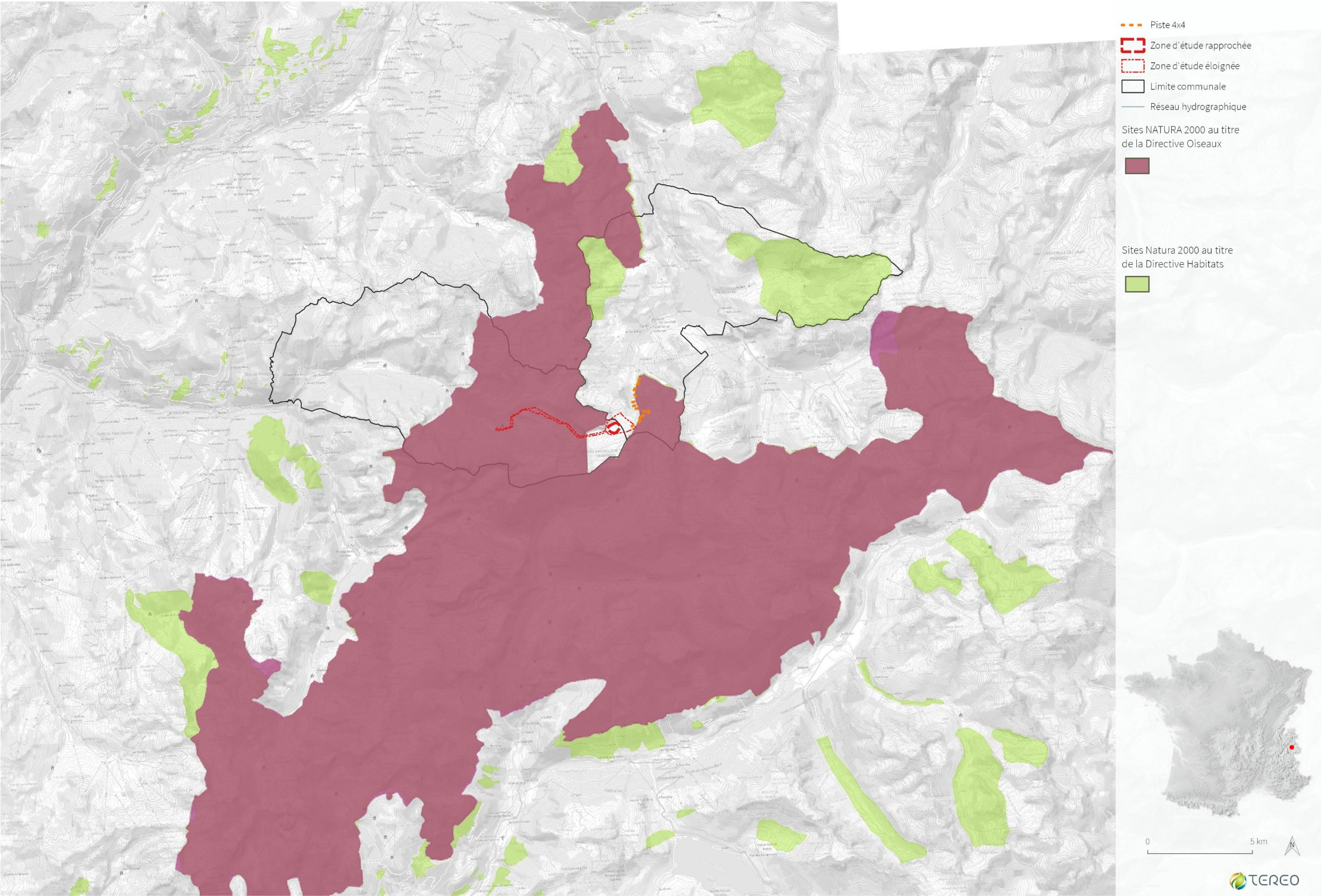
- FR8210032 – La Vanoise classé comme ZPS (zone de protection spéciale). Sa superficie totale de 53 618 ha s'étend sur 17 communes.

Les listes des habitats et espèces et leur évaluation figurent en annexe 7.

L'acheminement du personnel et d'une partie du matériel emprunte la piste 4x4 située en périmètre N2000.

L'exutoire de la vidange du lac de Rosolin est le Doron de Prémou, exutoire naturel actuel du lac de Rosolin, situé en périmètre N2000.

Les travaux 2025 ne nécessitent pas d'hélicoptage. Cependant des acheminements par hélicoptage pourraient être nécessaires dans le cadre des travaux de siphonage 2024 déjà autorisés (remplacement de matériel, ...). Dans ce cas l'hélicoptage aura lieu, possiblement depuis Val Claret et pourra survoler à la marge le périmètre N2000.



Vidange du lac de Rosolin 2024 - Dossier de demande d'autorisation

Périmètres N2000

3 - CADRE REGLEMENTAIRE

Les travaux ont été autorisés par le préfet en raison de leur caractère d'urgence pour faire face à une situation de risque pour la population. Cependant, un dossier de régularisation est nécessaire au titre des travaux en réserve naturelle nationale, en cœur de parc naturel national et au sein de zones Natura 2000.

3.1 - Travaux en réserve naturelle nationale

Selon l'article L.332-9 du code de l'environnement :

« Les territoires classés en réserve naturelle ne peuvent être ni détruits ni modifiés dans leur état ou dans leur aspect, sauf autorisation spéciale du conseil régional pour les réserves naturelles régionales, ou du représentant de l'État ou du ministre chargé de la protection de la nature pour les réserves naturelles nationales.

[...]

Toutefois, les travaux urgents indispensables à la sécurité des biens ou des personnes peuvent être réalisés après information de l'autorité compétente, sans préjudice de leur régularisation ultérieure. »

L'opération décrite dans la pièce suivante constitue une opération indispensable à la sécurité des biens ou des personnes.

L'article R332-27 précise :

« Lorsque des travaux urgents indispensables à la sécurité des personnes et des biens sont requis par l'autorité de police administrative, le gestionnaire désigné de la réserve naturelle en est informé sans délai par ladite autorité de police. Le préfet, s'il n'est pas l'ordonnateur de ces travaux, en est également informé.

Les travaux font l'objet d'une demande de régularisation adressée au préfet dans un délai de deux mois à compter de la fin des travaux. Cette demande est accompagnée d'une note, à laquelle est joint un plan de situation détaillé, précisant l'objet, les motifs, l'étendue de l'opération et ses conséquences et impacts sur l'espace protégé et son environnement. Cette note précise également les mesures de remise en état ou de compensation éventuellement déjà mises en œuvre.

Dans un délai de quatre mois à compter de la réception de la demande de régularisation, le préfet, après avoir recueilli l'avis du ou des maires intéressés et du conseil scientifique régional du patrimoine naturel, se prononce sur les mesures de remise en état ou de compensation à mettre en œuvre le cas échéant, dans un délai qu'il fixe. Les avis qui n'ont pas été formulés dans un délai de trois mois à compter de la date de la saisine par le préfet sont réputés rendus. Le silence gardé pendant quatre mois à compter de la réception de la demande par le préfet vaut décision d'acceptation. »

Le présent dossier constitue la demande d'autorisation des opérations de vidange du lac de Rosolin à mener au cours de l'été 2025 par la commune de Tignes.

3.2 - Travaux en cœur de parc naturel national

Le code de l'environnement prévoit que les travaux en cœur de parc national sont interdits, sauf autorisation spéciale dérogatoire. La demande d'autorisation est régie en application des dispositions des articles L. 331-4 (I), L. 331-15-2, ou L. 331-14 (I), et de l'article R. 331-19 (I, III et IV) du code de l'environnement. L'article L331-4 précise :

I. – Dans le cœur d'un parc national, sont applicables les règles suivantes :

1° En dehors des espaces urbanisés définis dans le décret de création de chaque parc, les travaux, à l'exception des travaux d'entretien normal et, pour les équipements d'intérêt général, de grosses réparations, les constructions et les installations sont interdits, sauf autorisation spéciale de l'établissement public du parc délivrée après avis de son conseil scientifique ou, sur délégation, du président de ce dernier ; »

Les opérations de vidange prévues en 2025, ne se situent pas en cœur de parc si ce n'est l'emprunt de la piste 4x4 pour l'acheminement du personnel et du matériel, ainsi que l'utilisation du Doron de Prémou, exutoire naturel actuel du lac de Rosolin comme exutoire de la vidange.

3.3 - Travaux en zone Natura 2000

La démarche Natura 2000 n'exclut pas la mise en œuvre de projets d'aménagements ou la réalisation d'activités humaines dans les sites Natura 2000, sous réserve qu'ils soient compatibles avec les objectifs de conservation des habitats et des espèces qui ont justifié la désignation des sites. L'évaluation des incidences a pour but de déterminer si le projet peut avoir un impact significatif sur les habitats, les espèces végétales et les espèces animales ayant justifié la désignation du site Natura 2000.

Seuls les projets qui n'ont pas d'impact significatif peuvent être autorisés.

Le dispositif d'évaluation des incidences Natura 2000 repose principalement sur des listes d'activités, nationales et locales, susceptibles d'avoir un impact significatif sur un site Natura 2000.

Le dispositif est en outre complété par une clause dite de sauvegarde (code l'environnement – art. L.414-4 IV bis) qui permet à l'autorité administrative de soumettre à évaluation des incidences tout plan, projet ou manifestation qui ne figurerait pas sur une liste mais qui serait tout de même susceptible de porter atteinte aux objectifs de conservation d'un ou plusieurs sites Natura 2000. Le recours à cette disposition filet revêt un caractère exceptionnel.

La liste nationale d'activités : Cette liste (art. R.414-19 code de l'environnement) comporte 29 items actuellement.

Les opérations de vidange prévues en 2024, ne se situent pas en périmètre N2000 si ce n'est l'emprunt de la piste 4x4 pour l'acheminement du personnel et du matériel, ainsi que l'utilisation du Doron de Prémou, exutoire naturel actuel du lac de Rosolin comme exutoire de la vidange.

Les listes locales arrêtées par le préfet de département ou le préfet maritime

Il existe deux catégories de listes locales :

- les listes locales 1 : les activités figurant sur ces listes sont encadrées (autorisation, approbation, déclaration) et viennent en complément de celles figurant sur la liste nationale ;
- les listes locales 2 : ces listes concernent des activités qui jusqu'alors ne nécessitaient aucune formalité administrative. Cela signifie qu'un régime d'autorisation administrative propre à Natura 2000 est institué pour les activités y figurant. Ces listes sont constituées à partir d'une liste nationale de référence établie à l'article R. 414-27 du code de l'environnement.

Les opérations de vidange prévues en 2024, ne se situent pas en périmètre N2000 si ce n'est l'emprunt de la piste 4x4 pour l'acheminement du personnel et du matériel, ainsi que l'utilisation du Doron de Prémou, exutoire naturel actuel du lac de Rosolin comme exutoire de la vidange.

3.4 - Rejet dans le Doron de Prémou – Procédure IOTA

Pour assurer une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau, telle que prévue à l'article L. 211-1 du code de l'environnement, le législateur a soumis les installations, ouvrages, travaux ou activités (IOTA) à autorisation environnementale (Art. L.214-3) pour les opérations susceptibles de :

- Présenter des dangers pour la santé et la sécurité publique,
- Nuire au libre écoulement des eaux,
- Réduire la ressource en eaux,
- Accroître notablement le risque d'inondation,
- Porter gravement atteinte à la qualité ou à la diversité du milieu aquatique.

Les IOTA ne présentant pas ces dangers sont soumis à **déclaration**. Ils doivent néanmoins respecter les règles générales de préservation de la qualité et de la répartition des eaux superficielles, souterraines et des eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales, édictées en application de l'article L.211-2.

Les procédures d'instruction de ces IOTA soumises à ces deux régimes, relèvent actuellement de plusieurs rubriques inventoriées dans la nomenclature IOTA introduite par l'article R.214-1.

La vidange du lac de Rosolin se fera dans le Doron de Prémou, exutoire naturel à ce jour. Les débits de rejet sont estimés à 1000 m³/h au maximum, ce qui correspond aux débits maximaux estimés en sortie du lac. Les débits caractéristiques du Doron de Prémou ne sont pas connus. Le cours d'eau est apiscicole.

Les travaux sont donc concernés par les rubriques :

- **2.2.1.0. Rejet dans les eaux douces superficielles susceptible de modifier le régime des eaux,** à l'exclusion des rejets mentionnés à la rubrique 2.1.5.0 ainsi que des rejets des ouvrages mentionnés à la rubrique 2.1.1.0, **la capacité totale de rejet de l'ouvrage étant supérieure à 2 000 m³/j ou à 5 % du débit moyen interannuel du cours d'eau (D).**
- **3.1.5.0. Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens,** ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet :
 1. Destruction de plus de 200 m² de frayères (A) ;
 2. **Dans les autres cas (D).**

Les travaux sont soumis à déclaration au titre de procédure IOTA.

PRESENTATION DE L'OPERATION

Le suivi du glacier de la Grande Motte montre qu'entre 1982 et 2019, il aurait perdu 70 % de son volume et 30 % de sa surface. Né de ce glacier et du recul de son front glaciaire, le lac de Rosolin s'est, depuis les années 2020, fortement étendu. Au printemps 2023 son volume estimé à 150 000 m³ pourrait constituer une menace pour la population de Tignes en cas de vidange brutale qui aurait pu atteindre le quartier du Val Claret.

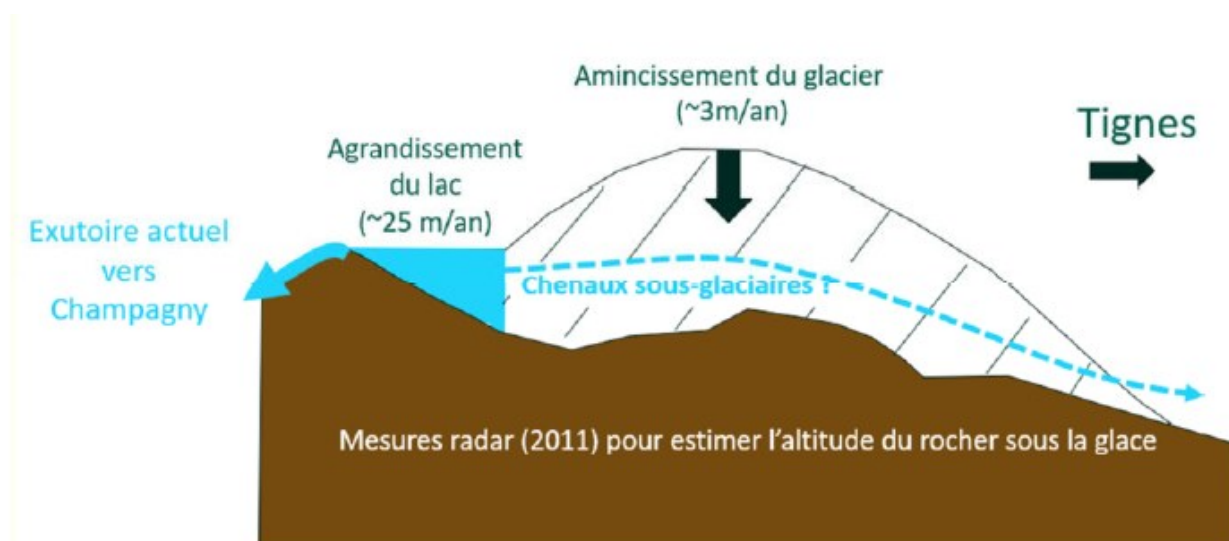
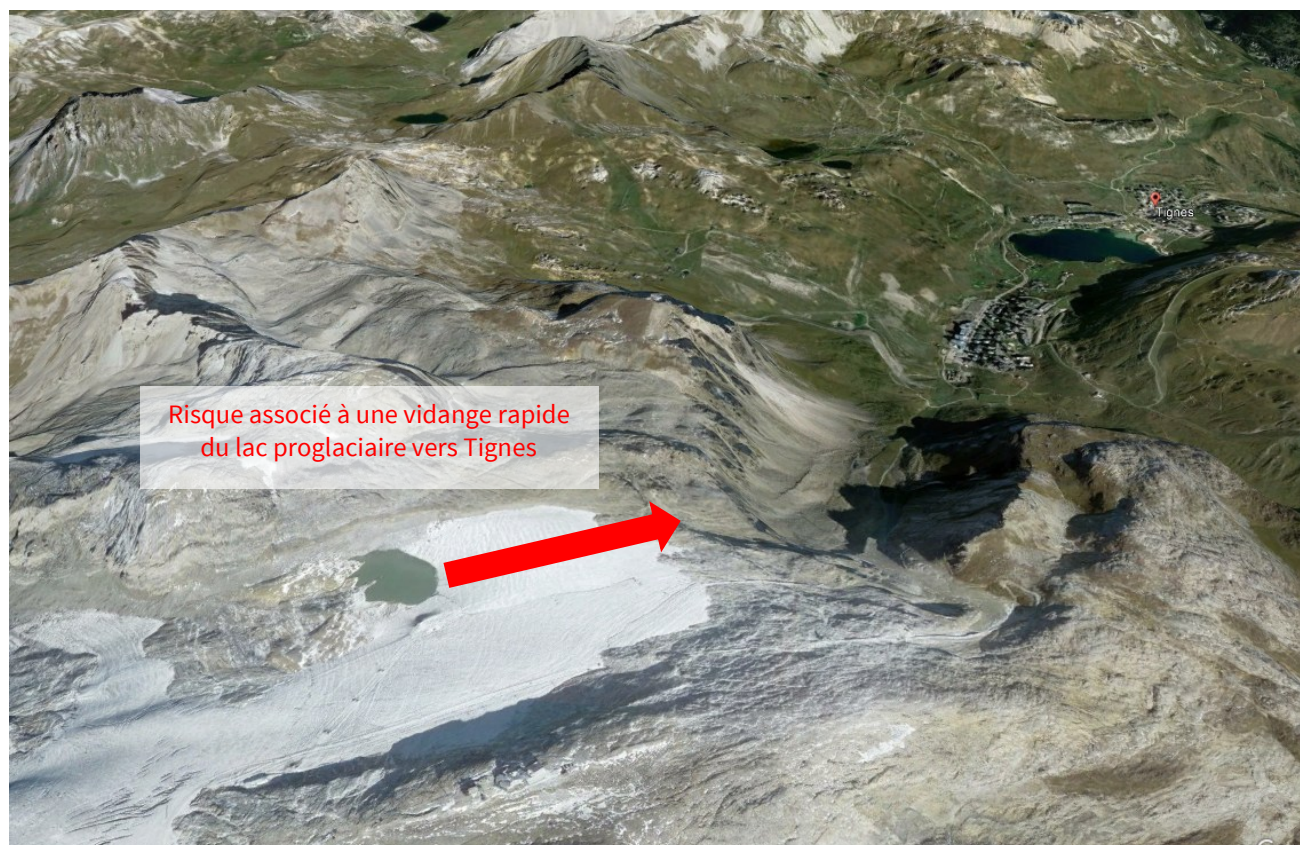


Figure 1 : Schémas illustrant le risque de vidange du lac (issu du rapport RTM du 26 mai 2023)

Des travaux d'urgence ont eu lieu en 2023 visant à abaisser la cote du lac. Les travaux sous maîtrise d'ouvrage de la commune de Tignes ont été supervisés par le service RTM73 de l'ONF. Un comité de pilotage a été constitué, composé des communes de Tignes et de Champagny-en-Vanoise, la préfecture et les services de la DREAL et de la DDT73, le parc national de la Vanoise, de scientifiques de l'université Grenoble Alpes (IGE), la Régie des pistes et STGM, pour suivre l'ensemble des phases travaux et les aléas inhérents. Les membres du COPIL ont été parties prenantes dans les décisions prises en concertation avant et pendant les travaux.

En 2023, les premiers diagnostics et évaluation du risque ont été menés en mai. En juin, le COPIL avait statué sur la nécessité de réaliser -en urgence- le creusement plus en profondeur de l'exutoire vers le Doron de Prémou, affluent du Doron de Champagny. Les travaux ont été réalisés en deux phases entre début juillet et mi-septembre 2023 et ont conduit à un abaissement total du lac de 6,50 m.

En parallèle de ces travaux, une projection plus fine de l'évolution du risque associée à l'analyse de différentes solutions de gestion ont été établies.

Les travaux de 2023 ne permettant pas de stabiliser le risque, il a été réalisé un nouvel abaissement de la cote du lac au cours de l'été 2024 par la technique de siphonnage. Le COPIL avait acté cette solution transitoire moins impactante pour le site pour laisser le temps d'affiner des solutions plus pérennes comme la réalisation d'une galerie sous-glaciaire.

Au cours de l'été 2024, a donc été mis en œuvre le système de siphonnage pour une ou deux années. Il s'avère que cette solution est partiellement efficace puisqu'elle ne permet pas aujourd'hui de maîtriser le volume du lac lors de la période automnale où le regel nocturne du dispositif de siphonnage le rend inopérant.

Les études se sont poursuivies avec un programme d'acquisition de données pour mieux comprendre le fonctionnement du système glacier – lac – moulins. La solution du creusement d'une galerie sous-glaciaire apparaissant toujours comme la solution à moindre impact et pérenne dans le temps.

La faisabilité de cette galerie semble confirmée par les données acquises avec un coût de réalisation très variable entre 1 et plusieurs millions d'euros. Cependant, les différentes études [étude de la surverse de l'IGE livrée en juin 2024 et le rapport provisoire d'analyse de solutions pour la gestion du risque associé au

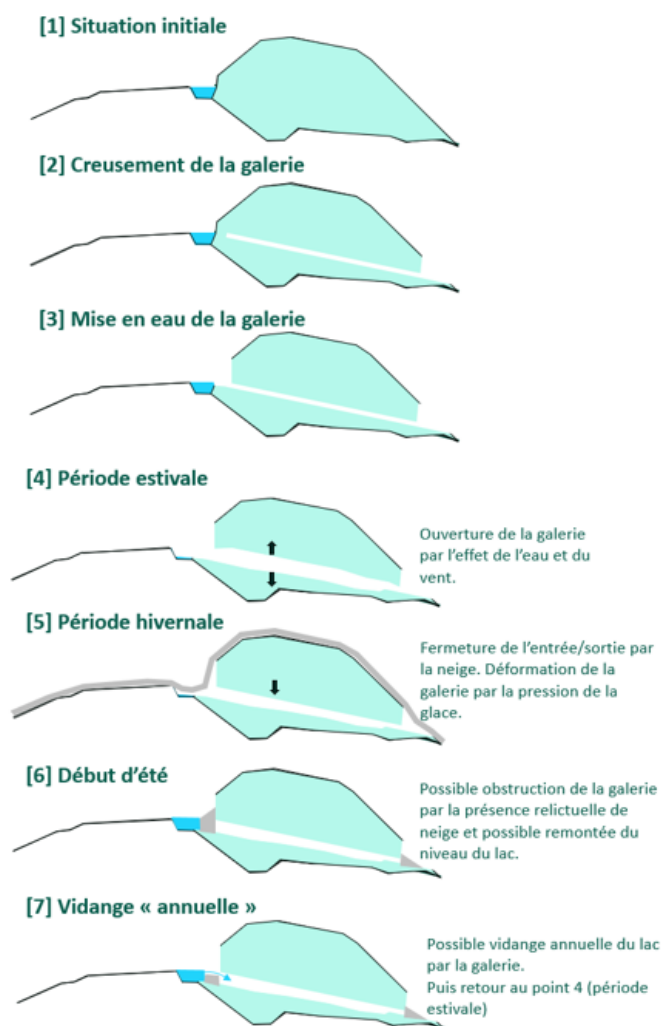


Figure 2: Comparaison du lac de Rosolin en septembre 2022 (en haut image Landsat/Copernicus) avant les travaux et en octobre 2023 après les travaux (en bas image LatitudeDrone)

lac glaciaire de Rosolin (RTM, 2025)¹ ainsi que les mesures réalisées sur le moulin en septembre 2024 montrent à ce jour de fortes incertitudes sur l'efficacité de la solution et sur les risques induits.

Les mesures de mise en charges du moulin (opérationnelles fin août 2024) indiquent que le débit pouvant s'infiltrer à la base du moulin glaciaire sont faibles, bien inférieures aux débits de vidange simulés par l'IGE dans le cadre d'une vidange provoquée par la réalisation d'une galerie intra-glaciaire. Compte-tenu de ces débits limités, l'incision de la galerie de glace par les débits de vidange serait très lente voire ineffective et une vidange via les infiltrations karstiques à la base du moulin glaciaire seraient un échec.

Si la galerie glaciaire doit traverser le glacier (car infiltrations karstiques insuffisantes pour vidanger le lac), le lac pourrait se reformer annuellement (effet d'obstruction de la galerie par la neige/glace) et il serait nécessaire de gérer une vidange "annuelle" en direction des enjeux à Tignes. Ainsi, se posent de fortes interrogations vis à vis de la gestion de ce potentiel risque induit par les travaux. Ces interrogations sont d'ordre technique mais également d'ordre juridique (en termes de responsabilité en cas de dommages induits par les travaux).



© <http://panovr.geotest.ch/plainemorte>

Figure 3: Fonctionnement schématique d'une galerie sous-glaciaire pour vidanger le lac de Rosolin. Les phases 1 à 3 sont les étapes initiales de construction et de mise en fonctionnement de la galerie. Les étapes 4 à 7 représentent le fonctionnement de la galerie chaque année.

¹ In extenso en annexe 1

Au vu de ces résultats, le COPIL d'octobre 2024 a remis en question le choix de la mise en œuvre de cette solution dès l'hiver 2025 et a souhaité réexaminer l'ensemble des autres solutions techniques réalisables à ce jour.

A ce stade, le volume du lac est estimé à 50 000 m³ et sera en augmentation dès l'été prochain de plusieurs dizaines de milliers de m³.

Le système de siphonage mis en place en été 2024, ne permet pas de maîtriser le volume du lac toute l'année et aucune solution de gestion idéale, alliant efficacité et impacts environnementaux n'a été identifiée.

Dans ce cadre, le plan d'actions 2025 est défini comme suit :

- Poursuivre et affiner l'étude de plusieurs solutions (pompage, forages dirigés, optimisation du siphonage...);
- Gérer de manière transitoire (pour une à deux années) le risque existant en 2025 en réalisant un nouvel abaissement du chenal exutoire de -3m en été 2025, afin de garantir un résultat d'abaissement acceptable pour tous.

Remarque : La faisabilité d'abaisser le chenal de plus de 3 mètres a été évoquée à plusieurs reprises (en comité technique et en COPIL) pour permettre une gestion plus pérenne de la situation (plus l'on creuse profondément, plus le volume du lac sera réduit dans les années à venir, ce qui laisse plus de temps pour trouver de meilleures solutions efficaces et pérennes). Cependant, à la suite de ces échanges il a été décidé de demander l'autorisation pour des travaux de terrassements "minimalistes" réduisant les impacts financiers et environnementaux au détriment du temps gagné pour trouver et mettre en œuvre des solutions plus pérennes.

4 - DESCRIPTION GENERALE DU DISPOSITIF

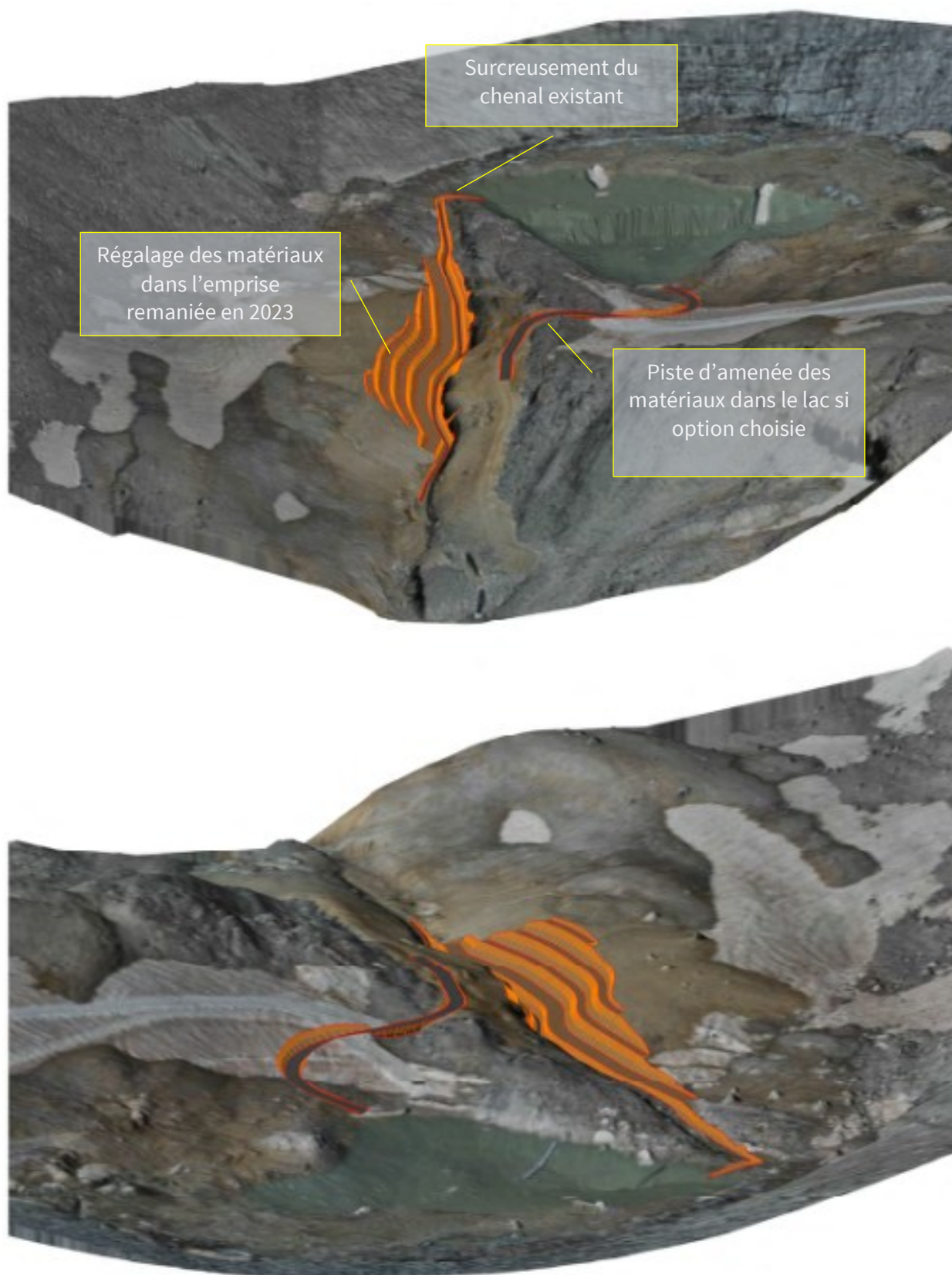


Figure 4 : Vue schématique en 3D des aménagements envisagés (RTM, 2025)



Photo 1: Lac du Rosolin en fin de travaux (RTM, 2023)

Les travaux consistent à :

- Remettre en route les siphons pour dévier les écoulements dans le chenal et réaliser les terrassements avec un chenal asséché. Ceci permet d'éviter de générer des matières en suspensions qui se propagent à travers le réseau hydrographique. Il existe cependant des incertitudes sur la possibilité de remettre en fonctionnement le système de siphonnage en temps et en heure (diagnostic qui ne pourra être réalisé qu'au dégel du lac qui se passe généralement au cours du mois de juillet). En cas d'avarie du système de siphonnage, le mode opératoire utilisé pour les travaux de terrassements de 2023 sera répliqué (bassin de décantation rustique, maîtrise du débit sortant du lac pour permettre des phases de creusement avec un chenal asséché par obstruction)
- Creuser le chenal existant sur 260 ml et 3 m de profondeur supplémentaires au niveau de l'exutoire uniquement avec des berges subverticales et une largeur en base de 1,00 m. La pente du chenal est diminuée pour permettre de travailler dans l'emprise des terrains déjà remaniés lors des travaux de 2023.



Photo 2, Photo 3, Photo 4: Bac de décantation rustique (source RTM, 2023)



Photo 5, Photo 6: Creusement du chenal (source RTM, 2023)

Le profil du chenal pour creuser à cette profondeur intègre des risbermes latérales (de 1 à 4 selon les profils du terrain).



Photo 7, Photo 8, Photo 9: Creusement du chenal phase 2 et de la risberge (source RTM, 2023)

Le creusement du chenal génère un volume de déblai de 7 500 m³.

Deux options de gestion des matériaux issus des déblais sont possibles à ce stade

- Dépose des matériaux de déblais dans le lac
- Régilage des déblais dans la zone remaniée en rive droite : 6500 m² restant pour 7500 m³, cela fait tout de même une surélévation moyenne de plus d'1 m. Il sera probablement nécessaire (si on ne veut pas mettre dans le lac) de remblayer sur quelques espaces non remaniés en 2023 (ne serait-ce que pour les jonctions). Ces espaces pourraient être préalablement délimités avec un écologue et se concentreront sur des surfaces sans végétation.

Pour nous, les deux options sont possibles. Le fait de déplacer les déblais vers le lac coûtera plus cher (nécessite transport avec camion). Ce sont surtout les aspects environnementaux qui doivent permettre de décider (sachant que l'CSPRN avait noté que le remblais dans le lac modifiait un milieu qui sera propice ultérieurement au développement d'un écosystème spécifique lié à la présence de matériaux fins...)

La solution définitive sera actée en concertation avec le Parc national de la Vanoise.



Photo 10: Terrassement des matériaux de déblais du creusement du chenal en rive droite (source RTM, 2023)

En cas de défaillance du siphon (problème de gel, casse matériel, ...), un système de bouchon hydraulique à l'exutoire du lac pourra être mis en place la journée et ouvert en fin d'après-midi. Les opérations de vidange auront donc lieu dans ce cas avec la mise en place d'un « bouchon » de matériaux sur 40 à 50 cm de hauteur à l'exutoire du lac pendant les phases de creusement du chenal, qui se dérouleront donc à sec. Le protocole mis en place est le suivant et est illustré par la figure ci-dessous :

- Obstruction temporaire de l'exutoire du lac au début de la journée de terrassement
- Terrassement à sec du chenal
- Désobstruction du chenal en fin de journée
- Vidange pendant la nuit

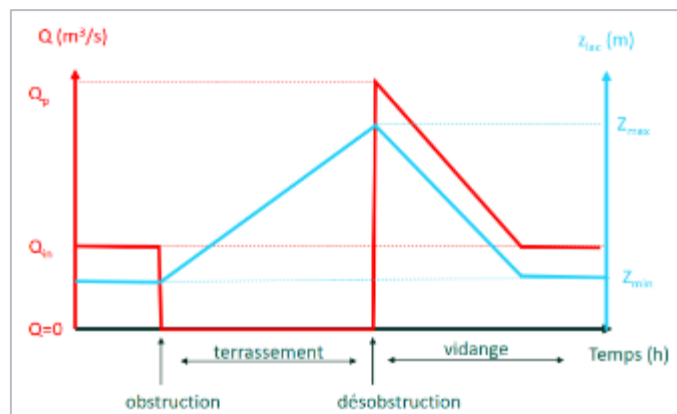


Figure 5: Schématisation du protocole de vidange



Photo 11, Photo 12, Photo 13: Bouchon en place à l'exutoire du lac, ouverture du bouchon, vidange en cours (source RTM)

En parallèle, des essais de pompe immergée montée sur skid sont à l'étude pour potentiellement réaliser en intersaison avec des tests de solutions de protection contre le gel (bulleur, agitateur, cordon chauffant, etc ...) avec alimentation électrique. L'installation d'une ligne électrique pourra être nécessaire. L'ensemble de ces points seront définis en COTECH et validé lors des prochains COPIL.

5 - ORGANISATION DU CHANTIER

5.1 - Apport des matériaux sur site

Le matériel transporté sur site comprend l'ensemble des engins et matériels nécessaires à l'installation du chantier et au terrassement (pelle et bulldozer).

Le matériel est amené sur site par une piste 4x4 d'environ 5 km avec des tronçons à fortes pentes qui permet d'accéder jusqu'en aval au glacier.

Ensuite pour la traversée du glacier, quasi-plate sur une première partie, puis à pente modérée pour la descente à la zone du lac en contrebas, deux solutions restent possibles :

- L'entreprise titulaire pourra se rapprocher de la STGM pour étudier les possibilités de mise à disposition d'une dameuse dans le cadre des travaux.

L'entreprise devra procéder préalablement aux travaux à une demande d'autorisation de circulation en cœur du Parc National de la Vanoise dans le cadre de l'opération.

Le transport du matériel et la circulation des véhicules s'effectueront suivant des horaires agréés par le maître d'œuvre.

5.2 - Base vie et zones de stockages temporaires

La base vie sera installée dans un cabanon de chantier et un conteneur de stockage de petit matériel sera maintenu sur site le temps du chantier. Il sera d'une taille adaptée aux possibilités d'amenée sur site.

Le stockage de carburants / lubrifiants sera effectué en conteneurs étanches posés sur un sol plat, propre et stable. Les conteneurs seront isolés du sol par une bâche plastique ou un matériau absorbant (sable, sciure, ...) pour permettre la récupération des éventuels rejets accidentels. L'usage de l'essence pour le nettoyage des engins est formellement interdit.

Les groupes électrogènes et tout autre appareil alimenté en carburant disposeront d'un bac de rétention. Ils devront également être posés sur un sol plat et protégé par une bâche ou un matériau absorbant.

L'éventuel emploi d'autres substances potentiellement polluantes sera soumis à concertation et agrément du maître d'œuvre.

5.3 - Points d'attention particuliers

5.3.1 - Sécurisation des usagers

Toutes les précautions seront prises pour ne pas mettre en danger les usagers de toutes les voies et les riverains des zones de circulation. Une signalisation sera mise en place indiquant que des mouvements de véhicules lourds liés à l'approvisionnement du chantier, sont susceptibles de modifier localement les conditions de circulation.

Une attention particulière est attirée sur :

- l'ouverture du domaine skiable jusque fin juillet et la nécessité de traverser une piste de ski lorsque l'on emprunte la piste 4x4,
- une fréquentation notable piétonne de la piste 4x4 en période estivale (marcheurs, traileurs, VTT).

La signalisation du chantier dans les zones intéressant la circulation du public (sentier pédestre) sera réalisée. Une attention particulière sera globalement portée à la signalisation de l'ensemble du chantier (chantier interdit au public).

5.3.2 - Gestion des déchets

Pendant la durée du chantier, les déchets de toute nature (emballages, bois, ferrailles, rémanents végétaux, déblais, produits de démolition) seront rassemblés dans un endroit identifié et des dispositions sont prises pour éviter un dispersement (par le vent ou les eaux de pluie par exemple).

5.3.3 - Protection des cours d'eau lors des travaux

Les opérations de nettoyage, de réparation, de ravitaillement des engins et du matériel ne pourront se faire que sur les aires de stationnement prévues. Ces aires se situeront en retrait du chenal et du lac afin d'éviter d'éventuels déversements de polluants.

Afin de limiter les risques de dégâts créés par les crues et les effets de ruissellement sur le glacier, et de préjudice à l'environnement, les engins, matériels et matériaux de chantier seront évacués des zones de ruissellement des précipitations tous les soirs, week-ends et jours fériés.

5.3.4 - Espèces végétales invasives

Afin d'éviter l'amenée accidentelle sur site de toute espèce invasive, les outils et machines seront lavés systématiquement avant l'arrivée sur site.

5.3.5 - Présence d'espèces vulnérables

Aucune espèce vulnérable n'est connue sur le site. Néanmoins, en cas de découverte d'espèce ou milieu naturel remarquable ou sensible en cours de chantier, des mesures de préservation adaptées pourront être mises en place.

5.4 - Remise en état

A l'issue du chantier, et éventuellement avant si leur volume s'avère trop important, les déchets produits par l'entreprise seront évacués vers un dépôt ou une filière de recyclage agréés. Il en est de même de toutes traces ou sous-produits de substances polluantes utilisées.

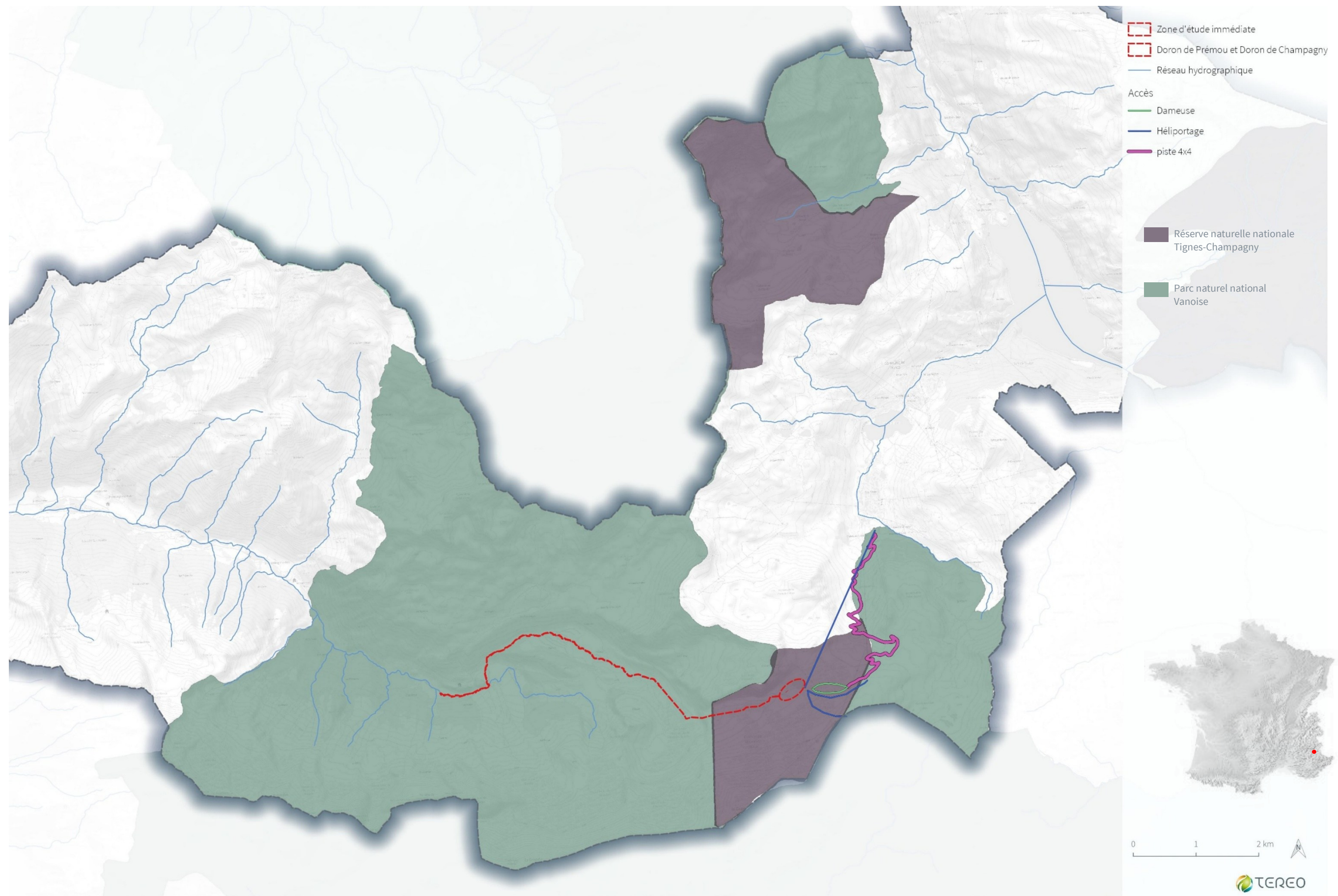
La remise en état du site et de ses abords concernera les aspects paysagers, retrait et rapatriement de l'ensemble du matériel, effacement/lissage des traces de circulation des engins, cabanon de chantier, conteneur de stockage.

PLAN DE SITUATION

Carte 3 : Plan de situation

Le lac est situé au pied de la Grande Motte au sud et du dôme de Pramecou au nord vers 2 800 m d'altitude. L'emprise des travaux concernent les communes de Tignes et de Champagny en Vanoise dans le département de la Savoie en région Auvergne-Rhône-Alpes.





Vidange du Lac de Rosolin

Localisation des travaux

PLAN GENERAL DES OUVRAGES ET ZONES AFFECTEES



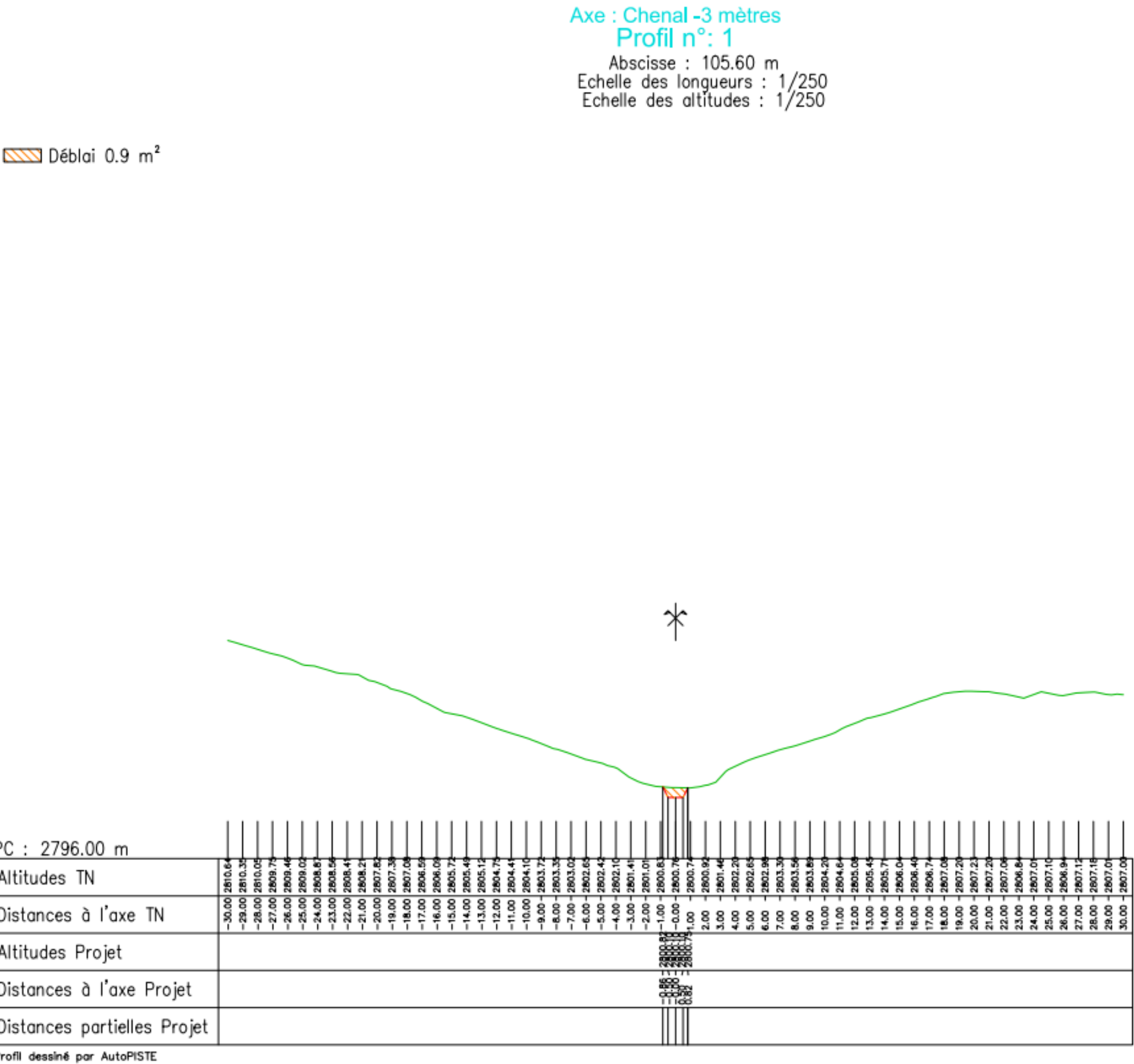


Figure 8: Profil en travers n°1 (RTM, 2025)

Abscisse : 136.56 m
 Echelle des longueurs : 1/250
 Echelle des altitudes : 1/250

PC : 2796.00 m

Altitudes TN	Distances à l'axe TN	Altitudes Projet	Distances à l'axe Projet	Distances partielles Projet
2811.98	-30.00			
2812.04	-29.00			
2812.05	-28.00			
2812.12	-27.00			
2812.12	-26.00			
2811.87	-25.00			
2811.65	-24.00			
2811.42	-23.00			
2811.11	-22.00			
2810.65	-21.00			
2810.27	-20.00			
2809.83	-19.00			
2809.44	-18.00			
2809.17	-17.00			
2808.82	-16.00			
2808.42	-15.00			
2808.07	-14.00			
2807.64	-13.00			
2807.25	-12.00			
2806.82	-11.00			
2806.43	-10.00			
2806.11	-9.00			
2805.84	-8.00			
2805.65	-7.00			
2805.51	-6.00			
2805.40	-5.00			
2805.24	-4.00			
2805.07	-3.00			
2804.54	-2.00			
2804.03	-1.00			
2803.41	0.00			
2802.87	1.00			
2803.01	2.00			
2804.96	3.00			
2806.00	4.00			
2806.61	5.00			
2807.17	6.00			
2807.64	7.00			
2808.02	8.00			
2808.43	9.00			
2808.58	10.00			
2808.54	11.00			
2808.78	12.00			
2809.33	13.00			
2809.71	14.00			
2810.01	15.00			
2810.28	16.00			
2810.52	17.00			
2810.67	18.00			
2810.83	19.00			
2811.02	20.00			
2811.12	21.00			
2811.12	22.00			
2811.03	23.00			
2811.03	24.00			
2811.15	25.00			
2811.66	26.00			
2812.66	27.00			
2813.71	28.00			
2814.13	29.00			
2814.61	30.00			

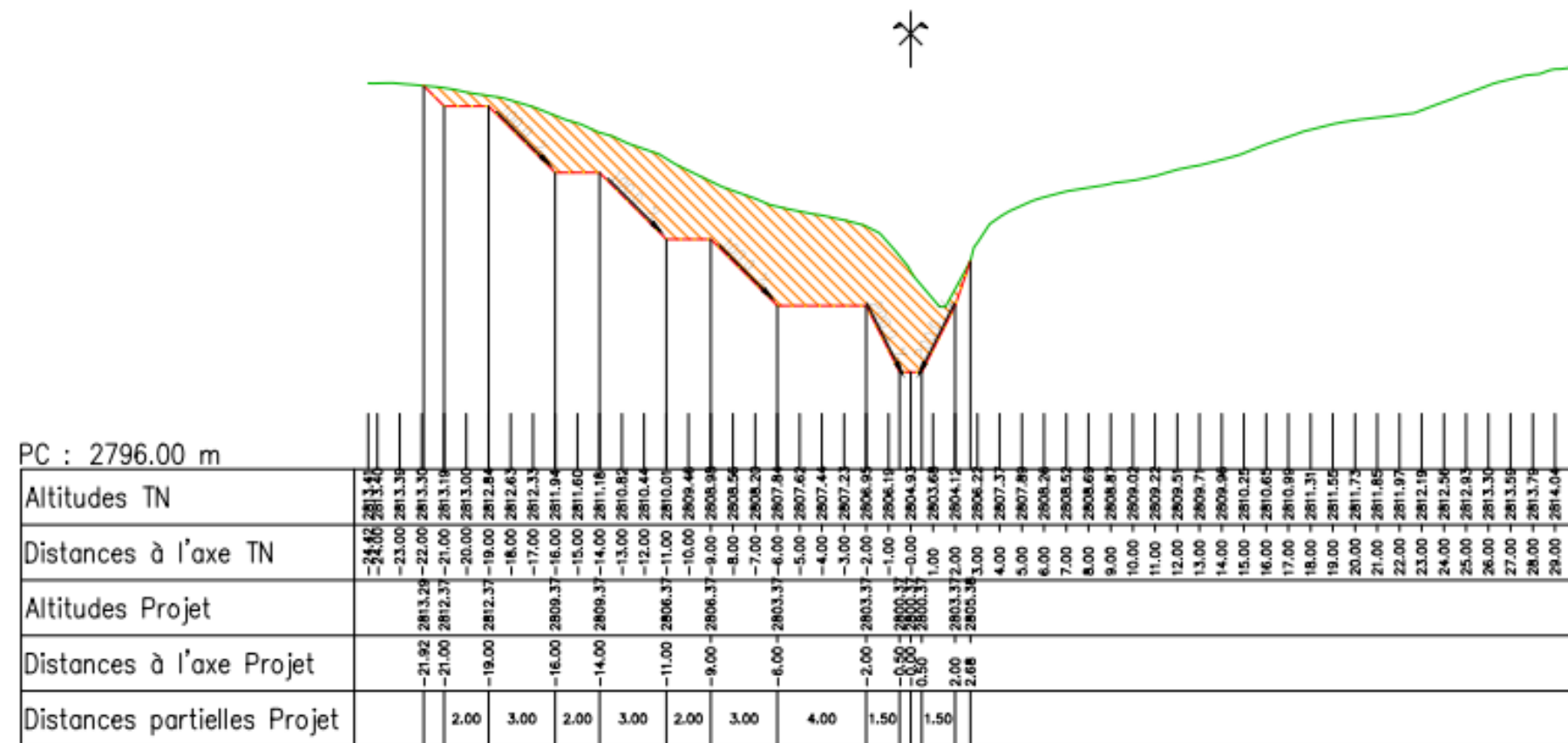
Profil dessiné par AutoPISTE

VIDANGE DU LAC DE ROSOLIN/V1-
MARDI 15 AVRIL 2025

Axe : Chenal -3 mètres
Profil n°: 3

Abscisse : 159.26 m
Echelle des longueurs : 1/250
Echelle des altitudes : 1/250

 Déblai 66.4 m²



Profil dessiné par AutoPISTE

Figure 10: Profil en travers n°3 (RTM, 2025)

Abscisse : 193.46 m
Echelle des longueurs : 1/250
Echelle des altitudes : 1/250

Altitudes TN	Distances à l'axe TN	Altitudes Projet	Distances à l'axe Projet	Distances partielles Projet
2811.86	-20.00	2811.32	-17.78	1.78
2811.50	-18.00	2811.32	-16.00	2.00
2811.17	-17.00	2809.54	-14.00	3.00
2810.98	-16.00	2809.54	-11.00	2.00
2810.80	-15.00	2808.54	-9.00	3.00
2810.57	-14.00	2808.54	-6.00	4.00
2810.30	-13.00	2807.27	-2.00	1.50
2810.10	-12.00	2806.35	0.00	1.50
2809.78	-11.00	2806.35	2.00	5.72
2809.47	-10.00	2806.35	7.72	
2809.18	-9.00	2809.27		
2808.94	-8.00	2809.27		
2808.75	-7.00	2809.27		
2808.61	-6.00	2809.27		
2808.44	-5.00	2809.27		
2808.24	-4.00	2809.27		
2807.94	-3.00	2809.27		
2807.27	-2.00	2809.27		
2806.35	-1.00	2809.27		
2804.94	0.00	2809.27		
2804.26	1.00	2809.27		
2805.74	2.00	2809.27		
2807.31	3.00	2809.27		
2807.94	4.00	2809.27		
2808.43	5.00	2809.27		
2808.76	6.00	2809.27		
2809.05	7.00	2809.27		
2809.34	8.00	2809.27		
2809.62	9.00	2809.27		
2809.81	10.00	2809.27		
2810.07	11.00	2809.27		
2810.31	12.00	2809.27		
2810.58	13.00	2809.27		
2810.81	14.00	2809.27		
2811.01	15.00	2809.27		
2811.62	16.00	2809.27		
2812.16	17.00	2809.27		
2812.28	18.00	2809.27		
2812.33	19.00	2809.27		
2812.42	20.00	2809.27		
2812.38	21.00	2809.27		
2812.37	22.00	2809.27		
2812.43	23.00	2809.27		
2812.47	24.00	2809.27		
2812.65	25.00	2809.27		
2812.81	26.00	2809.27		
2812.85	27.00	2809.27		
2812.95	28.00	2809.27		
2813.08	29.00	2809.27		
2813.25	30.00	2809.27		

Profil dessiné par AutoPISTE

VIDANGE DU LAC DE ROSOLIN/V1-
MARDI 15 AVRIL 2025

Axe : Chenal -3 mètres
Profil n°: 5

Abscisse : 232.50 m
Echelle des longueurs : 1/250
Echelle des altitudes : 1/250

 Déblai 45.6 m²

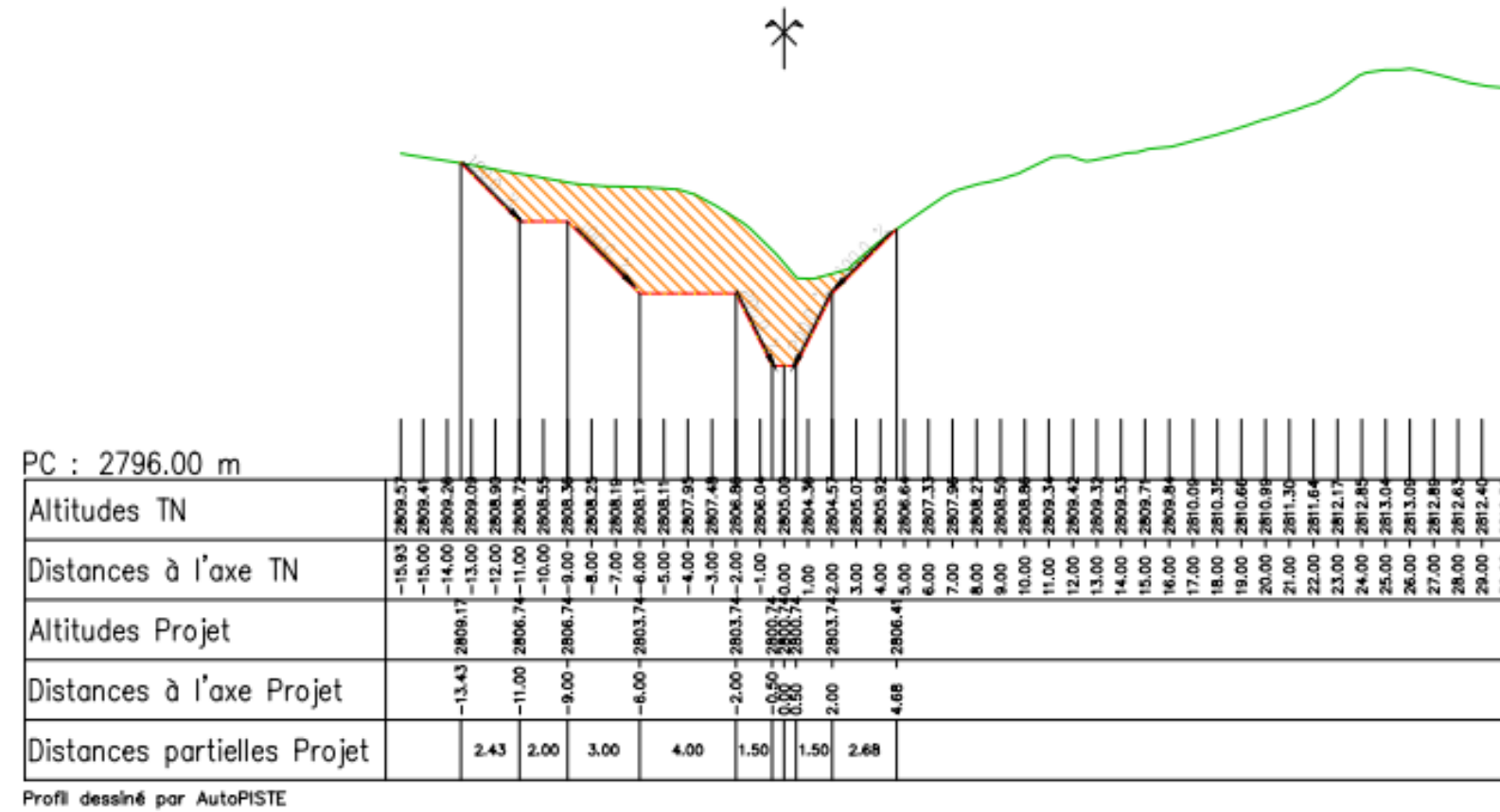


Figure 12: Profil en travers n°51 (RTM, 2025)

Figure 13: Profil en travers n°6 (RTM, 2025)

Axe : Chenal -3 mètres
Profil n°: 7
Abscisse : 320.00 m
Echelle des longueurs : 1/250
Echelle des altitudes : 1/250

Déblai 2.9 m²

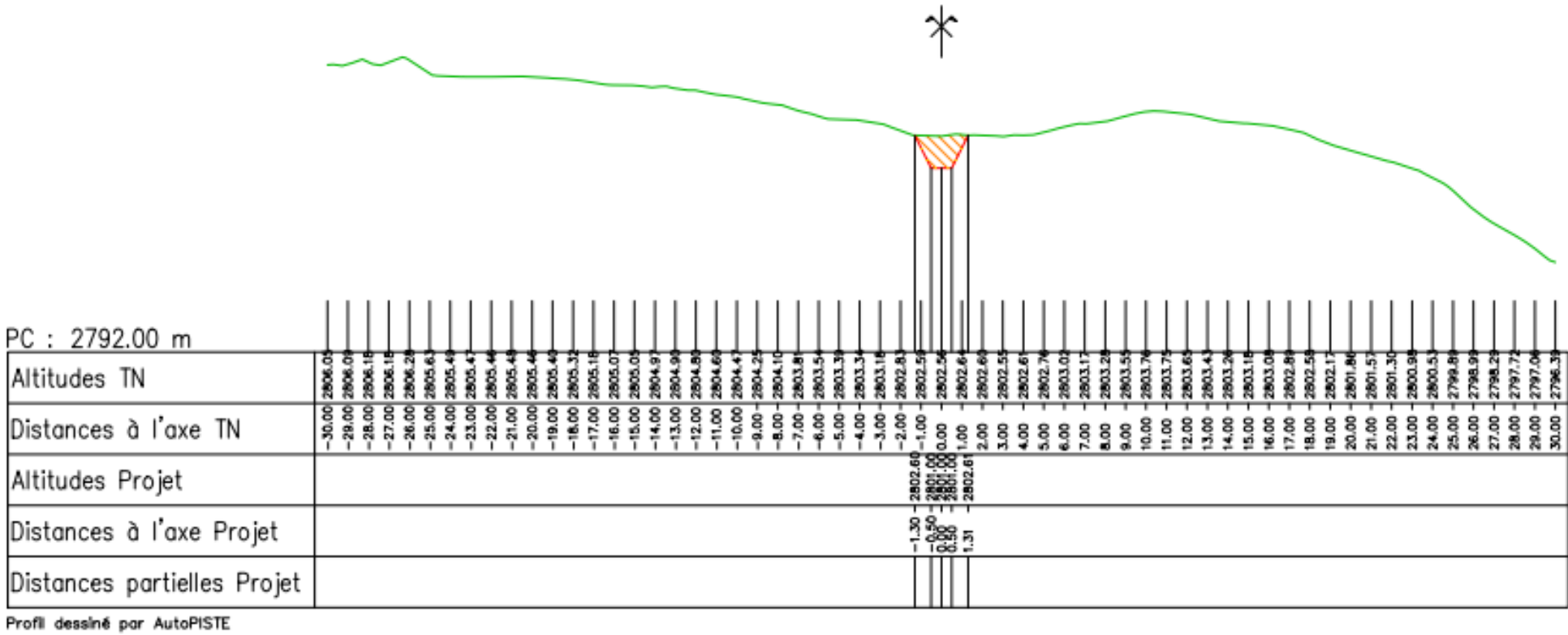


Figure 14: Profil en travers n°7 (RTM, 2025)

ANALYSE DES CONSEQUENCES DE L'OPERATION

6 - ETAT INITIAL

Le lac est situé au pied de la Grande Motte au sud et du dôme de Pramecou au nord, sur la diffuence glaciaire du glacier de la Grande Motte à l'endroit où, buttant contre le dôme de Pramecou, il se scinde en deux langues de glace.

L'une s'étend vers le nord-est en direction de Tignes et du val Claret où s'écoule le Retort, via le vallon du Creux des Balmes et l'autre vers l'ouest en direction de Champagny-en-Vanoise et où s'écoule le Doron de Prémou. Ces deux cours d'eau appartiennent au réseau hydrographique de l'Isère.

Au vu de son emplacement à environ 2 800 mètres d'altitude juste à l'ouest de l'altisurface du glacier, le lac s'écoule en surface vers l'ouest en direction du Doron de Prémou mais une évacuation karstique vers l'est en direction de Tignes n'est pas exclue.

A cette altitude, le site est recouvert actuellement par la neige possiblement jusqu'à 9-10 mois de l'année.

6.1 - Climat

Le climat est de type montagnard ou tempéré froid.

Les précipitations sont notables tout au long de l'année, avec une moyenne annuelle de 1 619 mm. Les précipitations peuvent avoir lieu sous forme neigeuse entre mi-septembre et mi-juin.

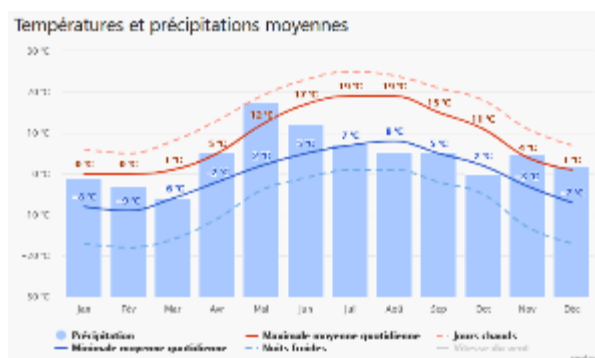


Figure 15: Diagramme ombrothermique de Tignes (source Meteoblue)

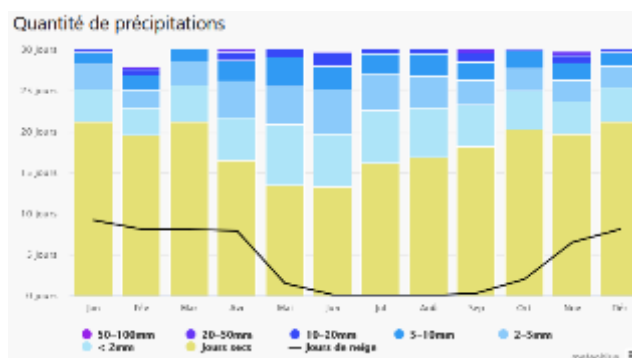


Figure 16: Nombre de jours mensuels de précipitations (source Meteoblue)

Les températures sont plutôt froides avec une moyenne annuelle de 0,1°C. Les journées chaudes et agréables de la saison estivale commencent vers la fin du juin et se terminent en septembre.

Le changement climatique actuel a conduit à une hausse moyenne des températures de +1.8°C en 40 ans en Savoie alors que l'augmentation de la température mondiale est de 1°C moindre (hausse de 0,66°C), montrant ainsi l'effet accru du réchauffement climatique dans les Alpes (Etude Départementale, 2023). Il a également des impacts sur les eaux solides, notamment sur :

- les chutes de neige : - 1 m de cumul en 60 ans en moyenne montagne (1400 m),

- les hauteurs de neige : - 40 cm en 30 ans en moyenne montagne (1300 m),
- la durée de l'enneigement : + 25 % de jours sans neige au sol en 40 ans à 2500 m,
- les surfaces enneigées : peu d'évolution en 20 ans à l'échelle annuelle mais un résultat en trompe l'œil lié au contraste de la pluviométrie entre les deux dernières décennies, et des baisses en haute saison (janvier-février) et sur les niveaux bas (août-septembre) à cause de la hausse des températures (limite pluie-neige et isotherme 0°C),
- les épaisseurs des glaciers : accélération de la fonte sur les 20 dernières années plus importante que sur l'ensemble du 20^{ème} siècle.

6.2 - Géologie

Source des données : Principaux traits de la structure géologique de la région de Tignes mis en évidence par la carte géologique Tignes à 1/50 000 (Alpes occidentales, Savoie). Éric DEVILLE, 1990

La région de Tignes se situe au sein des zones internes des Alpes occidentales, dans la partie orientale du massif de la Vanoise. La région est constituée par un complexe de nappes métamorphisées dans des conditions de haute pression. Ce complexe est charrié sur la zone houillère. Il renferme des unités d'origines paléogéographiques diverses.

Le projet se situe dans l'unité de la Grande Motte et la Nappe de la Pointe du Grand Vallon.

L'unité de la Grande Motte représente une entité structurale majeure caractérisée par un Lias épais stratigraphiquement intercalé dans des formations présentant, par ailleurs, des caractères typiquement briançonnais (Ellenberger, 1958).

La nappe sommitale de la Pointe du Grand Vallon couronne l'édifice structural de la région. Elle est constituée d'une formation flyschöide terrigène, d'âge crétacé terminal (Maastrichtien supérieur ; Deville, 1986 b) dont le substratum stratigraphique originel n'est pas connu. Il n'est donc pas possible de préciser directement son domaine d'origine, qu'il soit de marge continentale ou qu'il soit océanique. Il est probable que ces formations se sont sédimentées sur la cicatrice du domaine océanique téthysien déjà suturé. La nappe de la Pointe du Grand Vallon a été impliquée dans des déformations synmétamorphes, probablement contemporaines du métamorphisme mésoalpin (38-40 Ma ; Bocquet *et al.*, 1974) qui affecte le Briançonnais interne.

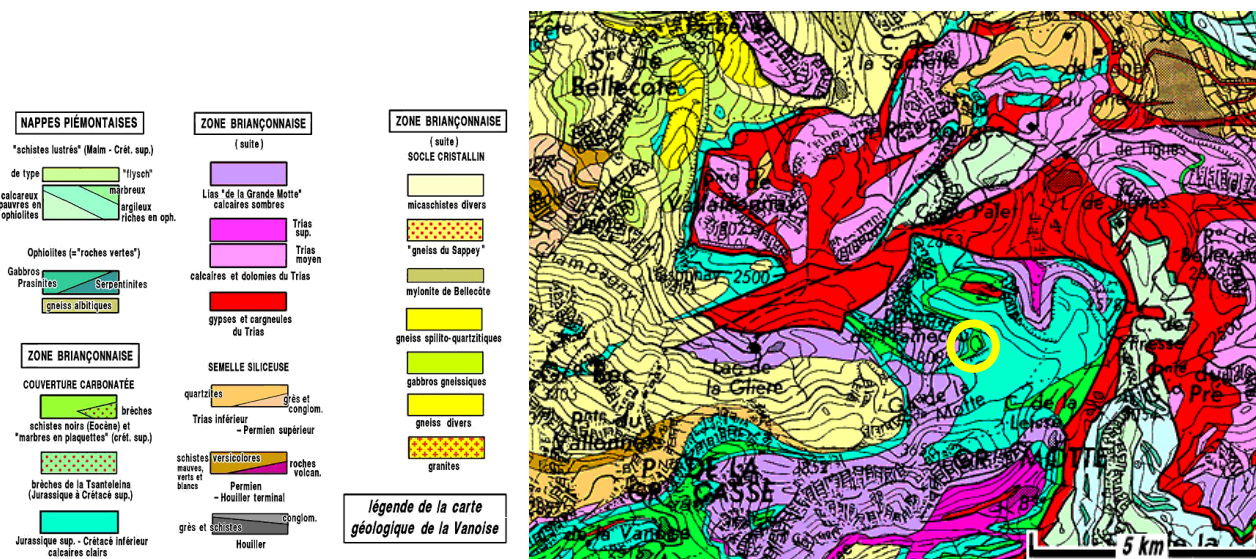


Figure 17: Extrait de la carte géologique du BRGM (source géoalp)

Sur un socle de calcaires, la zone abrite également des filons gypses et cargneules. La vallée du Doron de Prémou repose sur des micaschistes divers.

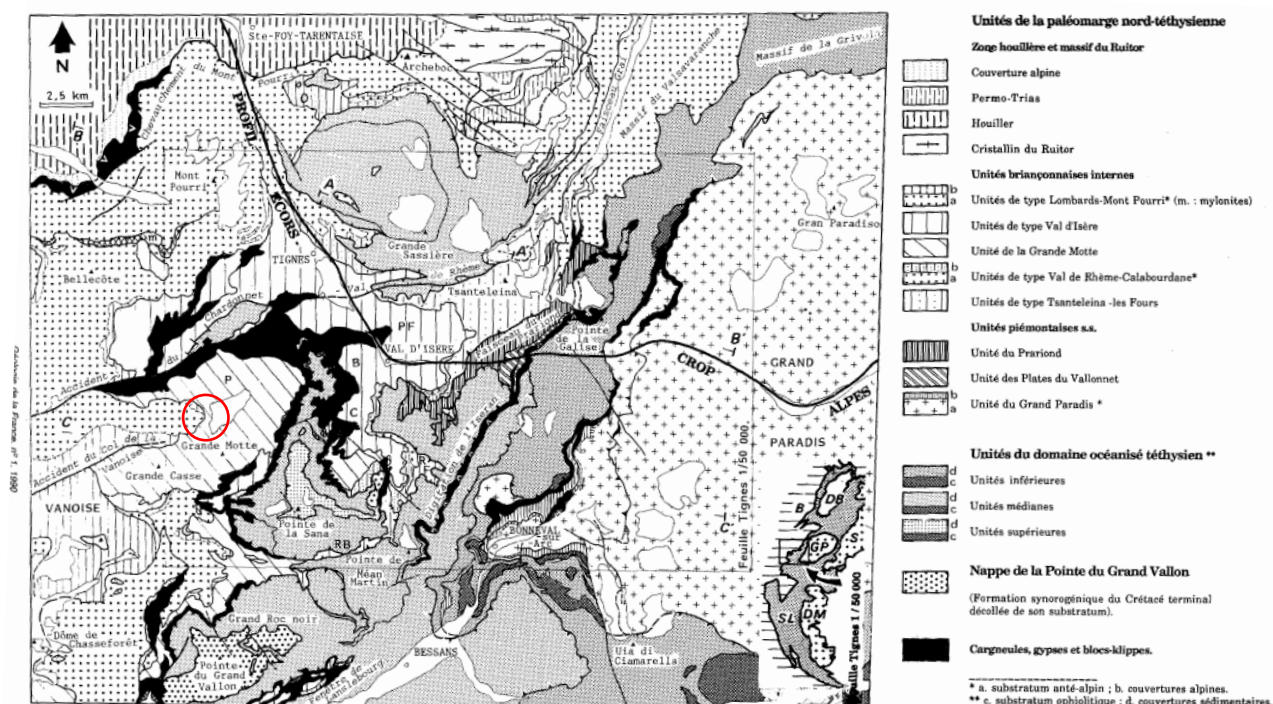


Figure 18: Schéma structural

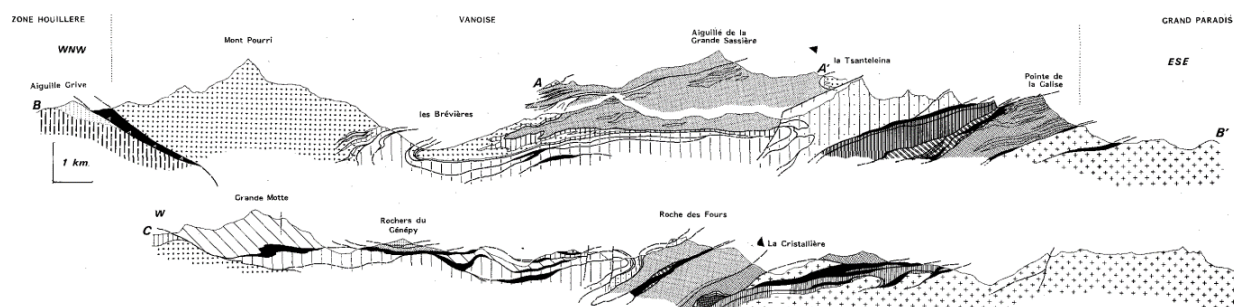


Figure 19: Coupes géologiques (même légende que le schéma structural)

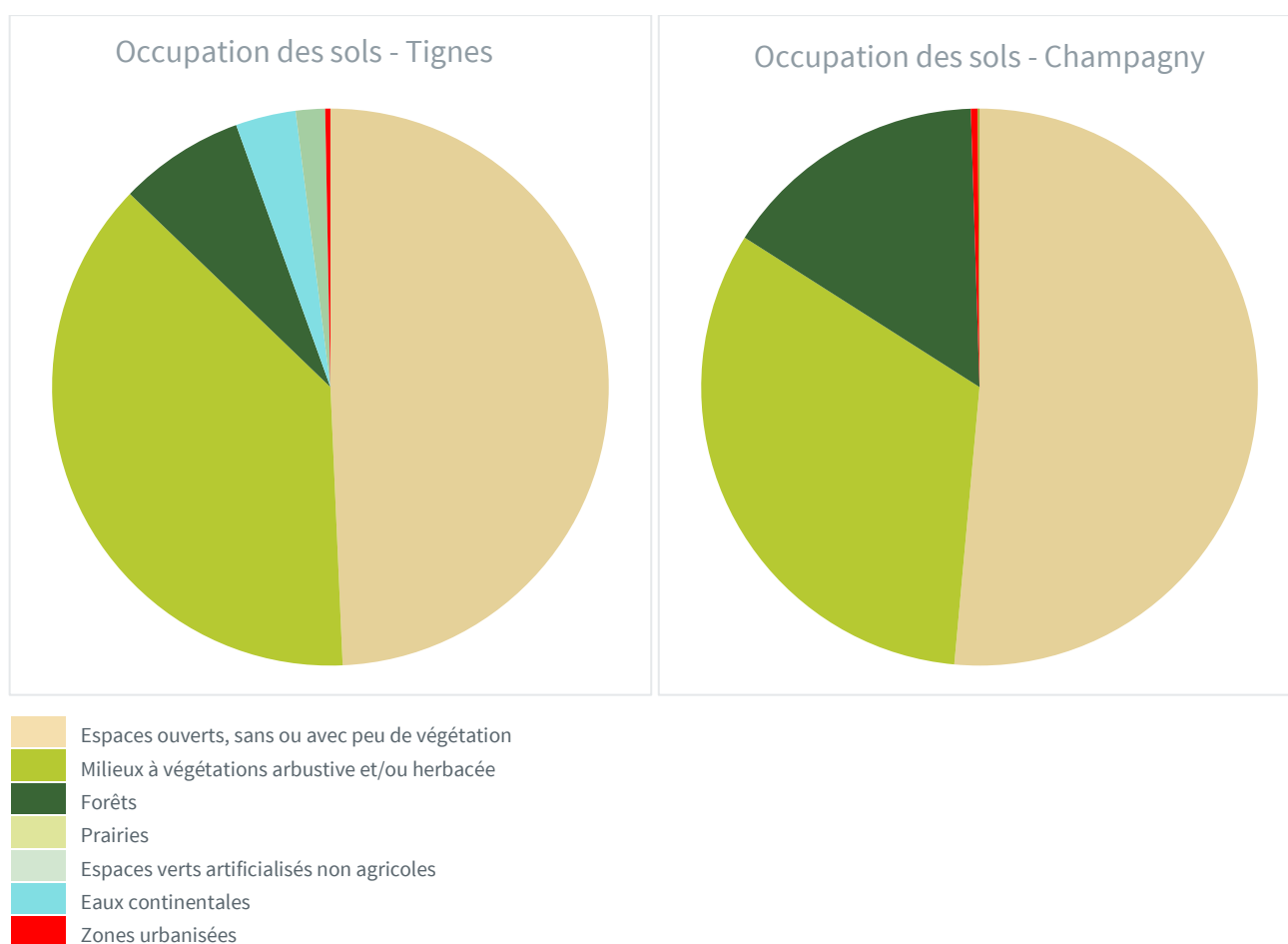
La région de Tignes constitue un bel exemple de l'histoire complexe et polyphasée des domaines internes métamorphiques des Alpes occidentales. Elle témoigne également de la complexité des événements tectoniques, sédimentaires et métamorphiques enregistrés lors des différents épisodes de l'histoire compressive alpine.

6.3 - Occupation des sols

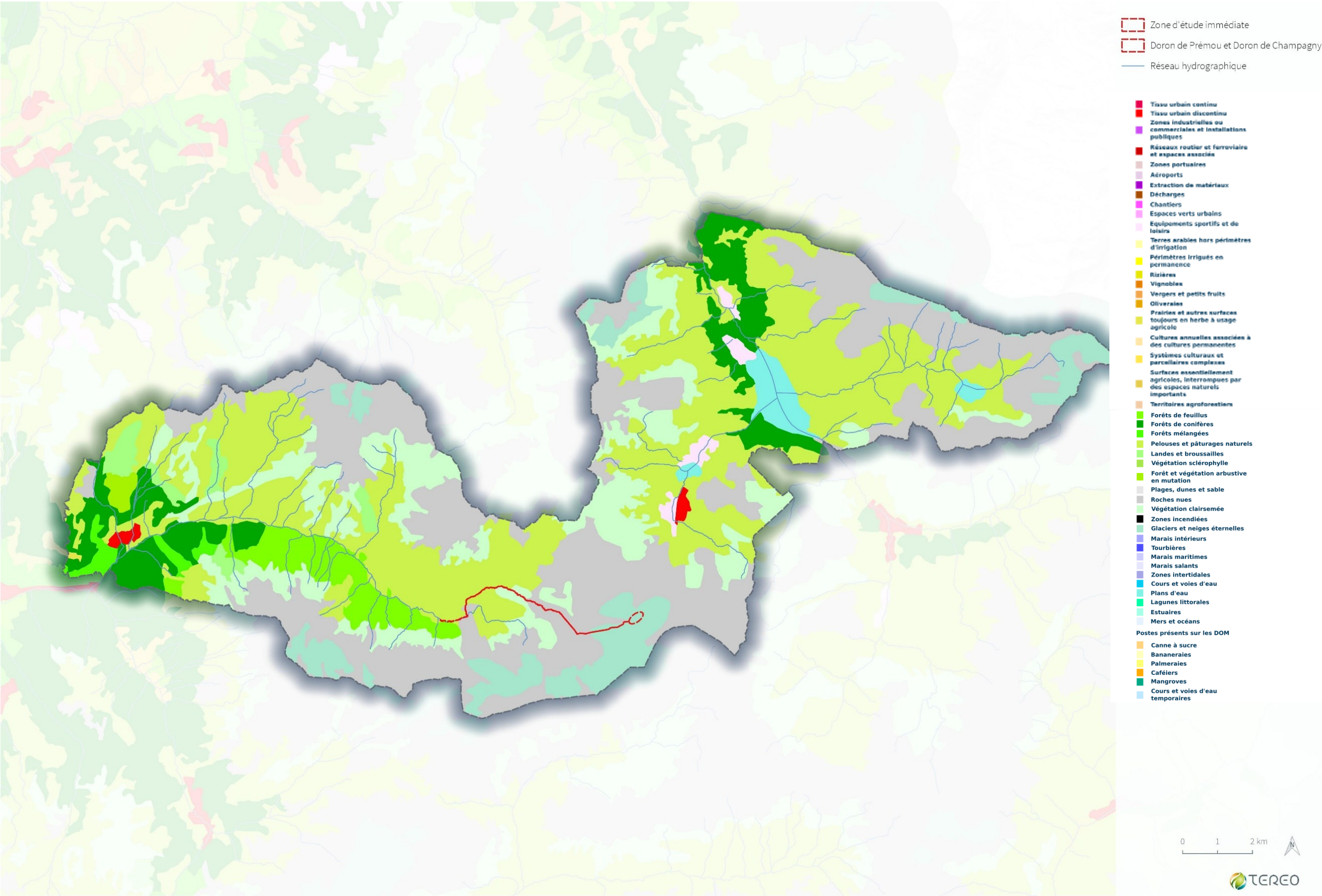
Carte 4 : Occupation des sols des communes de Tignes et Champagny-en-Vanoise (source Corine Land Cover, 2018)

L'occupation des sols de la commune de Tignes est marquée par l'importance des forêts et milieux semi-naturels (94,5 %) avec une proportion quasi identique à celle de 1990 (94,8 %). La répartition détaillée en 2018 est la suivante : espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation (49,3 %), milieux à végétation arbustive et/ou herbacée (37,9 %), forêts (7,3 %), eaux continentales (3,5 %), espaces verts artificialisés, non agricoles (1,7 %), zones urbanisées (0,3 %).

L'occupation des sols de la commune de Champagny-en-Vanoise est marquée par l'importance des forêts et milieux semi-naturels (99,6 % en 2018), une proportion sensiblement équivalente à celle de 1990 (98,7 %). La répartition détaillée en 2018 est la suivante : espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation (51,5 %), milieux à végétation arbustive et/ou herbacée (32,6 %), forêts (15,5 %), zones urbanisées (0,4 %), prairies (0,1 %).



Les activités économiques des deux communes sont fortement tournées vers le tourisme lié aux sports de montagne (station de ski, commerces) et vers l'agriculture agropastorale.



Vidange du Lac de Rosolin

Occupation des sols

A. Dos Santos 19-3-2025

6.4 - Continuités écologiques

Le périmètre des travaux de vidange du lac de Rosolin se situe dans une vaste matrice perméable, identifiée en réservoir de biodiversité au SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes.



Figure 20 : Extrait du SRCE Auvergne-Rhône-Alpes (source : carte interactive DATARA)

6.5 - Réseau hydrographique

Le Doron de Champagny prend sa source au lac de la Glière, à 2 037 mètres d'altitude, aux pieds de la Grande Casse (3 855 m) et de la Grande Motte (3 653 m), pour confluer à 885 mètres d'altitude avec le Doron de Pralognan après un parcours de près de 16 km. Ils forment tous deux le Doron de Bozel, affluent du Rhône via l'Isère. Le Doron de Champagny est classé en liste 1 et frayères.

Le Doron de Prémou (FRDR11670), déversoir naturel du lac de Rosolin, il conflue avec le Doron de Champagny, après un parcours de 4,5 km. Il est considéré en très bon état écologique (source SDAGE 2022-2027). Il est classé en liste 1. Le Doron de Prémou présente un régime hydrologique glaciaire. Ses débits caractéristiques ne sont pas connus.

Des mesures ont été réalisées sur le Doron de Prémou sur la zone de replat vers 2 140 m d'altitude en 2023.

Les mesures sur le réseau hydrographique ont porté sur :

- Les paramètres physico-chimiques classiques en aout et en octobre sur 3 stations
- Les macroinvertébrés aquatiques en aout et en octobre sur le Doron de Prémou
- Le niveau de colmatage en aout et en octobre sur les Dorons de Prémou et de Champagny
- Le suivi des MES pendant une opération de vidange en septembre sur la station amont (aval lac proglaciaire) et sur le Doron de Champagny

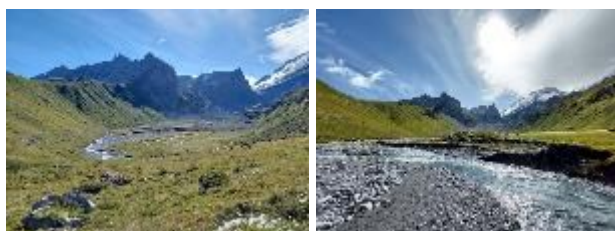


Photo 14, Photo 15 : Station intermédiaire Doron de Prémou



Photo 16, Photo 17 : Station Aval Doron de Champagny



Carte 5: Localisation des stations de mesures

Elles montrent que :

Les eaux sont fraîches et bien oxygénées, peu chargées en nutriments. Les teneurs en MES sont faibles.

Station	Aval lac périglaciaire		Doron de Prémou		Doron de Champagny	
Date de prélèvement	09/08/2023		09/08/2023	30/10/2023	09/08/2023	30/10/2023
Heure de prélèvement	10h30		10h10	11h00	8h50	10h30
Température (°C)	2		3,8	3,7	4,3	5
pH	8,8		8	8,1	8,1	8,2
Oxygène dissous (mg O ₂ /l)	8,9		9,3	8,9	10,4	8,5
Taux de saturation O ₂ (%)	98		90	82	96	81
Conductivité (µS/cm)	49		608	691	544	559
Carbone organique dissous (mg/l C)	< 0,3		< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
DBO5 (ml/l O ₂)	1,1		1	0,5	1	< 0,5
MES totales (mg/l)	39		4,6	8	10	3,6
Ammonium (mg/l NH ₄ ⁺)	< 0,03		< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Azote global (mg/l N)	< 0,62		0,14	0,62	0,14	0,14
Azote Kjeldahl (mg/l N)	< 0,5		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Nitrates (mg/l NO ₃ ⁻)	< 0,5		0,6	< 0,5	0,6	0,6
Nitrites (mg/l NO ₂ ⁻)	< 0,03		< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Phosphore total (µg/l P)	14		< 10	< 10	< 10	< 10
Orthophosphates (mg/l PO ₄ ³⁺)	< 0,02		< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02

Site inaccessible

Le suivi des teneurs en MES a été réalisé le 7 septembre 2023. Un prélèvement avant démarrage de l'opération a été effectué sur les stations amont et aval. Le bouchon a été retiré à 12h20, à la suite de ça des prélèvements ont été réalisés toutes les 15 minutes environ pendant 4h ou si changement visuel de la turbidité. Le graphique ci-après indique les teneurs en MES (mg/l) mesurées pendant la durée du suivi.

Sur l'exutoire du chenal de vidange, on observe un bruit de fond de l'ordre de 40 mg/l.

A la suite de l'ouverture du bouchon, la vague de mise en eau du chenal entraine de manière brutale les matériaux du merlon et les matériaux non cohésifs du chenal abaissé (fond du lit). Cela se traduit par un pic de MES à 10,5 g/l à 12h35.

Six minutes plus tard, les teneurs sont redescendues à 1,8 g/l et se stabilisent 1 heure environ après la mise en eau entre 550 et 600 mg/l en poursuivant une baisse progressive jusqu'à 330 mg/l à 16h10 (fin du suivi)

Sur le Doron de Champagny, le bruit de fond naturel s'observe jusqu'à 14h30 environ avec une légère augmentation progressive (27 à 84 mg/l) en lien avec la fonte alimentant le Doron de Champagny produite par l'élévation des températures au cours de l'après-midi.

Le pic survient vers 15h avec une concentration de 200 mg/l avec une augmentation plus forte des teneurs entre 14h30 et 14h45 (150 mg/l mesurés à 14h43). Entre 15h et 16h on observe un plateau légèrement décroissant avec une valeur en fin d'opération à 190 mg/l.

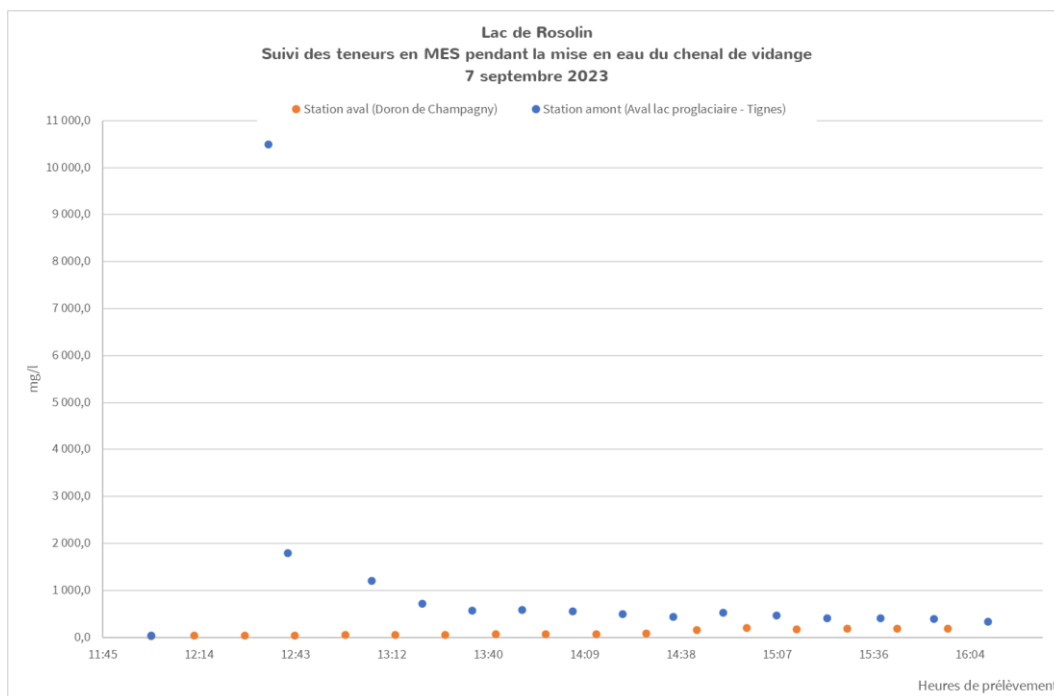


Figure 21 : Suivi des MES pendant une opération de vidange le 7 septembre 2023

Il apparait donc que :

- La mise en suspension des particules fines en aval du lac est intense (pic à 10,5 g/l) et rapide (environ 15 minutes) et qu'un plateau légèrement décroissant est atteint au bout d'une heure environ.
- L'impact sur le Doron de Champagny se produit au bout de 2 heures et se traduit par une augmentation des teneurs en MES d'un facteur 2 à 2,5 par rapport à la situation naturelle observée le 7 septembre 2023.

Une évaluation du colmatage des substrat a été réalisée avec le protocole Archambaud sur le Doron de Prémou.

Station	Date d'observation	Code	Classe de colmatage	Description des classes
Station intermédiaire (Doron de Prémou)	09/08/2023	Code 1	0 à 25 %	Les éléments se soulèvent facilement et ne génèrent pas de nuage de limon lorsqu'ils sont soulevés.
	30/10/2023	Code 1 à 2	0 à 25 % à 25 à 50 %	Les éléments se soulèvent facilement et ne génèrent pas de nuage de limon lorsqu'ils sont soulevés. à Si les éléments se soulèvent plus difficilement, nous attribuons la classe 2 en fonction de la quantité de limon qui se libère dans l'eau sous les éléments. Le nuage généré est peu dense.
Station aval (Doron de Champagny)	09/08/2023	Code 1	0 à 25 %	Les éléments se soulèvent facilement et ne génèrent pas de nuage de limon lorsqu'ils sont soulevés.
	30/10/2023	Code 1	0 à 25 %	Les éléments se soulèvent facilement et ne génèrent pas de nuage de limon lorsqu'ils sont soulevés.

Les communautés biologiques de macroinvertébrés du Doron de Prémou comptent peu de taxons. A 2 150 m d'altitude, les faibles apports trophiques, les températures froides, les possibles intermittences d'écoulement et/ou durée de prise en glace ainsi que les durées des cycles biologiques limitent naturellement la diversité des communautés biologiques.

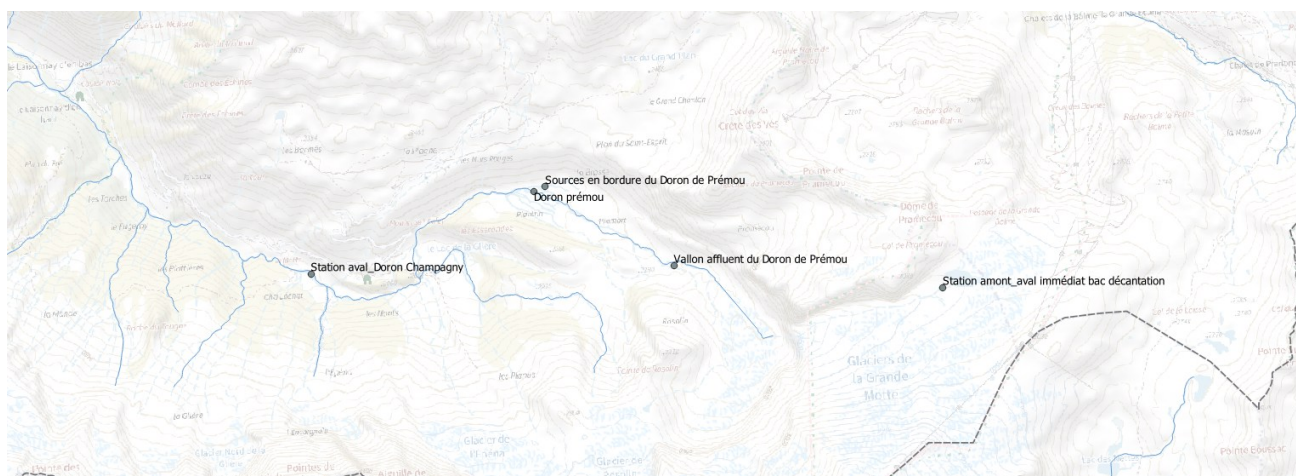


Figure 22 : Localisation de la station de prélèvement de macroinvertébrés

Début aout 2023, le peuplement est composé uniquement de diptères avec 3 sous-familles représentées. Fin octobre, le peuplement de 8 taxons, comprend en plus des 3 sous-familles de diptères, des plécoptères, éphéméroptères et trichoptères. En 2024, 7 taxons ont été identifiés.

Les richesses observées sont très faibles. Bien que les habitats soient naturellement contraints par l'altitude et l'influence des eaux glaciaires, cette diversité paraît inhabituelle pour un milieu montagnard. D'autres paramètres pourraient limiter le développement des espèces aquatiques comme l'influence du colmatage par des sédiments fins et l'instabilité du substrat, deux phénomènes à l'œuvre sur le Doron de Prémou. Pour les espèces qui ont pu être déterminées, elles sont pour la plupart typiques des milieux montagnards d'altitude.

Les différentes espèces d'insectes qui ont une phase aquatique observées en 2023 et 2024 sur les différentes stations sont mentionnées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Liste faunistique - Prélèvements de macroinvertébrés du 09/08/2023 (Teréo)

Station	Ordre / classe	Famille	Sous-famille	Genre / Espèce	*Aout 2023	*Oct. 2023	**Aout 2024
Doron de Prémou	Diptères	Chironomidae	Orthocladiinae	Orthocladiinae S.l.	X	X	X
			Tanypodinae		X	X	
			Buchonomyiinae	Buchonomyiinae sp	X	X	
		Simuliidae		Prosimulium latimucro			X
		Limoniidae		Antocha sp			X
	Plécoptères	Taeniopterygidae		Brachyptera		X	
	Ephéméroptères	Heptageniidae		Rhitrogena sp		X	
		Heptageniidae		Rhitrogena loyolaea		X	
		Baetidae		Baetis sp.		X	
	Trichoptères	Hydropsychidae		Hydropsyche sp		X	
Limnephilidae			Limnephilus ignavus			X	
			Allogamus sp			X	
Sources en bordure du Doron de Prémou	Trichoptères	Limnephilidae		Alpopsyche ucenorum			X
Vallon sec (affluent du Doron de Prémou)	Plécoptères	Nemouridae		Protonemoura algovia			X

* Récolte de larves aquatiques

**Piégeage d'insectes adultes

Le diptère *Prosimulium latimucro* est l'espèce de *Simuliidae* qui remonte le plus haut dans les Alpes, pouvant dépasser couramment les 2000 m d'altitude. Elle se rencontre principalement dans les torrents froids des massifs internes, à des températures inférieures à 10°C.

Le trichoptère *Limnephilus ignavus* a une large répartition en Europe, mais semble affectionner les zones humides d'altitude, en particulier dans le massif alpin. Il a été observé ici en bordure du Doron de Premou, capturé lors de la chasse nocturne.

D'autres espèces qui présentent une aire de répartition plus restreinte sont présentées ci-après.

Le trichoptère *Alpopsyche ucenorum* (*Limnephilidae*) est endémique des Alpes occidentales. L'espèce est connue de France et de Suisse où elle est classée en danger critique d'extinction. Du fait de sa localisation restreinte, elle est inscrite sur la liste des espèces déterminantes pour la désignation des ZNIEFF (en région Sud-PACA). Sa répartition se limite aux petites sources et zones humides d'altitude, le plus souvent au-dessus de 2000 m, des Alpes-Maritimes à la Savoie. Dans le cadre de cette étude, plusieurs larves ont été récoltées au niveau des sources jouxtant le Doron de Premou.



Photo 18 : Adulte du trichoptère *Alpopsyche ucenorum* (*Limnephilidae*), espèce endémique des Alpes occidentales trouvée dans les sources à proximité du Doron de Premou

Le plécoptère *Protonemura algovia* (*Nemouridae*) est une espèce endémique alpine, répartie essentiellement dans les Alpes centrales. En France, elle est très rare, connue de quelques cours d'eau de haute altitude, à proximité des zones de glaciers. Moins de cinq stations sont actuellement recensées en France, principalement du département des Alpes-de-Haute-Provence à la Savoie. Elle fait partie de ces

espèces localisées affectionnant les zones froides d'altitude sous influence glaciaire, directement menacées par les changements climatiques. Elle est considérée comme «vulnérable» en Suisse et en France (Liste rouge UICN, en cours de publication). La découverte de trois individus dans la partie amont du bassin du Doron de Premou doit inciter à sa préservation. L'essentiel des émergences des adultes ayant lieu en septembre/octobre, des collectes supplémentaires seraient nécessaires pour préciser sa répartition au sein de la zone d'étude.



Photo 19: Larve de Protonemura sp. (Nemouridae)



Photo 20: Site de capture de Protonemura algovia

Il ressort de l'analyse des espèces composant les communautés benthiques aquatiques que les taxons présents ont un cycle de vie inférieur à 1 an et leur plasticité écologique leur permet d'occuper de façon opportuniste les habitats présents. On trouve déjà une structuration de la chaîne alimentaire avec des brouteurs/racleurs de microphytes vivants (*Orthocladinae*) et des carnivores (*Tanypodinae*). La diversité taxonomique augmente en octobre, toujours avec des espèces à cycle biologique court et plutôt des racleurs/brouteurs de microphytes. Quelques taxons plus exigeants en termes d'habitats apparaissent (*Brachyptera*, *Rhitrogena*). Deux espèces sont à retenir comme patrimoniales : *Alpopsyche uenorum* et *Protonemura algovia*.

Les données piscicoles disponibles indiquent un peuplement composé de truite commune et de saumon de fontaine sur le Doron de Champagny (station de la Chiserette et du pont de Chailles). A noter que le saumon de fontaine est une espèce introduite. Il n'existe pas de données sur le Doron de Premou.

6.6 - Patrimoine culturel

On ne recense pas de patrimoine culturel inscrit ou classé dans la zone d'étude.

6.7 - Biodiversité

6.7.1 - Analyse des données bibliographiques

Carte 6 : Cartographie des habitats naturels et semi naturels des sites Natura 2000 (source DATARA)

Carte 7 : Localisation des données bibliographiques naturalistes

6.7.1.1 - Habitats

La zone d'étude élargie comprend un paysage composé de végétation clairsemée, de roches et de glaciers & neiges éternelles.

On identifie les habitats suivants :

- Glaciers permanents (8340 – habitat IC / EUNIS H4.2) : Habitats de glace permanente et semi-permanente. Ils comprennent les calottes glaciaires, les glaciers de cirque et les glaciers de vallée, et les petites masses de glace (glacierets), permanents ou d'une durée de quelques années.
- Pentes rocheuses calcaires avec végétation chasmophytique² (8210 – habitat IC) : Cet habitat regroupe les communautés se développant dans l'ensemble de la France, de l'étage thermoméditerranéen à l'étage nival sur les rochers et falaises carbonatés. Cet habitat ne prend en compte que les communautés installées au sein d'étroites fissures dans lesquelles se sont formés des fragments de lithosols. Peu de menaces reposent sur cet habitat, si ce n'est, ponctuellement l'exploitation de la roche ou la pratique de l'escalade dans des sites à forte valeur patrimoniale.



Figure 23: Extrait de la Carte des habitats naturels et semi-naturels des sites Natura 2000 en Auvergne-Rhône-Alpes (source DATARA)

Les données habitats Natura 2000 (source DATARA) nous indiquent les habitats suivants :

- Glacier (emprise travaux)
- Falaise calcaire (zone d'étude élargie)
- Eboulis calcaire (zone d'étude élargie)
- Communauté fluviatile à épilobe de Fleischer (zone d'étude élargie Doron de Prémou)
- Lande à rhododendrons et myrtille (zone d'étude élargie Doron de Prémou)
- Pelouse calcicole (zone d'étude élargie Doron de Prémou)

² plantes qui vivent dans les fissures de la roche

Le bureau KARUM a concentré ses prospections floristiques sur les zones de prélèvements de terre et de roches pour construire un accès pérenne au chantier et sur le site des travaux de vidange aux abords du lac. Les prospections ont été réalisées le 9 août 2023 ; elles ont permis de décrire trois types d'habitats, sans qu'ils soient cartographiés et géolocalisés :

- Les éboulis calcaires et ultrabasiques des zones montagneuses tempérées (H2.4). On les retrouve dans la zone de prélèvements des blocs rocheux et dans la zone de vidange du lac.
- Les jeunes moraines glaciaires sans végétations (H5.21) qui sont situées au niveau de la création du chemin d'accès.
- Les éboulis calcaires et ultrabasiques des zones montagneuses tempérées ayant été anthropisés (Pistes de ski) (H2.4 x 5E.1) que l'on retrouve sur la piste double M ou les prélèvements de terre ont été réalisés.



Figure 24 : Cartographie des zones prospectées (source Karum, 2023)

6.7.1.2 - Flore

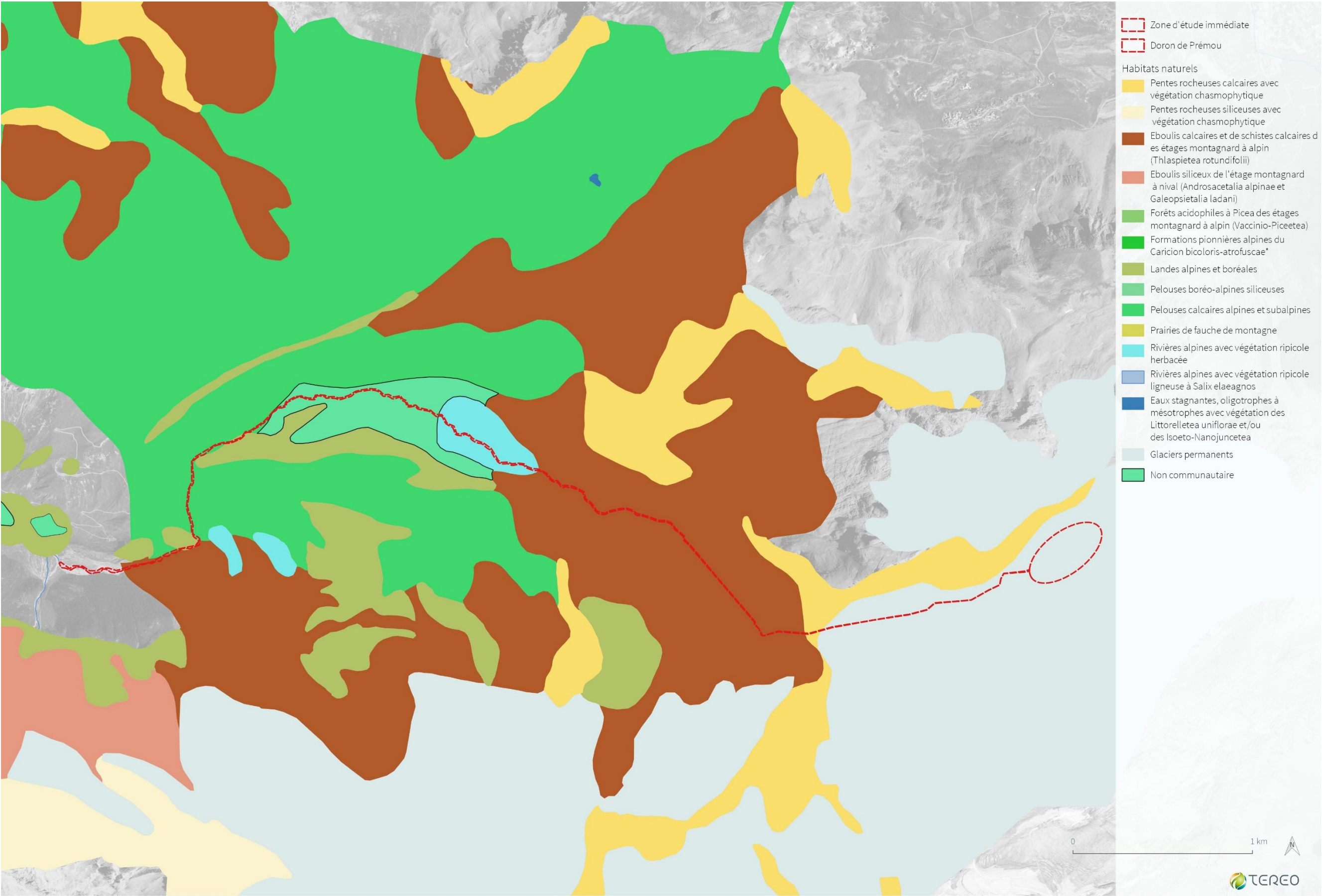
L'analyse bibliographique fait ressortir 259 espèces, dont 176 présentes sur le site et 63 possiblement attendues. La liste des espèces floristiques prises en compte à ce stade figure en annexe 2.

Plusieurs observations ponctuelles ont été répertoriées par le parc national de Vanoise (28 juin, 10 juillet, 02 août 2023) ; elles ont permis de noter douze espèces floristiques. La densité de flore est faible.

Les zones prospectées sont la zone déneigée à proximité du chenal, les abords du chenal et du déversoir, les sites potentiels de dépôts des matériaux de déblais du chenal et les sites potentiels d'approvisionnement en matériaux pour l'aménagement de la piste.

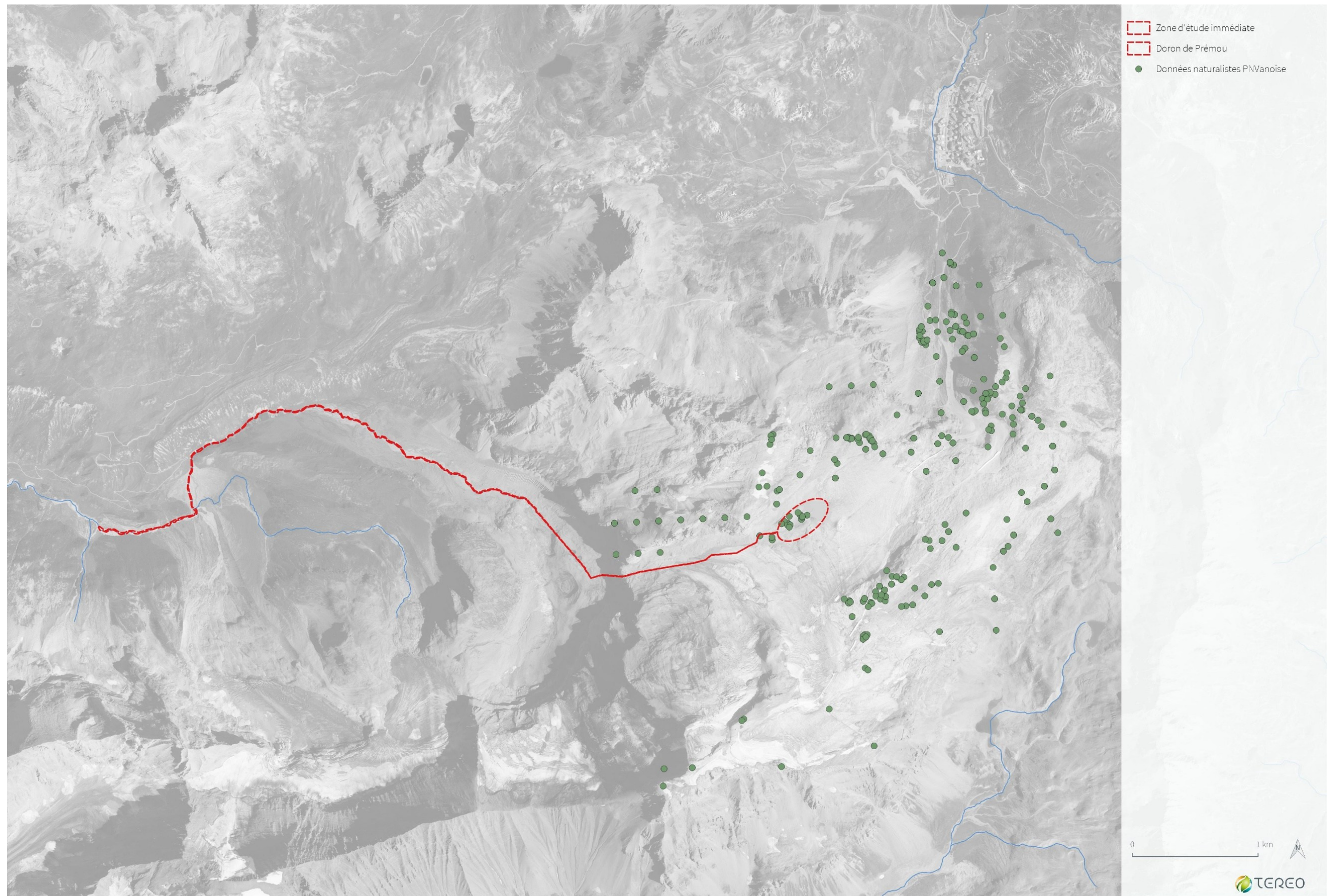
Les plantes majoritaires sont *Saxifraga oppositifolia* et *Saxifraga aizoides* ; cette dernière est la plante hôte du petit appolon (papillon protégé).

Le bureau KARUM a concentré ses prospections floristiques sur les zones de prélèvements de terre et de roches pour construire un accès pérenne au chantier et sur le site des travaux de vidange aux abords du lac. Les prospections ont été réalisées le 9 août 2023.



Vidange du Lac de Rosolin
Habitats naturels (bibliographie)

A. Dos Santos 19-3-2025



Vidange du Lac de Rosolin

Données faune flore (bibliographie)

A. Dos Santos

19-3-2025

En 2023, aucune espèce protégée ni patrimoniale n'a été observée sur l'aire d'étude immédiate, ni par le parc de Vanoise, ni par Karum.

Sur l'ensemble des espèces, issues de la bibliographie, prises en compte, on retiendra la présence de 16 espèces protégées dont 8 au niveau national et 8 au niveau régional, 17 espèces sont inscrites sur listes rouges avec un statut défavorable.

6.7.1.1 - Faune

L'analyse bibliographique fait ressortir 414 espèces, dont 15 présentes sur le site et 33 possiblement attendues. La liste des espèces faunistiques prises en compte à ce stade figure en annexe 3.

Aucune observation de ponte de papillon ni de chenille à proximité du déversoir. Quelques papillons en vol aperçus mais non déterminés.

En 2023, aucune espèce protégée ni patrimoniale n'a été observée sur l'aire d'étude immédiate, ni par le parc de Vanoise, ni par Karum.

Sur l'ensemble des espèces, issues de la bibliographie, prises en compte, on retiendra la présence de 8 espèces protégées au niveau national, 1 espèce d'intérêt communautaire et 10 espèces sur listes rouges en statut défavorable.

6.7.2 - Résultats des inventaires

Le programme d'inventaires 2024 est le suivant :

Groupe	Intervenant	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept.
Habitats / Flore vasculaire	Teréo							
Bryophytes	Yves Longeot							
Faune invertébrée du Doron de Prémou	Teréo							
Avifaune	Teréo							
Hétérocères	Flavia							
Rhopalocères	Flavia							
Orthoptères	Teréo							
Hyménoptères	Teréo							
Araignées	Philippe Vallet							
Odonates	Teréo							
Mollusques	Teréo							
Mammifères	Teréo							

6.7.2.1 - Dates et conditions

Pour couvrir l'ensemble du cycle biologique, plusieurs visites ont été effectuées au cours de l'année. La plus importante a été celle de fin d'été, au moment où la couverture neigeuse était la plus réduite, permettant une expression maximum de la faune et de la flore du site.

Au regard du contexte du site (enneigement, altitude, prise en glace...), nous considérons que le passage de mars correspond à une visite « hivernale » et le passage de juin à une visite « printanière ».

Tableau 3: Calendrier des inventaires

Date	Taxons étudiés	Intervenant	Conditions
14/03/2024	Avifaune/mammifères	Fabrice CHEVREUX	Optimales
19/06/2024	Avifaune / mammifères	Fabrice CHEVREUX	Optimales
26/08/2024	Macrofaune Doron de Prémou	Pierre CLEVENOT Cyprien DUPONT	Températures nocturnes froides
28/08/2024 29/08/2024	Habitats Angiospermes	Lucie BAURET Yves LONGEOT (indépendant)	Optimales

Date	Taxons étudiés	Intervenant	Conditions
	Bryophytes et hépatiques Papillons Araignées Orthoptères Avifaune Hyménoptères Odonates Mollusques Mammifères	Yann BAILLET (Flavia) Philippe VALLET (indépendant) Jérémie HAHN	



Photo 21 : Site lors de la session du 14 mars 2024 (Teréo)



Photo 22 : Site lors de la session du 19 juin 2024 (Teréo)

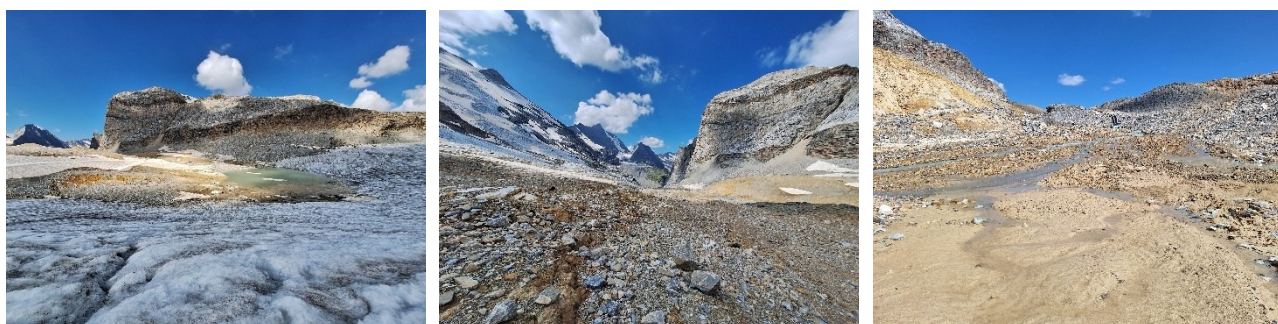


Photo 23 : Site lors de la session du 28/29 août 2024 (Teréo)

6.7.2.2 - Habitats naturels

Carte 8 : Cartographie des habitats (EUNIS).

Carte 9 : Cartographie des habitats d'intérêt communautaire

Carte 10 : Comparaison de la densité de végétation observée en 2024 et de l'orthophotographie sur la période 2006-2010

Liste des habitats

Tableau 4: Liste des habitats du site

Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code CB	Intitulé CB	Liste rouge régionale AuRA CBNA	EUR27	Surface (m²)
C1	Eaux dormantes de surface	22.1	Eaux douces			336,2
C2	Eaux courantes de surface	24	Eaux courantes			4 561,5
H3	Falaises continentales, pavements rocheux et affleurements rocheux	62	Falaises continentales et rochers exposés			3 135,9
H3.51	Pavements, dalles rocheuses, dômes rocheux	62.3	Dalles rocheuses			9 231,5
H4.1	Névés	63.1	Névés			20 107,4
H5.2	Moraines glaciaires avec peu ou pas de végétation	61.21	Eboulis alpiens sur calcschistes	AR / NT	8120	149 656,2
TOTAL SURFACE						187 028,7

Description des habitats

- C1 - Eaux dormantes de surface**

Cet habitat correspond à deux zones d'eau retenue en pied de dalles calcaires. Aucune végétation aquatique n'a été observée.

- C2 - Eaux courantes de surface**

Ces eaux courantes sont issues de la vidange du lac vers le Doron de Prémou. A la sortie du lac, l'écoulement passe par les conduites de pompage installées dans la tranchée de vidange creusée en 2023. L'écoulement naturel reprend à la sortie des conduites, 200 m à l'aval du lac.



Photo 24 : Passage de l'eau issue de la vidange dans les conduites

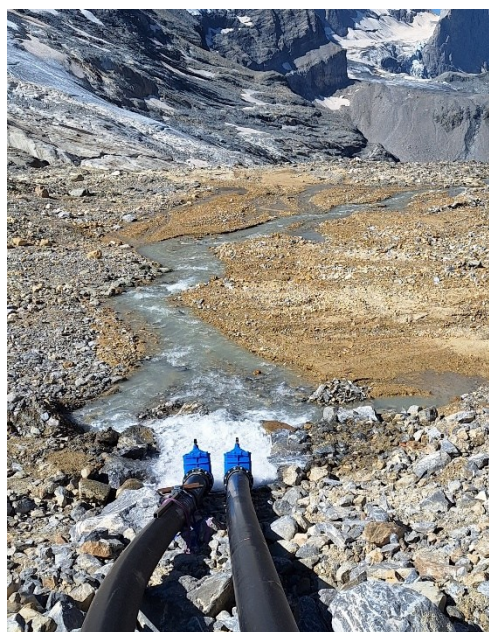


Photo 25 : Reprise d'un écoulement naturel à la sortie des conduites

- **H5.2 - Moraines glaciaires avec peu ou pas de végétation**

Cet habitat est l'habitat majoritaire de la zone d'étude. Il est classé d'intérêt communautaire et rattaché aux « Éboulis calcaires et de schistes calcaires des étages montagnard à alpin (*Thlaspietea rotundifolii*) » (8120).

Les mouvements du glacier suivi de son retrait ont laissé un substrat constitué de débris rocheux, avec des zones d'éboulis, de moraines, et des zones de replats de granulométrie variable allant de gros blocs jusqu'aux éboulis fins. A cela s'ajoute des blocs issus de chutes de pierres des falaises environnantes.

La végétation est pionnière et à recouvrement variable sur le site. Elle est inexistante dans certains éboulis plus actifs ou replats découverts très récemment (abords du lac) à localement abondante dans les secteurs exposés les plus rapidement à l'ensoleillement (deux zones élevées).

Elle est représentée par plusieurs espèces caractéristiques des cortèges floristique de ces habitats comme *Campanula cenisia*, *Herniaria alpina* et *Artemisia genepi*, accompagnées de *Saxifraga oppositifolia*, *Poa alpina*, *Minuartia verna* ou encore *Veronica alpina*. Une espèce caractéristique des sources, *Saxifraga aizoides*, est très régulière sur le site et localement abondante, probablement en raison d'humidité conservée dans les interstices comblés par des éléments fins. *Cerastium latifolium* et *Arabis alpina*, caractéristiques d'éboulis calcaire plus ou moins grossiers (EUNIS H2.42, EUR27 8120) sont également localement abondantes.

Dans les deux secteurs plus élevés, la végétation est un peu plus dense et présente des espèces des combes à neige pouvant se rattacher aux « Pelouses et habitats herbacés boréo-alpins calciclines des combes à neige » (EUNIS E4.12, EUR27 6170). Des saules nains comme *Salix reticulata* et *Salix retusa* commencent à se développer, ainsi qu'une autre espèce caractéristique de cet habitat, *Arabis caerulea*. Ces espèces ne sont cependant présentes que de façon sporadique et ne forme pas de pelouse fonctionnelle. Ces deux secteurs, les plus végétalisés de la zone d'étude, correspondent aux premières zones découvertes par le retrait du glacier entre 2006 et 2010 (voir Carte 8, Carte 9 et Carte 10).

A noter également un secteur dégradé par les travaux, avec des matériaux des éboulis et moraines remaniés par les engins et un fossé pour le passage de la conduite. Ce secteur a été conservé comme habitat EUNIS et EUR27, car il présente toujours les caractéristiques permettant l'installation de la végétation pionnière de cet habitat ainsi que la faune associée.



Photo 26: Stade très pionnier de végétation d'éboulis



Photo 27: Campanule du Mont Cenis



Photo 28: Densité de végétation la plus élevée observée sur le site, dominée par *Saxifraga aizoides* et *Cerastium latifolium*



Photo 29: Jeune saule réticulé

- **H3 - Falaises continentales, pavements rocheux et affleurements rocheux**

Cet habitat correspond aux falaises au nord de la zone d'étude.



Photo 30 : Falaises dominant la zone d'étude

- **H3.51 - Pavements, dalles rocheuses, dômes rocheux**

Au sud de la zone d'étude sont présentes des dalles calcaires non végétalisées, polies par les mouvements du glacier.



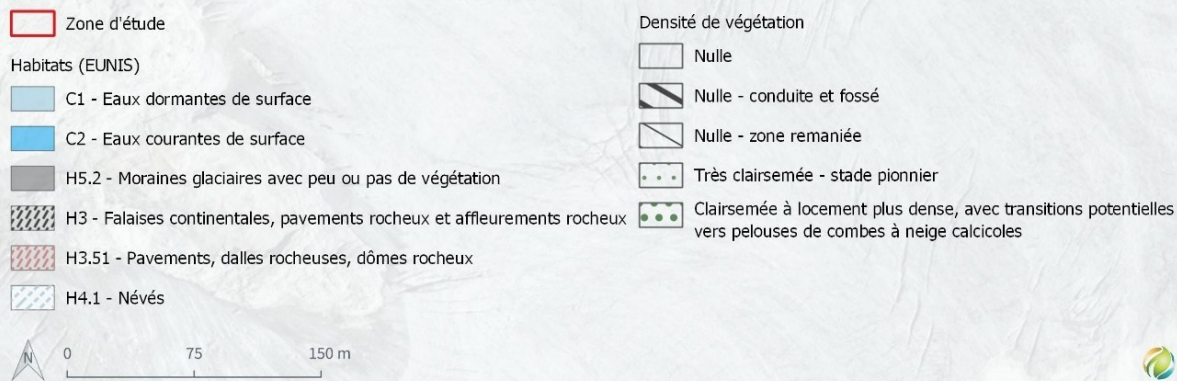
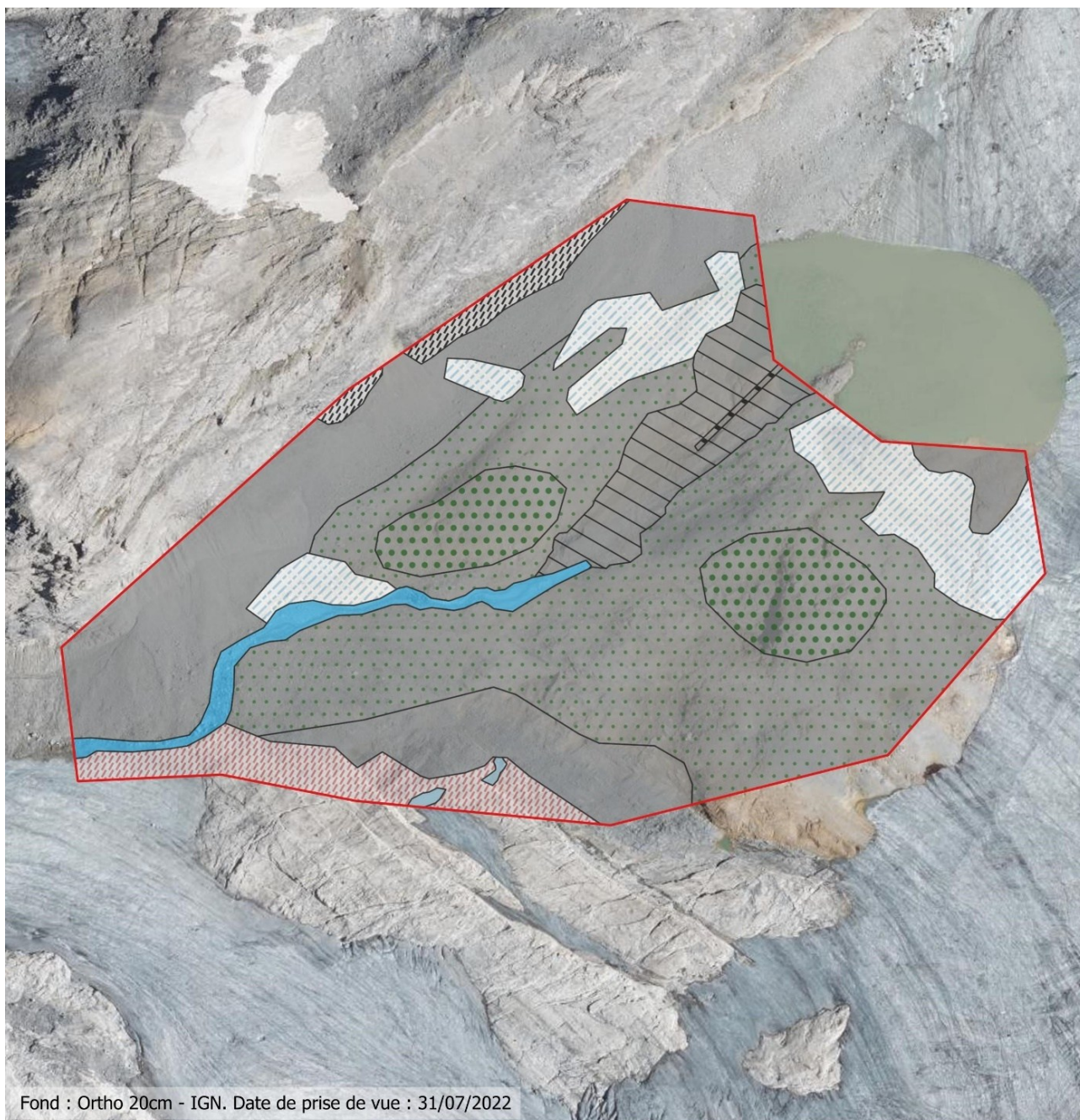
Photo 31 : Dalles rocheuses

- **H4.1 – Névés**

Plusieurs plaques neigeuses étaient encore présentes dans la zone d'étude et forment cet habitat.



Figure 25 : Névé



Travaux de vidange contrôlée du lac de Roslin

Cartographie des habitats (EUNIS)

L. Bauret 18-10-2024



 Zone d'étude

Habitats d'intérêt communautaire (EUR27)

 8120 - Éboulis calcaires et de schistes calcaires des étages montagnard à alpin (*Thlaspietea rotundifolii*)



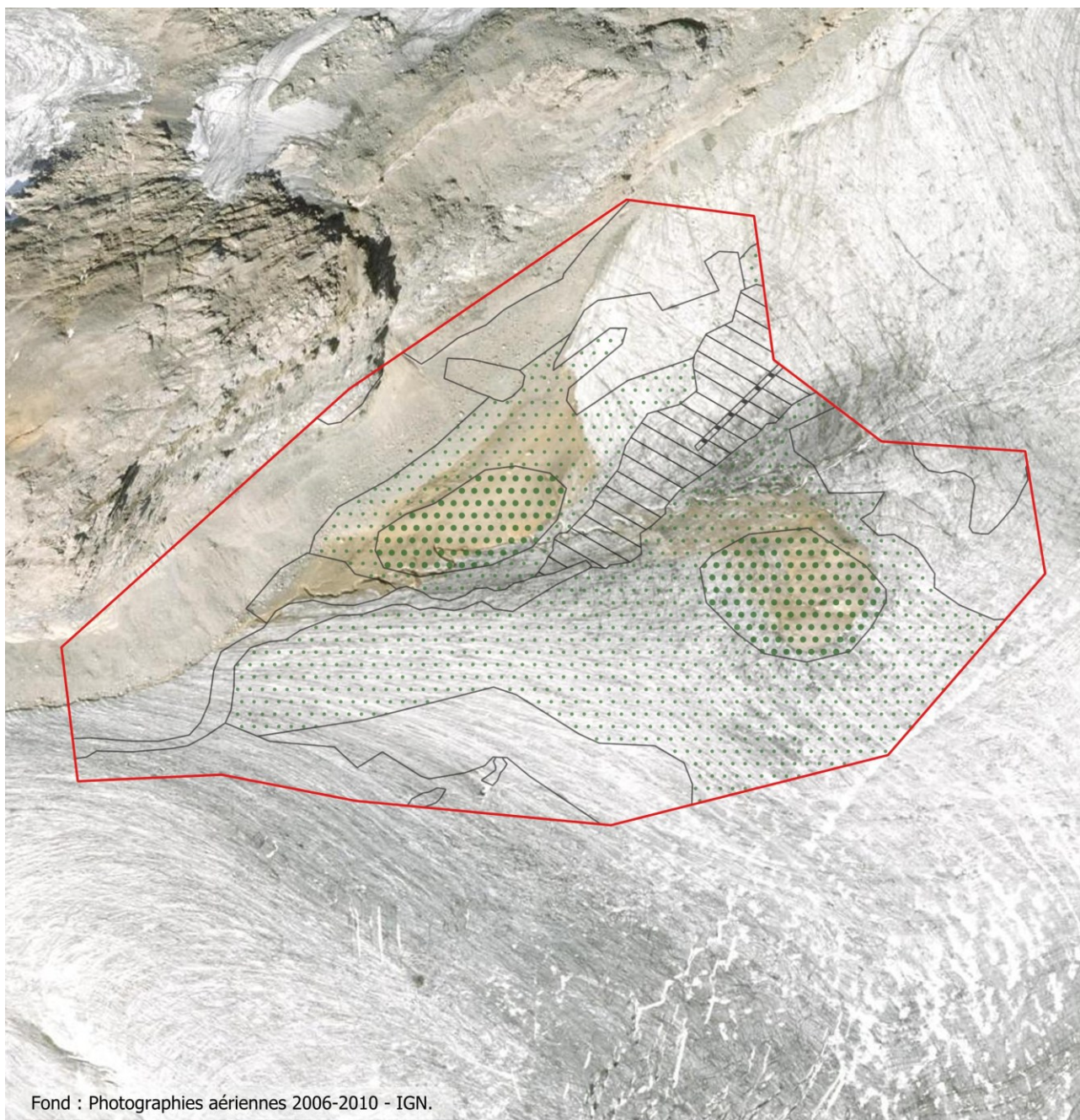
0 75 150 m

TEREO

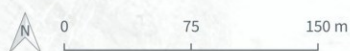
Travaux de vidange contrôlée du lac de Rosolin

Cartographie des habitats d'intérêt communautaire

L. Bauret 18-10-2024



- Zone d'étude
- Densité de végétation observée en 2024
- Nulle
- Nulle - conduite et fossé
- Nulle - zone remaniée
- Très clairsemée - stade pionnier
- Clairsemée à locement plus dense, avec transitions potentielles vers pelouses de combes à neige calcicoles



Travaux de vidange contrôlée du lac de Rosolin

Densité de végétation (2024) comparée aux premières zones de fonte du glacier (période 2006-2010)

L. Bauret 18-10-2024

6.7.2.3 - Flore

Se reporter à l'annexe 8 pour la liste complète des espèces identifiées en 2024

Flore bryologique

Une grande partie du site est soumise à un enneigement permanent ou durable, ce qui limite considérablement la biodiversité bryophytique des lieux. Néanmoins, quelques microhabitats, tels que ceux cités, sont le siège d'une colonisation progressive par les bryophytes.

Une grande partie des espèces côtoyées est à large amplitude écologique. D'autres espèces sont inféodées à des habitats calcaires d'altitude. Ci-dessous, la liste des 17 espèces rencontrées dans la zone d'étude.

Tableau 5: Statuts des espèces observées

Taxons	Liste rouge de la région Rhône-Alpes		Aire de répartition altitudinale
	Cotation UICN	Critère UICN	Affinité
<i>Aongstroemia grevilleana</i>	LC		Boreo-montagnarde
<i>Aongstroemia schreberiana</i>	VU	D1	Boreo-montagnarde
<i>Barbula unguiculata</i>	LC		Ubiquiste
<i>Blindia acuta</i>	LC		Ubiquiste
<i>Bryum argenteum</i>	LC		Ubiquiste
<i>Calcidicranella varia</i>	LC		Ubiquiste
<i>Ceratodon purpureus</i>	LC		Ubiquiste
<i>Didymodon fallax</i>	LC		Ubiquiste
<i>Distichium capillaceum</i>	LC		Boreo-montagnarde
<i>Distichium inclinatum</i>	LC		Boreo-montagnarde
<i>Mesoptychia badensis</i>	LC		Boreo-montagnarde
<i>Oncophorus integerrimus</i>	LC		Boreo-montagnarde
<i>Pohlia cruda</i>	LC		Ubiquiste
<i>Pohlia wahlenbergii</i>	LC		Ubiquiste
<i>Ptychostomum pseudotriquetrum</i>	LC		Ubiquiste
<i>Streblotrichum convolutum var convolutum</i>	LC		Ubiquiste
<i>Tortella tortuosa</i>	LC		Ubiquiste

Certaines espèces sont plus connues pour être boreo-montagnarde, même si on peut les rencontrer à l'étage inférieur. Des espèces telles que *Aongstroemia grevilleana*, *Distichium inclinatum* sont connues pour coloniser l'étage alpin. Ces taxons colonisent les cargneules avec leurs cavités et leurs diverses expositions à la lumière.

Beaucoup d'espèces sont ubiquistes ; elles fréquentent une large gamme de milieux et colonisent les dépôts terreux et graveleux d'altitudes.

Une seule hépatique a été trouvée, à savoir : *Mesoptychia badensis*.

Aongstroemia schreberiana est une bryophyte à statut. Elle est classée vulnérable dans la liste rouge de la région Rhône-Alpes. Elle est également déterminante ZNIEFF dans la zone biogéographique Alpine.



Photo 32 : *Aongstroemia schreberiana* habitus, feuilles et apex (Y. Longeot)



Photo 33 : Secteur exempt de bryophytes (Y. Longeot)



Photo 34 : Fissures sur cargneules avec bryophytes (Y. Longeot)



Photo 35 : Gros blocs abritant des bryophytes (Y. Longeot)

D'après les résultats obtenus, on peut conclure que :

- Le nombre total de taxons recensés semble modeste ;
- La présence d'un groupe d'espèces boréo-montagnarde laisse supposer que la biodiversité est amenée à augmenter ;
- La présence d'une hépatique à feuilles (*Mesoptychia badensis*) peut être précurseur du développement d'un cortège de bryophytes inféodées aux milieux calcaires d'altitude ;
- Les cargneules avec leurs cavités et leurs différentes expositions à la lumière semblent être les microhabitats les plus prometteurs en bryologie ;

On retiendra la présence de *Aongstroemia schreberiana*, espèce remarquable pour le site.

Flore trachéophytique

Au sein de la zone d'étude, 29 espèces de plantes vasculaires ont été inventoriées, dont aucune espèce protégée ou menacée sur les listes rouges nationale et régionale. Aucune espèce végétale exotique envahissante n'a été observée.

La flore est représentée par plusieurs cortèges d'espèces :

- Une flore pionnière des étages montagnard à nival, de milieux récemment découverts ou de milieux instables, caractéristique des éboulis et des dalles calcaires ou des moraines (38% des espèces observées, e.g. *Campanula cenisia*) ;
- Une flore annonçant la prochaine étape dans la succession écologique, avec des espèces de pelouses subalpines-alpines basiphiles (24%, e.g. *Arabis caerulea*) ;
- Une flore à répartition arctico-alpines (21%, e.g. *Saxifraga oppositifolia*), présentes dans les deux cortèges précédemment évoqués.

Ces trois cortèges représentent à eux seuls 69% de la flore observée dans la zone d'étude. Les autres espèces ont des optimums écologiques variées : pelouses et tonsures acidiphiles, subalpines ; pâtures subalpines ; formations sous-arbustive du subalpin ou mégaphorbiaies.

6.7.2.4 - Faune

Se reporter à l'annexe 8 pour la liste complète des espèces identifiées en 2024

Entomofaune

Il s'agit du groupe taxonomique le mieux représenté sur le site. Toutefois, de nombreuses espèces ne font que passer/transiter et ne se reproduisent pas sur place. L'analyse des principaux groupes vient préciser ces éléments.

Arachnides

Ce groupe a fait l'objet de prélèvements systématiques sur plusieurs contextes. Au total, nous avons différencié huit espèces d'araignées (sept espèces déterminées à l'espèce et une au genre) et un opilion.

Tableau 6 : Liste des espèces d'arachnides identifiées sur le site

Groupe taxonomique	Famille	Nom scientifique	Code Nom
<u>Opiliones</u>		<i>Mitopus glacialis</i>	
<u>Araneae</u>	<i>Lycosidae</i>	<i>Pardosa nigra</i>	303984
		<i>Pardosa sp</i>	-
	<i>Linyphiidae</i>	<i>Agyneta gulosa</i>	806881
		<i>Agyneta nigripes</i>	806884
		<i>Entelecara errata</i>	303235
		<i>Erigone remota</i>	233559
		<i>Diplocephalus helleri</i>	233528
	<i>Phalangiidae</i>	<i>Mitopus glacialis</i>	337313

Les déterminations des *Linyphiidae* se sont avérées très difficiles car, sur ces individus de petite taille (1,5 à 2mm) nous sommes en limite des capacités optiques de notre matériel. Une vérification des espèces collectées a été réalisée par Etienne IORIO | EI - Entomologie & Myriapodologie.

Les espèces déterminées appartiennent aux cortèges arctico-alpins ou alpins et sont classiquement retrouvées aux altitudes et dans les milieux comparables à ceux de la zone d'étude. Certaines sont intéressantes, car orophiles et à priori rares ou très rares (habitats d'aussi haute

altitude cependant moins prospectés globalement, côté Alpes en particulier). *E. errata* en particulier a vraiment été très peu observée en France.
On aurait pu attendre des représentant de la famille des *Gnaphosidae* pour compléter ce premier inventaire.

Papillons

Sur l'emprise de l'étude, 42 données de lépidoptères ont été produites pour une diversité de 28 espèces, dont 3 rhopalocères, 12 macrohétérocères et 13 autres lépidoptères. On soulignera l'observation d'une nouvelle espèce pour le territoire d'adhésion du parc national de la Vanoise : *Leucania loreyi* (Leucanie irisée), 10 pour les communes de Tignes et Champagny-en-Vanoise ainsi que 6 pour la réserve naturelle de Tignes-Champagny.

Tableau 7: Liste des espèces nouvelles observées

CD_REF	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Espèces nouvelles			Autochtonie
			PN Vanoise	RNN Tignes-Champagny	Communes Tignes / Champagny	
53754	<i>Aglais urticae</i> (Linnaeus, 1758)	Petite Tortue		X	X	Non
647144	<i>Erebia pluto</i> (Prunner, 1798)	Moiré velouté			X	Très probable
54366	<i>Pontia callidice</i> (Hübner, 1800)	Piérade du Vêlar		X	X	Certaine
54847	<i>Hyles gallii</i> (Rottemburg, 1775)	Sphinx de la Garance			X	Peu probable
249569	<i>Leucania loreyi</i> (Duponchel, 1827)	Leucanie irisée	X			Non
249219	<i>Xestia c-nigrum</i> (Linnaeus, 1758)	C-noir		X	X	Peu probable
247328	<i>Zeiraphera griseana</i> (Hübner, 1799)				X	Non
247659	<i>Eana argentana</i> (Clerck, 1759)			X	X	Peu probable
247658	<i>Eana osseana</i> (Scopoli, 1763)			X	X	Peu probable
247670	<i>Eana penziana</i> (Thunberg, 1791)			X	X	Très probable
248191	<i>Udea muralis</i> (Fischer von Röslerstamm, 1842)				X	Non
Total nombre d'espèces nouvelles			1	6	10	

Définitions :

Espèce nouvelle pour ce territoire par rapport aux références consultées

Autochtonie : Espèce effectuant son cycle biologique sur le site d'étude

À la suite de l'analyse de l'écologie et des ressources trophiques disponibles pour le stade larvaire (relevés botaniques du 28 et 29 août 2024), nous estimons à 40% l'autochtonie des espèces au site d'étude.

Au total, cela représente 10 espèces, parmi lesquelles 2 ont réalisé avec certitude leurs cycles biologiques sur le site en 2024 du fait de l'observation des stades pré-imaginaux (*Pontia callidice*, *Catharia pyrenaalis*), ainsi que 8 pour lesquelles il y a de très fortes présomptions de reproduction (observation d'individu femelle). Lorsque l'on compare ces résultats à d'autres sites étudiés dans des contextes similaires (altitude, présence de glacier, habitats, etc.), comme celui localisé sur les franges du glacier du Mont-de-Lans (commune des 2 Alpes), on note des différences significatives dans les cortèges d'espèces. Entre autres, l'absence sur le site de Rosolin de tout un pan des lépidoptères de l'étage alpin supérieur et sub-nival dont les chenilles sont souvent polyphages, comme ceux de la sous-famille des *Arctinae* : *Setina aurita*, *Arctia plantaginis*, etc., mais aussi de nombreuses autres espèces comme *Zygaena exulans*, *Syngrapha devergans*, *Psodos bentelii*, *Sciadia tenebraria*, *Sattleria basistrigella*, etc. On précise que ces papillons sont tous connus du massif de la Vanoise. **La principale raison avancée pour expliquer ce cortège tronqué sur Rosolin est la jeunesse des milieux étudiés. Nous pensons que les lépidoptères inventoriés sur ce site sont la résultante d'une colonisation récente.** Ainsi, de nombreuses espèces seront à même de coloniser ces nouveaux milieux dans un avenir proche si la déglaciation se stabilise ou si elle se poursuit.

Cette hypothèse est renforcée par l'observation de nombreuses espèces d'insectes en dispersion, papillons et autres, utilisant le bas des glaciers de la Grande Motte en tant que corridor entre la vallée glaciaire de

Pramort et le Creux des Balmes sur Val Claret. Plusieurs papillons connus pour réaliser leurs cycles sur des plantes absentes du site d'étude ont été inventoriés par exemple, *Zeiraphera griseana* dont les chenilles se nourrissent de mélèzes, *Dysstroma citrata* qui a pour plante hôte *Alchemilla alpina*, ou bien *Udea murinalis* qui utilise *Viola biflora*.

Enfin, actuellement, avec seulement une session d'inventaire, il est difficile d'évaluer le niveau de connaissances sur les lépidoptères du site d'étude. On se limitera à dire qu'il y a probablement assez peu d'espèces autochtones non inventoriées en 2024.

À ce jour, aucune espèce inventoriée n'est protégée ou évaluée avec un statut en danger critique d'extinction (CR), en danger (EN) et vulnérable (VU) sur une liste rouge existante. Afin d'évaluer les enjeux spécifiques du cortège de papillons observés sur le site d'étude du lac glaciaire de Rosolin nous nous sommes basés sur le dire d'experts. De nouveau, nous attirons votre attention sur le niveau de patrimonialité attribué au groupe des autres lépidoptères, pour lesquels les connaissances actuelles sont assez partielles. Leurs niveaux d'enjeux sont à prendre avec précaution. Toutefois, même si l'analyse des enjeux est quelque peu faussée, cela permet de mettre en exergue des espèces rarement citées de France ou d'Auvergne-Rhône-Alpes.

Après évaluation, 7 espèces sont considérées comme patrimoniales : aucune espèce ne possède un enjeu prioritaire, 4 ont un enjeu fort et 3 ont un enjeu secondaire.

La plupart de ces espèces, possède un enjeu, car elles sont étroitement liées aux plantes pionnières et à ces milieux de hautes altitudes, dont la superficie tend à reculer avec le changement climatique. En outre, pour certaines d'entre elles comme *Sciadia unicoloraria*, *Psodos alticolaria*, *Sphaleroptera occidentana* et *Catharia pyrenaealis*, elles sont endémiques des Alpes et des Pyrénées, ce qui donne une assez forte responsabilité à la France dans leur conservation.

Tableau 8: Liste des espèces possédant un enjeu prioritaire à secondaire

Nom scientifique	Sensibilité	Représentativité du site	Rôle fonctionnel du site	Priorité de l'enjeu
<i>Catharia pyrenaealis</i> (Duponchel, 1843)	+	+	+++	Forte
<i>Psodos alticolaria</i> Mann, 1853	+	+	+++	Forte
<i>Sphaleroptera occidentana</i> Whitebread, 2006	+	+	+++	Forte
<i>Sciadia unicoloraria</i> (Staudinger, 1871)	+	++	++	Forte
<i>Entephria nobiliaria</i> (Herrich-Schäffer, 1852)	-	+	+++	Secondaire
<i>Erebia pluto</i> (Prunner, 1798)	-	+	+++	Secondaire
<i>Stenoptilia islandica</i> (Staudinger, 1857)	+	+	+++	Secondaire



Photo 36: *Catharia pyrenaealis*



Photo 37: *Entephria nobiliaria*



Photo 38: *Erebia pluto*



Photo 39: *Psodos alticolaria*



Photo 40: *Sciadia unicoloraria*



Photo 41: *Sphaleroptera occidentana*



Photo 42: *Stenoptilia islandica* (Juha Tyllinen / lepiforum.org)

Autres groupes d'insectes

Parmi les espèces capturées et identifiées de façon opportuniste, on pourra citer quelques espèces caractéristiques des milieux alpins et de la proximité des zones glaciaires. Leur présence permet de confirmer dès à présent la colonisation du site par des espèces caractéristiques. On pourra ainsi citer :

- *Bombus alpinus*, le bourdon alpin, classé « vulnérable » dans les listes rouges mondiales et européennes. A l'échelle de la réserve et du site, il s'agit d'un enjeu de conservation important. Plusieurs individus ont été observés en train de butiner sur le site. Précisons toutefois qu'aucune preuve de reproduction n'a été observée. Le bourdon montagnard a également été contacté (*Bombus montanus*) ;
- *Nebria angusticollis angusticollis* et *Bembidion bipunctatum nivale* ont également été contactés à quelques reprises. Il s'agit de deux petits coléoptères caractéristiques des bords de névés ou glaciers.



Photo 43: Bourdon alpin en train de butiner sur le site



Photo 44: Zone riche en fleurs favorable aux insectes butineurs

Avifaune

Avec seulement 7 espèces contactées, les oiseaux constituent un groupe taxonomique peu représenté sur le site. A cela il faut ajouter que la plupart des espèces n'a été contactée qu'en survol et ne semble pas nicher sur le site. Seules 3 espèces semblent se reproduire ou du moins effectuer une partie de leur cycle biologique sur le site. Il s'agit du rougequeue noir, de la bergeronnette grise et du lagopède alpin. La niverolle alpine n'a été contactée qu'au niveau des falaises séparant le glacier de la Grande Motte du glacier de Pramecou.

Toutes ces espèces sont protégées au niveau national.

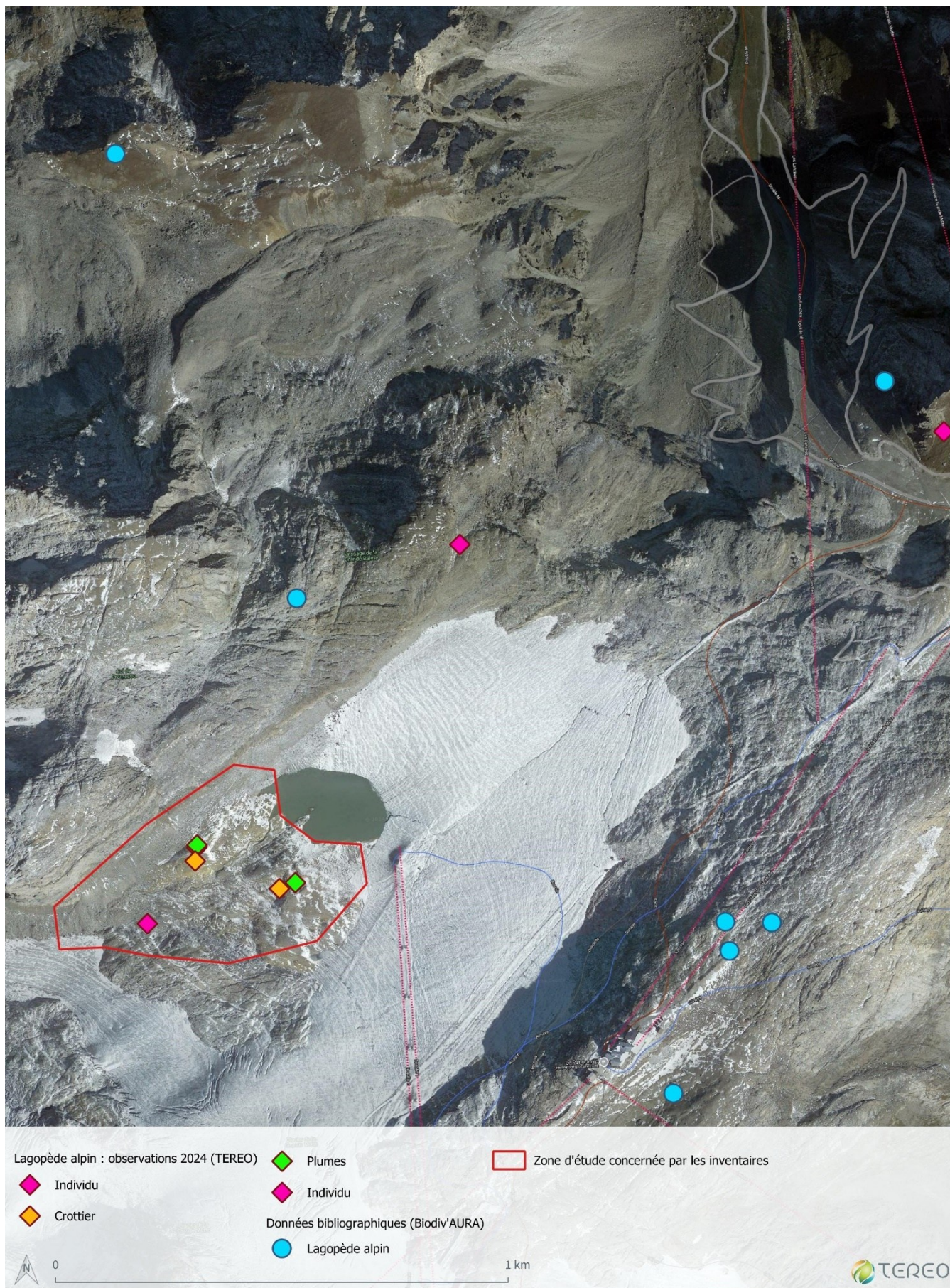
Le lagopède alpin est quant à lui classé « vulnérable » dans la liste rouge régionale et constitue un enjeu pour le site. L'espèce a été contactée en juin autour du site (mâles chanteurs) : au nord-est du passage de la Grande Balme et au niveau des rochers de la Petite Balme. L'enneigement du site à ce moment-là devait fortement limiter la présence de l'espèce. Lors des prospections d'août, de nombreux indices de présence ont été relevés au sein de la zone d'étude (plumes et crotties) et 4 individus ont été observés. Il semble donc que ce secteur serve de zone d'estivage ou de refuge estival à l'espèce. Aucune donnée n'était connue sur le site (cf. carte ci-après). Il est toutefois probable que sa présence s'y fasse plus régulière et longue dans l'année au fur et à mesure de la végétalisation du site.



Photo 45: Indices de présence de lagopède alpin sur site

Autres groupes faunistiques

Pour les groupes non traités dans les chapitres précédents, les équipes de faunisticiens n'ont fait aucune observation.



7 - DIAGNOSTIC TRANSVERSAL

Avec leur basse température et leur faible disponibilité en nutriments, les environnements proches des glaciers ont longtemps été considérés comme hostiles. Si les écosystèmes qui se développent à proximité des glaciers présentent une faible diversité, ils sont constitués d'espèces uniques adaptées à ces milieux extrêmes et sont particulièrement sensibles au changement climatique. Les structures d'habitats sont très dépendantes, à la fois de la température, de la topographie et de l'exposition.

La zone de travaux se situe entre l'étage alpin (composé principalement de landes, de pelouses et de milieux rocheux) et l'étage nival (étage des neiges et glaces permanentes). Ces deux étages sont ceux où les végétaux sont soumis aux conditions les plus extrêmes. Plus on s'élève en altitude et plus la période de végétation est réduite. A l'étage alpin, on trouve des pelouses alpines sur des sols superficiels composées d'une flore dont la période de croissance ne dépasse pas 2 à 3 mois. A l'étage nival, on trouve une végétation essentiellement composée de mousses et de lichens dont les périodes de croissance sont limitées à 1 à 2 mois.

Ces milieux sont relativement peu connus car peu prospectés, souvent en raison de leurs difficultés d'accès en toute saison.

Le changement climatique et notamment l'élévation de la température est plus importante en montagne qu'en plaine, on assiste donc à une fonte accélérée des neiges et glaciers qui a des incidences sur la biodiversité.

Les cycles biologiques sont modifiés pour la faune et la flore avec un décalage précoce de 1 à plusieurs jours par décennies. Ces modifications semblent d'autant plus importantes pour les groupes faunistiques qui sont dépendant de la température extérieure (insectes, amphibiens, reptiles). Cette modification s'observe dans une moindre mesure pour les oiseaux et les mammifères en raison d'une mobilité plus importante qui leur permet de retrouver assez facilement des conditions optimales en se déplaçant d'une part, et de leur dépendance de leur cycle saisonnier à la photopériode plus qu'à la température d'autre part.

Ce retrait glaciaire laisse les sols dénudés et perturbe les écosystèmes. Il donne naissance à de nouveaux écosystèmes (zones minérales, pelouses, lacs, zones humides, rivières, ...) composés d'espèces pionnières pas ou peu perturbés par les activités humaines. Cependant, Christophe Randin, chercheur à l'Université de Lausanne et directeur du Jardin botanique Flore-Alpe, a observé sur le glacier du Petit Combin (Suisse) que la végétation colonise de manière opportuniste sans qu'il y ait vraiment cette structuration avec des végétations pionnières, ensuite des buissons, la formation des sols et puis des arbres. Tous ces types de végétations arrivent en même temps.

Plusieurs études³ sont menées actuellement et montrent que :

- Un certain nombre d'espèces des étages alpin et nival opère une migration verticale, d'une 20aine de mètres en moyenne / décennie ; les groupes les plus « rapides » à opérer cette migration sont les insectes, les arbres et les arbustes ;
- 6 à 11 % des populations étudiées seraient menacées par le retrait des glaciers, principalement des invertébrés et des organismes unicellulaires ;

³ Cauvy-Fraunié, S., Dangles, O. A global synthesis of biodiversity responses to glacier retreat. *Nat Ecol Evol* **3**, 1675–1685 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41559-019-1042-8>

Arthur Bayle, Bradley Z. Carlson, Anaïs Zimmer, Sophie Vallée⁴ Antoine Rabatel, Edoardo Cremonese, Gianluca Filippa, Cédric Dentant, Christophe Randin, Andrea Mainetti, Erwan Roussel, Simon Gascoin, Dov Corenblit, and Philippe Choler. Local environmental context drives heterogeneity of early succession dynamics in alpine glacier forefields. *Biogeosciences*, 20, 1649–1669, 2023 <https://doi.org/10.5194/bg-20-1649-2023>

J. B. Bosson, M. Huss, S. Cauvy-Fraunié, J. C. Clément, G. Costes, M. Fischer, J. Poulenard & F. Arthaud. Future emergence of new ecosystems caused by glacial retreat. *Nature*, 562-569 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06302>

Différents travaux du CREA Mont Blanc

- Des espèces (annélides ou arthropodes pour les milieux aquatiques, plantes vasculaires, mousses ou champignons dans les marges proglaciaires) généralistes, voire invasives, vont proliférer et venir coloniser ces nouveaux milieux, dont les conditions seront rendues plus favorables par le retrait des glaciers ;
- De nouveaux habitats seront disponibles pour les animaux menacés par changement climatique à basse altitude ; Ces derniers pourraient venir concurrencer les espèces alpines (exemple du lièvre d'Europe de plaine qui migre en altitude et grignote la partie basse du territoire du lièvre variable) ;
- Une forte variabilité dans le délai entre la déglaciation et la colonisation par les plantes, dans les taux de croissance ultérieurs et dans la composition de la succession végétale précoce.

Au niveau local, proche des glaciers, les analyses suggèrent que la biodiversité va probablement augmenter avec leur disparition, les milieux étant plus favorables au développement de nombreuses espèces qui se situaient plus en aval. Les espèces floristiques non originaires des Alpes migrent en altitude deux fois plus rapidement que les espèces alpines (en moyenne 72 m / décennie contre 32 m/ décennie).

Cependant, à l'échelle globale, la disparition des espèces spécialistes des milieux glaciaires risque d'entraîner une homogénéisation des communautés et donc un appauvrissement de la biodiversité à l'échelle régionale. En effet, la course vers les hauteurs s'accompagne pour les espèces alpines d'une perte de surface d'habitat favorable à coloniser (exemple du Lagopède alpin).

Si les habitats de haute montagne sont globalement en état de conservation favorable, le glacier se réduit sous l'effet du changement climatique et se trouve donc actuellement dans un état de conservation défavorable.

Les listes bibliographiques d'espèces mettent en évidence des lacunes de connaissances, et de données, en particulier pour la distribution à l'échelle fine des habitats en mosaïque et des espèces. Il est important de noter que les habitats et communautés biologiques de la zone d'étude sont en pleine mutation avec la fonte des glaciers. Les prospections de 2024 ont montré que l'habitat majoritaire est constitué d'éboulis calcaires et de schistes calcaires des étages montagnard à alpin. La flore se développe par tâches plus ou moins denses sur les versants les mieux exposés et donc déneigés plus tôt dans la saison. Ce qui traduit une colonisation végétale en cours.

Etonnamment, le cortège faunistique est faible avec 47 espèces identifiées : 1 opilion, 8 araignées, 28 espèces de papillons (dont 3 rhopalocères, 12 macrohétérocères et 13 autres lépidoptères), 2 coléoptères, 2 hyménoptères et 7 oiseaux (dont seulement 3 réalisent une partie de leur cycle biologique sur le site d'étude).

Les inventaires de 2024 mettent bien en évidence la jeunesse des milieux faisant suite au retrait glaciaire.

8 - TRAJECTOIRE TENDANCIELLE DU SITE

Les études récentes du glacier et du lac ont permis de préciser les hypothèses du devenir du lac.

Une exploration des cavités glaciaires menée par CORDATA en octobre 2023 a permis d'investiguer la zone intra-glaciaire de la Grande Motte et de compléter les données LIDAR et autres travaux scientifiques.



Photo 46 : Campagne d'exploration intra-glaciaire de la Grande Motte (CORDATA, 2023)

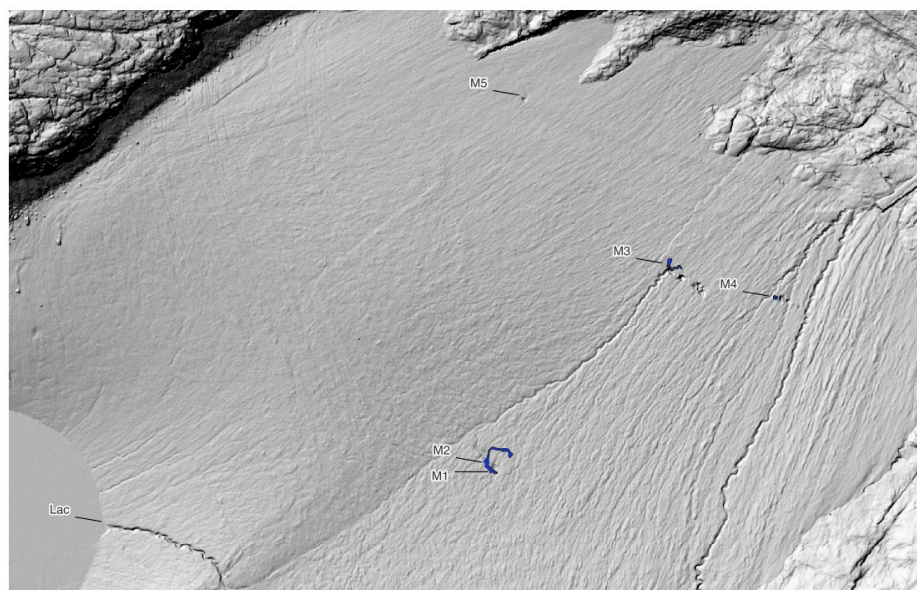
Le glacier de la Grande Motte repose sur un substratum rocheux formé de calcaires métamorphisés, datant du Jurassique au Crétacé inférieur (Ellenberger, 1954). Les explorations des moulins ont mis en évidence des affleurements de marbre chloriteux (Crétacé) en rive gauche et de marbre bleu (Malm, Jurassique) sur le front en rive droite du glacier. Elles n'ont pas permis de déceler des matériaux de recouvrement de type morainique. Le glacier repose donc directement sur le substratum pouvant être recouvert de matériaux plus grossiers.



Photo 47 : Vue des matériaux sur lesquels reposent le glacier de la Grand Motte (CORDATA, 2023)

Quatre moulins (puits verticaux dans le glacier) importants ont été repérés, dont trois actifs, alimentés par la bédrière (torrent parcourant la surface d'un glacier et alimenté par les eaux de fonte et/ou de pluie) et un cinquième étroit et fossile dont les volumes ne permettaient pas de l'explorer.

Figure 26 : Localisation des moulins explorés sur le glacier (CORDATA, 2023)



Prospection spéléologique, moulins du Glacier de la Grande Motte
Le 18/10/2023 Commune de Tignes, Savoie
Image : RGE-alti IGN sept. 2022

0 25 50 75 100 m

CorDATA

Malgré la présence de circulations en surface, via les bédrières puis dans les moulins, il n'a pas été observé de résurgences au front du glacier. Le karst semble bien capter les écoulements de surface. L'équipe d'exploration a pu repérer une perte karstique sous glaciaire à l'extrémité de la galerie au contact socle rocheux/glace dans le moulin numéro 2. Aucune perte de contact n'a été repérée à la marge du glacier.

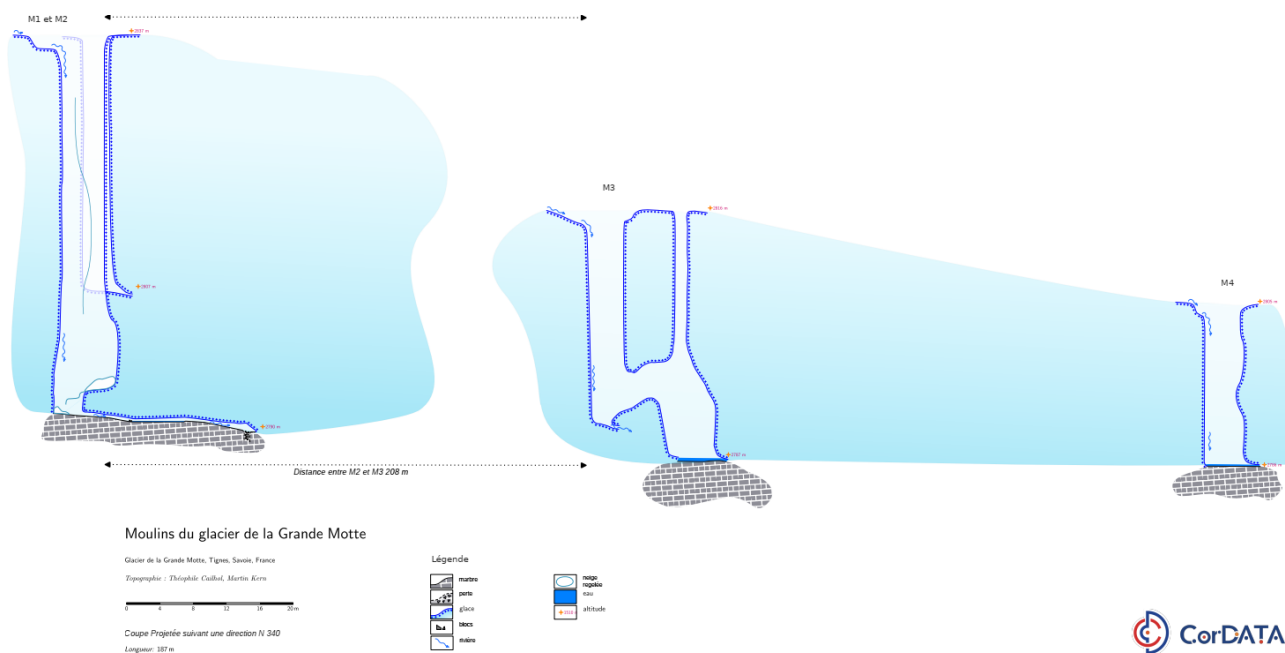


Figure 27: Topographie des puits relevés lors de l'exploration (CORDATA, 2023)

L'instrumentation du bassin versant permettra de confirmer ou d'infirmer les hypothèses émises en termes de circulations souterraines des eaux du glacier.

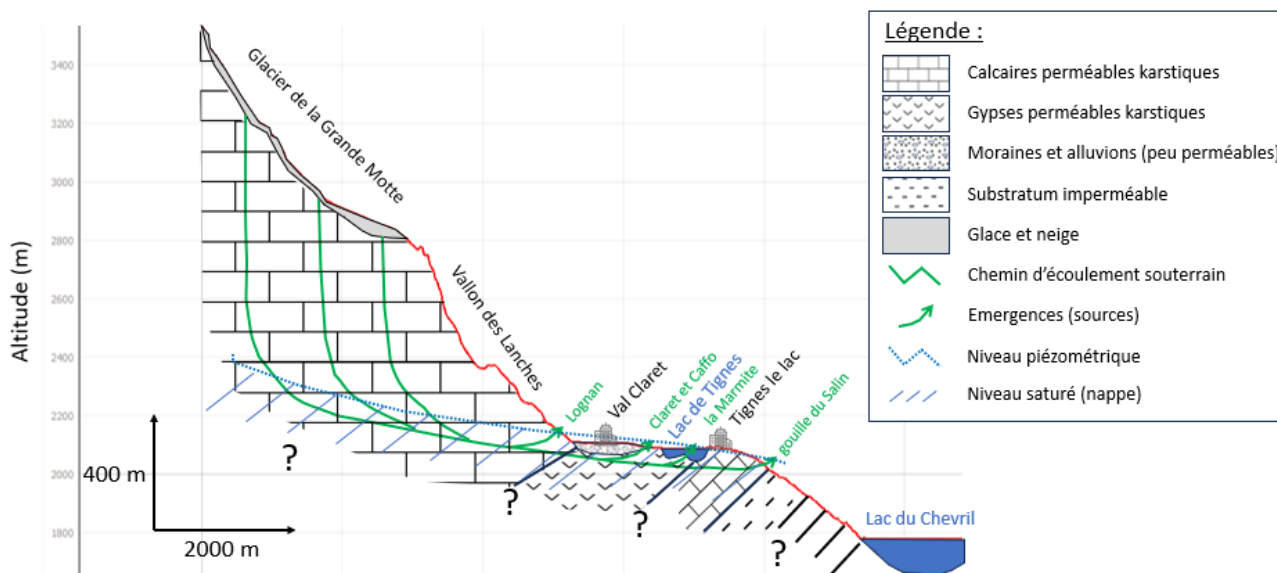


Figure 28: Schéma conceptuel des écoulements souterrains du bassin versant de la Grande Motte le long d'une coupe longitudinale (inspiré par Chardon, 1992)

Un test de traçage à la fluorescéine a été mis en œuvre à l'automne 2023 sur le moulin M2. Les eaux colorées sont apparues 2 à 3 mois plus tard à la source de la Gouille du Salin.

Ces éléments, associés au LIDAR réalisé permettent de schématiser comme suit la position du lac et du glacier sur le terrain naturel. On s'aperçoit, à l'analyse des données que :

- Le substratum calcaire présente un fonctionnement karstique ;
- Le substratum présente une pente naturelle en direction de Tignes ;
- Le lac est en position haute, retenu par l'éperon rocheux côté Champagny et le glacier côté Tignes ;

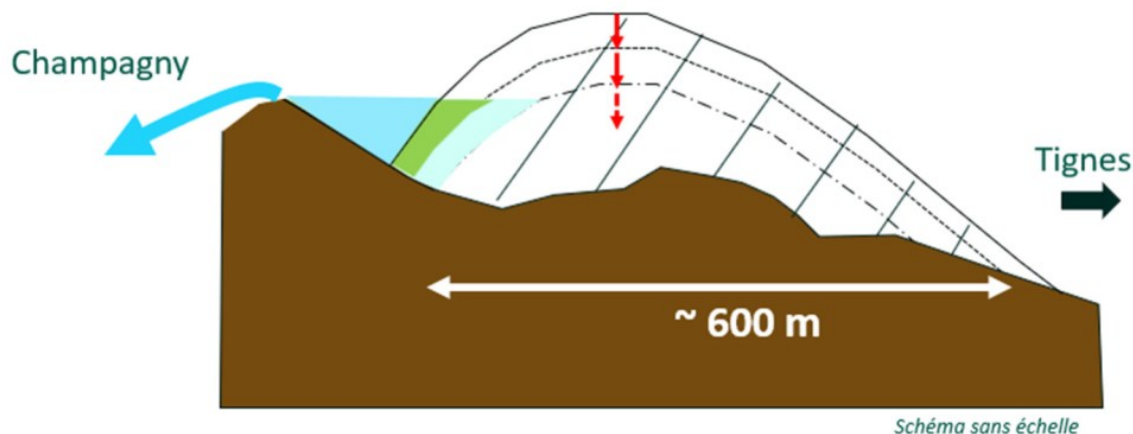


Schéma sans échelle

Figure 29: Coupe schématisée du lac de Rosolin et du glacier de la Grande Motte (RTM, 2023)

L'évolution naturelle du lac de Rosolin prévisible est donc une extension au fur et à mesure de la fonte du glacier, avec un déversement possible via le vallon des Balmes vers Val Claret. La disparition du glacier de la Grande Motte est prévue à l'horizon d'une dizaine d'année, ce qui implique également la disparition du lac de Rosolin par infiltration dans le réseau karstique découvert.

Les milieux attendus après la fonte totale du glacier sont les milieux de Lapiaz, avec une végétation éparse selon le niveau d'érosion du substratum calcaire.



Près de La Clusaz
(© 2002 Pierre Thomas)



Flaine
(© Emilie Pandreau)



Désert de Platé
(© 2014 Damien Mollex)

9 - LES ENJEUX DU SITE

Pour rappel, l'enjeu des travaux de vidange du lac de Rosolin est la réduction des risques naturels et préservation des personnes et des biens sur le hameau de Val Claret tout en impactant le moins possible le milieu naturel de la réserve.

Au niveau du site les enjeux peuvent être déclinés selon quatre grandes thématiques :

- Conservation de la biodiversité
- Maintien des services écosystémiques
- Conservation du patrimoine naturel remarquable
- Non dégradation des espèces et habitats réglementés

9.1 - Conservation de la biodiversité

Parmi les cinq grandes causes facteurs d'érosion de la biodiversité, on citera :

- Le changement climatique : le glacier joue un rôle dans la régulation du climat en renvoyant le rayonnement solaire, produisant de l'air frais et de l'eau fraîche. Le glacier est un écosystème clé de voûte⁴, c'est-à-dire qu'il a une importance fonctionnelle qualifiée de disproportionnée au regard de sa superficie. La fonte des glaciers modifie l'albédo (fraction du rayonnement solaire réfléchi ou diffusé par une surface) localement. Il s'ensuit qu'en fondant, les surfaces blanches qui réfléchissent les rayons du soleil sont peu à peu remplacées par des zones sombres (roches, sols nus) qui au contraire accumulent de la chaleur. Conjugué à l'augmentation de la concentration en vapeur d'eau dans l'atmosphère autour du massif montagneux, l'effet de l'albédo augmente localement l'effet de serre.
- La pollution de l'eau, des sols, de l'air : sur le site, les seules activités potentiellement polluantes sont les activités liées aux sports d'hiver. A noter que la commune a lancé un projet de transition du glacier qui inclue notamment une déprise progressive du ski sur le glacier (toutes saisons). Le repli du ski se fera sur les secteurs périphériques au glacier (combe de double M). Des polluants peuvent parvenir au site par les masses d'air et affecter la qualité de l'air, des sols ou encore de l'eau (particules fines, microplastiques, ...).
- La surexploitation des ressources : à l'échelle de la zone d'étude, on ne recense pas d'exploitation de ressources.
- L'altération et la fragmentation des habitats : compte-tenu de l'altitude, le site comprend peu d'aménagements anthropiques ; ces derniers étant liés à l'activité touristique hivernale. Le site d'étude est ainsi intégré à une vaste matrice d'habitats naturels, réservoir de biodiversité.
- Le développement des espèces exotiques envahissantes : le site est peu fréquenté et peu vulnérable à l'introduction d'espèces exotiques envahissantes.

9.2 - Maintien des services écosystémiques

Nous nous attacherons ici à caractériser les services écosystémiques des écosystèmes rocheux et de haute montagne⁵. Ces écosystèmes accueillent une biodiversité exceptionnelle du fait de leur complexité topographique, géologique, des contraintes climatiques, de leurs trajectoires historiques et notamment des effets des glaciations ainsi que des usages actuels et passés.

Les services et biens produits par l'écosystème sont synthétisés ci-après.

- Production de biens : Le site est peu, voire pas concerné aujourd'hui (production de fourrage et cueillette de plantes sauvages).
- Services de régulation :
 - Régulation du climat local, stock de carbone : Les flux de carbone (séquestration – relargage) sont déterminants dans les dynamiques de régulation du climat. Sols et milieux humides contiennent des stocks de carbone significatifs mais mal connus. Stocks vulnérables au climat et aux impacts du tourisme et des infrastructures, à faible résilience. Phénomènes de recyclage du carbone et des nutriments durant la période hivernale et dynamique plus rapide en zones enneigées.

⁴ Notion introduite par R. T. Paine en 1969, il définit ces espèces comme « les clés de voûte de la structure, de l'intégrité et de la persistance dans le temps de la communauté ». Ainsi « la stabilité des communautés est déterminée par les activités et la présence des espèces clé de voûte »

⁵ Milieux naturels terrestres non forestiers des étages subalpins, alpins et nival

Sur le site, les sols et la litière n'apparaissent pas comme un compartiment de stockage significatif. Les stocks de carbone contenus dans les parties aériennes de la végétation herbacée est souvent négligeable par rapport aux stocks souterrains.

Les modifications d'albedo liées à la fonte des glaciers impactent fortement le climat local en accentuant les vagues de chaleur et par effet rebond en accélérant la fonte du glacier.

- Contribution à la régulation hydrologique : Le glacier et le manteau neigeux conditionnent fortement la régulation hydrologique saisonnière. En effet, le relief permet d'intercepter les précipitations et de stocker l'eau sous forme de glace et de neige en hiver avec une restitution au printemps et en été. Cette restitution différée assure en aval du site la fourniture en eau pour la consommation humaine (eau potable, agriculture, industrie, ...) et pour les écosystèmes. On note peu d'influence de l'évapotranspiration à cette altitude (végétation clairsemée). Leur régression modifie l'intensité et les schémas spatiaux et temporels des cycles hydrologiques en altitude et à distance. Ainsi, la fonte du glacier et les baisse de précipitations sous forme neigeuses attendues à terme vont fortement perturber les flux à venir.
- Contribution au contrôle de l'érosion des sols : les glaciers et neiges éternelles permettent de limiter les érosions en altitude ; cette contribution est remise en cause par le retrait glaciaire et la déstabilisation des sols et roches mises à nues associée au dégel du permafrost.
- Rôle dans la protection contre les risques naturels : le retrait glaciaire a induit la formation d'un lac proglaciaire dont les volumes d'eau constituent un nouveau risque naturel en cas de vidange brutale.
- Services culturels et récréatif :
 - Attractivité pour les activités sportives de pleine nature : la pratique d'activités de loisirs de pleine nature a un effet bénéfique sur la santé physique et mentale. L'éloignement des sources de pressions anthropiques et l'esthétique des paysages font de la montagne un cadre privilégié pour ces activités. Le glacier est équipé pour une pratique de sports d'hiver mais la tendance actuelle est à la forte déprise de l'activité ski sur le glacier.
 - Aménités paysagères : La haute montagne bénéficie d'une représentation dans les imaginaires d'un espace de liberté vaste et sauvage. La notoriété de ces paysages génère une forte attractivité touristique qui s'est développée autour d'une économie spécifique notable. L'accès à ces espaces « vierges » impliquent des aménagements parfois importants qui peuvent altérer cette représentation.
 - Chasse récréative : Aucune pratique n'est recensée sur le site d'emprise des travaux.
 - Soutien aux activités de recherches scientifiques : 1) On peut citer le rapport de synthèse de 2020 de l'Institut des Géosciences et de l'Environnement (IGE) qui a étudié de manière rétrospective et prospective la fonte du glacier de la Grande Motte de 1982 à 2100 : Vincent C., Laarman O., Peyraud V., Six D., Gillet-Chaulet F., 2020 - Evolution du glacier de la Grande Motte d'ici 2100, Institut des Géosciences de l'Environnement (IGE) de Grenoble. Convention d'étude entre l'Institut des Géosciences de l'Environnement (IGE) et la commune de Tignes. Document consultable aux archives municipales de Tignes, 54 p. 2) Plus récemment, Cimes Conseil et l'Edytem ont étudié grâce à une instrumentation Adhoc les flux de microplastiques atmosphérique qui se déposent sur le glacier : Cimes Conseil, 2023 - Recherche de microplastiques ; Snowfarming – Pose de bâches réfléchissantes glacier de la Grande Motte (Tignes, 73). Référence document 202104-RA-TOX-131223 consultable aux archives municipales de Tignes, 74p. 3) Également, on peut citer l'instrumentation sur la

fonte du permafrost réalisée par l'Edytem de Chambéry. 4) Plus anciennement, on peut citer un article spécifique datant de 1969 : Vivian Robert, Jail Marcel. Le glacier de la Grande Motte. In: Revue de géographie alpine, tome 57, n°1, 1969. pp. 229-2316. 5) Actuellement, un programme de recherche sur les risques émergents (PAPROG) est en cours dont le glacier de la Grande Motte est un des sites étudiés dans le cadre de la gestion des risques proglaciaires.

- Patrimoine naturel

- Espèces patrimoniales & Paysages patrimoniaux : Les écosystèmes de haute montagne abritent des espèces emblématiques et constituent des paysages à très forte valeur patrimoniale. Le parc national de la Vanoise a porté à connaissance son atlas de la flore rare et protégée en 2014. Ces aspects patrimoniaux sont détaillés dans les chapitres suivants. Ce sont des écosystèmes sensibles aux pressions et les impacts du changement climatique induisent des besoins de connaissances et de données.

Il n'y a pas de sites inscrits pour ses qualités paysagères dans la zone d'étude.



Figure 30 : Localisation des sites inscrits (en vert) et classés (en rose) à proximité de la zone d'étude (source : extrait de la carte des sites classés et des sites inscrits de Savoie, DREAL, 2018)

- Inspiration pour l'art et la littérature : Samivel a marqué par ses contribution la littérature de montagne. Il fait partie des précurseurs de la protection de la montagne en contribuant à la création du parc national de la Vanoise. François Grandjacques, réalisateur, filme chaque année en juillet le glacier de son enfance.

9.3 - Conservation du patrimoine naturel remarquable

Les milieux de haute montagne sont caractérisés par un très fort niveau de reconnaissance patrimoniale au titre de la biodiversité notamment au travers des réseaux d'inventaires et de protection : ZNIEFF (820031327 - Massif de la Vanoise), N2000 (FR8201783 - Massif de la Vanoise et FR8210032 - La Vanoise), réserve naturelle nationale (FR3600002 - Tignes-Champagny) et parc naturel national (FR3300001 - Vanoise).

⁶ doi : <https://doi.org/10.3406/rga.1969.3401>, https://www.persee.fr/doc/rga_0035-1121_1969_num_57_1_3401

Cette reconnaissance constitue un atout majeur pour la conservation de la biodiversité mais non une garantie effective de réussite de cette conservation. En effet le maintien en bon état de ces espèces et milieux reste conditionné à la maîtrise des pressions et facteurs de changements anthropiques qui s'y exerce.

9.3.1 - Habitats remarquables

Les habitats de haute montagne de la région biogéographique alpine sont généralement en état favorable de conservation, à l'exception des glaciers permanents, sont l'aire de répartition, la surface et la structure et les fonctions sont dans un état défavorable mauvais du fait du changement climatique.

Les marges glaciaires découvertes par suite du retrait glaciaire vont faire l'objet d'une évolution des mosaïques d'habitats dans le temps.

La cartographie des habitats réalisée en 2024 révèle que l'habitat dominant, éboulis calcaires et de schistes calcaires des étages montagnard à alpin, est un habitat d'intérêt communautaire.

9.3.2 - Faune remarquable

Pour le moment, nous n'observons que 6 espèces d'oiseaux protégées sur le site, dont seulement 2, parmi les espèces protégées, réalisent une partie de leur cycle biologique sur la zone d'étude : rougequeue noir, et bergeronnette grise.

Les 15 espèces remarquables identifiées dans le tableau ci-après, ont été relevées soit en raison de leur statut, de leur faible occurrence d'observation en France ou à dire d'expert.

Tableau 9 : Liste des espèces faunistiques remarquables du site d'étude

Groupe	CD NOM	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Intérêt communautaire	Protection nationale	Liste rouge monde	Liste rouge Europe	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale	Déterminante ZNIEFF
Arachnides										
Aranea	303235	<i>Entelecara errata</i> (O. Pickard-Cambridge, 1913)	-							
Insectes										
Plecoptera	220081	<i>Protonemura algovia</i>	-							
Trichoptera	885996	<i>Alpopsyche ucnorum</i> (McLachlan, 1876)	-							
Lepidoptera	248196	<i>Catharia pyrenaealis</i> (Duponchel, 1843)	-							
	918956	<i>Psodos alticolaria</i> (Mann, 1853)	Psodos des sommets							
	814552	<i>Sphaleroptera occidentana</i> (Whitebread, 2006)	-							
	931370	<i>Sciadia unicoloraria</i> (Staudinger, 1871)	Gnophos concolore, Gnophos monochrome							
	248699	<i>Entephria nobiliaria</i> (Herrich-Schäffer, 1852)	Entéphrie du Saxifrage							
	647144	<i>Erebia pluto</i> (Prunner, 1798)	Moiré velouté, Moiré des glaciers			LC	LC	LC	LC	X
	701545	<i>Stenoptilia islandica</i> (Staudinger, 1857)	-							

Groupe	CD NOM	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Intérêt communautaire	Protection nationale	Liste rouge monde	Liste rouge Europe	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale	Déterminante ZNIEFF
Oiseaux										
Aves	459629	<i>Lagopus muta</i> (Montin, 1776)	Lagopède alpin			LC	LC	NT	VU	X
	4035	<i>Phoenicurus ochruros</i> (S. G. Gmelin, 1774)	Rougequeue noir		Art 3	LC	LC	LC	LC	
	3941	<i>Motacilla alba</i> Linnaeus, 1758	Bergeronnette grise		Art 3	LC	LC	LC	LC	
Mammifères										
Mammalia	60577	<i>Canis lupus</i>	Loup	An II	Art 2	LC	LC	VU	VU	X
	61098	<i>Capra ibex</i>	Bouquetin des Alpes		Art 2	LC	LC	NT		X

Catégories de l'UICN utilisées pour classer les différentes espèces en fonction du degré de menace

EX Eteinte au niveau mondial	EW Eteinte à l'état sauvage	RE Disparue au niveau régional	CR En danger critique
EN En danger	VU Vulnérable	NT Quasi menacée	LC Préoccupation mineure
DD Données insuffisantes	NA Non applicable	NE Non évaluée	

Seuls les statuts de conservation pour le lagopède alpin (présence avérée) et du loup (présence potentielle, passage) sont défavorables. Les autres espèces sont citées à dire d'experts (Pierre Clévenot pour les plécoptères et trichoptères du Doron de Prémou, Philippe Vallet et Etienne Ioro pour les arachnides et Flavia pour les papillons).

9.3.3 - Flore remarquable

Une seule espèce floristique est identifiée comme étant remarquable à dire d'experts (Yves Longeot pour les bryophytes).

Tableau 10: Liste des espèces floristiques remarquables

Groupe	CD NOM	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Intérêt communautaire	Protection nationale	Liste rouge monde	Liste rouge Europe	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale	Déterminante ZNIEFF
Equisetopsida										
Dicranales	1036888	<i>Aongstroemia schreberiana</i> (Bonfim Santos & Fedosov, 2023)	-				LC			X

Catégories de l'UICN utilisées pour classer les différentes espèces en fonction du degré de menace

EX Eteinte au niveau mondial	EW Eteinte à l'état sauvage	RE Disparue au niveau régional	CR En danger critique
EN En danger	VU Vulnérable	NT Quasi menacée	LC Préoccupation mineure
DD Données insuffisantes	NA Non applicable	NE Non évaluée	

9.4 - Non dégradation des espèces et habitats réglementés

Les éléments d'inventaire 2024 permettent d'identifier 6 espèces faunistiques protégées au niveau national dont 2 qui effectue une partie de leur cycle sur la zone d'étude. Nous retiendrons dans les données bibliographie les deux espèces de mammifère, le bouquetin et le loup, qui peuvent être de passage sur le site. La colonisation de l'espace du retrait glaciaire par la végétation deviendra à terme favorable au bouquetin en zone de refuge & nourrissage estival, puis au loup (prédateur).

Tableau 11 : Faune protégée

Groupe	CD NOM	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Intérêt communautaire	Protection nationale	Liste rouge monde	Liste rouge Europe	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale	Déterminante ZNIEFF
Oiseaux	4035	<i>Phoenicurus ochruros</i> (S. G. Gmelin, 1774)	Rougequeue noir		Art 3	LC	LC	LC	LC	
	3941	<i>Motacilla alba</i> (Linnaeus, 1758)	Bergeronnette grise		Art 3	LC	LC	LC	LC	
Mammifères	60577	<i>Canis lupus</i>	Loup	An II	Art 2	LC	LC	VU	VU	X
	61098	<i>Capra ibex</i>	Bouquetin des Alpes		Art 2	LC	LC	NT		X

Il n'existe pas sur la zone d'étude d'arrêté de protection d'habitats naturels. Les habitats de repos et de reproduction des espèces protégées avérées ou potentielles identifiées dans la bibliographie sont précisés dans le tableau ci-après.

Tableau 12 : Habitats des espèces protégées

CD NOM	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Habitats présents sur la zone d'étude
4035	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Rougequeue noir	Falaises continentales, pavements rocheux et affleurements rocheux, éboulis, habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée
3941	<i>Motacilla alba</i>	Bergeronnette grise	Pavements rocheux et affleurements rocheux, éboulis, habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée
60577	<i>Canis lupus</i>	Loup	-
61098	<i>Capra ibex</i>	Bouquetin des Alpes	Falaises continentales, pavements rocheux et affleurements rocheux, éboulis

Les zones humides recensées dans la zone d'étude sont présentées dans le tableau ci-après.

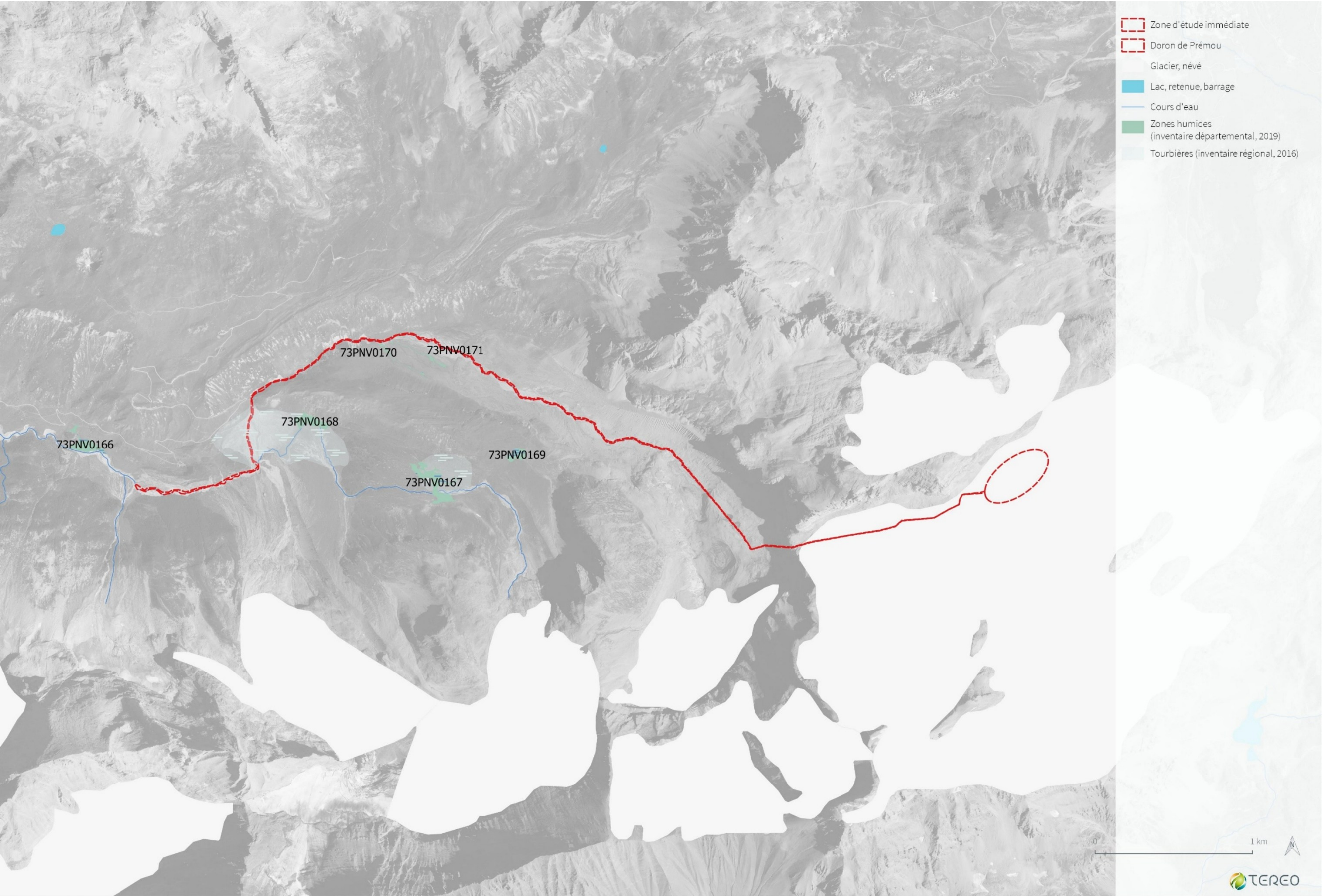
Carte 12 : Localisation des zones humides

Tableau 13 : Zones humides au sein de la zone d'étude

Code	Nom	Altitude inférieure	Altitude supérieure	Superficie (ha)
73TA01	Lacs et ruisseaux de la Glière	2030	2220	30,72
73PNV0170	Plantrin : site aval sud	2130	2250	0,22
73PNV0171	Plantrin : site aval nord	2130	2250	0,30

La tourbière des lacs et ruisseaux de la Glière sont alimentées par le Doron de Prémou et le ruisseau de la Glière derrière. Ils sont à l'origine de son comblement au 19^{ème} siècle par l'apport de sédiment et la vidange brutale du lac.

Les deux zones humides de Plantrin sont des zones humides de bordure de cours d'eau sur des affluents du Doron de Prémou.



Vidange du Lac de Rosolin
Localisation des zones humides

10 - SEQUENCE EVITER-REDUIRE-COMPENSER

10.1 - Identification des effets du projet

Les effets du projet sont liés aux différentes phases des travaux et aux aménagements. Ils sont étudiés sur les compartiments suivants : topographie, sol, eaux superficielles, eaux souterraines, air, flore et faune.

Les différentes étapes identifiées sont détaillées ci-après. Les travaux auront lieu à partir du mois de juillet et s'étendront sur 4 à 6 semaines depuis l'acheminement du matériel jusqu'à la remise en état.

En phase de préparation du chantier :

- L'acheminement du matériel et de la pelle sur site par voie terrestre, à partir de la piste 4x4 jusqu'en aval du glacier, puis par dameuse produit des émissions sonores et des émissions de particules, ce qui peut générer un dérangement de la faune. Le matériel du dispositif de siphonage sera remis en service. Les opérations sont concomitantes.
- La base vie et le conteneur de stockage installés à proximité de la zone de travaux peuvent générer des déchets et dépôts polluants (stockage hydrocarbures).

En phase chantier

- La topographie du site est modifiée avec un chenal dont la profondeur va atteindre 11 mètres, des berges verticales et des risbermes en rive droite de la largeur des engins. L'emprise pour les dépôts des matériaux de déblais issus du creusement du chenal existant concerne les terrains remaniés en 2023. La surface concernée est d'environ 15000 m² et la hauteur de remblai avoisinera 1 m. Dans le cas où une partie des matériaux est déposée dans le lac. La hauteur de remblai maximale (zone de dépôt des matériaux issus du creusement du chenal) avoisinera la côte actuelle du lac (2804 m).
- La circulation des engins entraînent le piétinement avec possible destruction des espèces en place.
- En l'absence du fonctionnement du siphon, la vidange du lac va générer un apport hydraulique pendant la phase de fonctionnement égal au débit entrant sur le glacier au Doron de Prémou. Toutefois, ce débit reste dans les mêmes ordre de grandeur que les débits de fonte. Ces apports arriveront possiblement plus tôt dans la saison que naturellement. Dans le contexte naturel, les débits de fonte sont fortement dépendants des conditions climatiques (températures, pluviométrie) et sont naturellement très variables à une échelle journalière. Le démarrage de la vidange, avec un apport immédiat de quelques l/s peut conduire à la remise en suspension des matériaux du lit du Doron de Prémou avant une stabilisation. Cette augmentation soudaine du débit peut conduire à un remaniement des substrats de fond et à augmenter la charge en matières en suspension. Cela peut avoir des effets sur les peuplements de macroinvertébrés aquatiques du le Doron de Prémou (colmatage des substrats) et de peuplement piscicole sur le Doron de Champagny, sachant que l'hydrologie et la turbidité des eaux du Doron de Champagny sont déjà élevées en période estivale. Les variations hydrologiques induites par les travaux sont négligeables devant les débits du Doron de Prémou et Doron de Champagny en période estivale. Concernant, la turbidité, on peut rappeler qu'une légère augmentation de la turbidité avait été observée sur le Doron de Champagny sur une journée de mesure (teneurs en MES augmentées d'un facteur 2 à 2,5). Les communautés biologiques de macroinvertébrés du Doron de Prémou comptent peu de taxons. A 2150 m d'altitude, les faibles apports trophiques, les températures froides, les possibles intermittences d'écoulement et/ou durée de prise en glace ainsi que les durées des cycles biologiques limitent naturellement la diversité des communautés biologiques. En 2023, on a pu constater que l'effet de la vidange du lac proglaciaire est nul sur le Doron de Champagny, alors que l'on a noté un très léger colmatage sur le Doron de Prémou. Le colmatage est aussi lié à l'occurrence des crues et peut donc présenter des variabilités interannuelles naturelles.

- Les émissions de particules ainsi que les émissions sonores n'ont pas été quantifiées, elles sont limitées à la durée du chantier et au nombre de jours strictement nécessaires aux travaux.

10.2 - Identification des impacts

Les impacts sont évalués au regard des enjeux identifiés et sont présentés dans le tableau suivant.

Les niveaux d'impact sont évalués à dire d'expert selon 4 niveaux :

Nul = pas d'impact

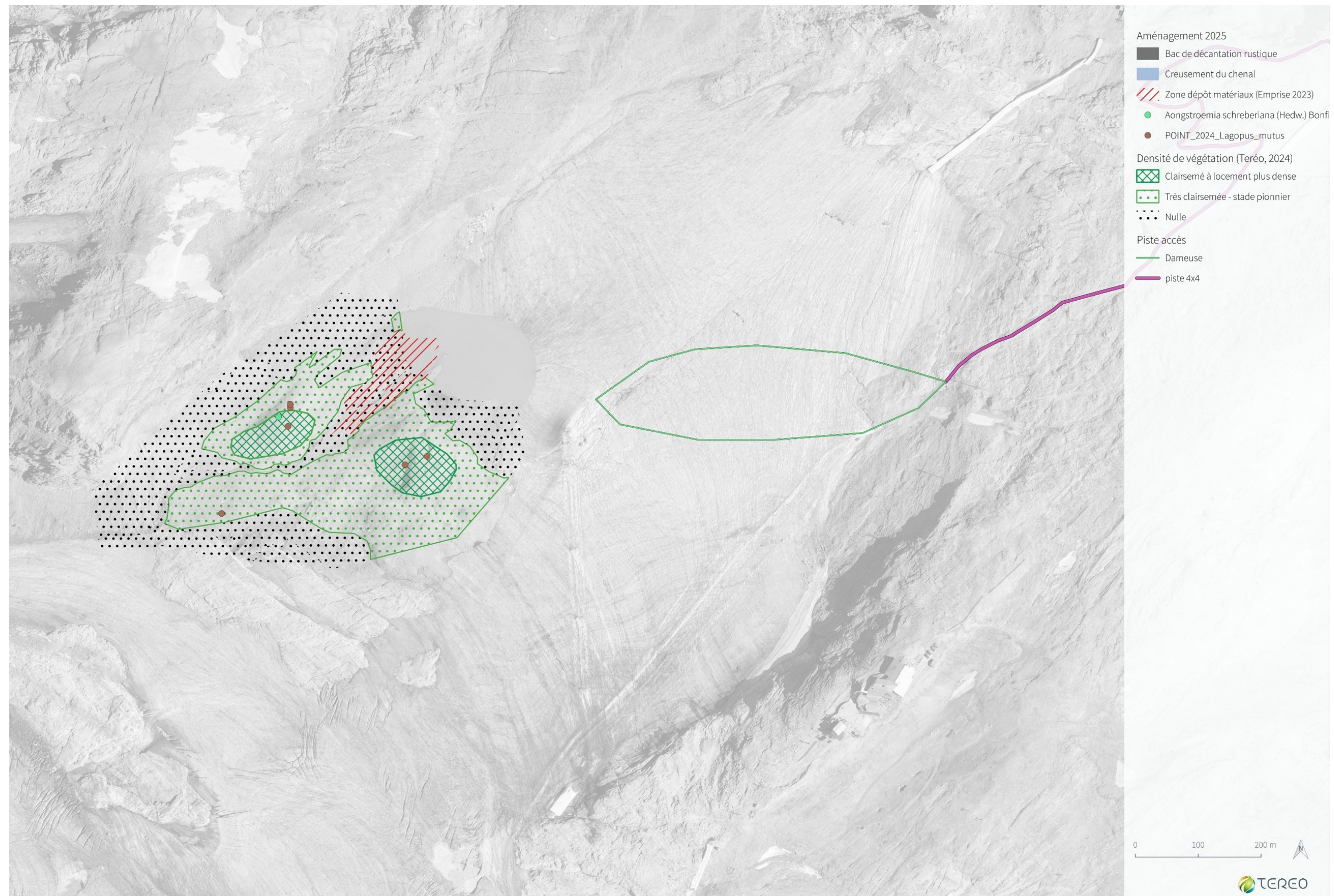
Faible = impact ne remettant pas en cause la structure et le fonctionnement écologique du site

Modéré = impact remettant en cause la structure et le fonctionnement écologique du site, sans dégradation de l'état de conservation

Fort = impact remettant en cause l'état de conservation des habitats et/ou des espèces du site

Le principe de précaution nous amène à qualifier un impact non évaluable en impact significatif.

Nous n'avons pas recensé de projets soumis à l'analyse de l'impact cumulé.



Vidange du Lac de Rosolin
Superposition des enjeux

A. Dos Santos 15-4-2025

Tableau 14 : Analyse des impacts

Thématiques	ENJEUX Cibles	Effets du projet	Impacts	Qualification de l’impact
Conservation de la biodiversité	Changement climatique : Le glacier est soumis aux effets du changement climatique global. La création du lac est induite par le retrait glaciaire. Ces milieux jouent un rôle dans la régulation du climat local.	Les émissions de particules contribuent à accentuer localement les effets du changement climatique. L’impact n’est pas évaluable. La dameuse de la station de ski fonctionne au biocarburant.	Non évaluable	Non évaluable
	Pollution : La zone d’étude est peu anthropisée, les possibles pollutions sont le fruit des activités de sports d’hiver et des polluants transportés par l’air et déposés à cette altitude à la faveur des précipitations.	Les émission particules et dépôts de polluants induits par le fonctionnement des engins pendant la période de travaux viennent s’ajouter aux phénomènes observés.	Non évaluable	Non évaluable
	Surexploitation des ressources : Les ressources naturelles du site ne sont pas exploitées.	Les aménagements n’ont pas pour but une exploitation des ressources locales.	Sans objet	Nul
	Altération et fragmentation des habitats : la zone d’étude n’étant pas (emprise de la RNN) ou peu aménagée (emprises PNV), elle est à considérer comme une matrice continue réservoir de biodiversité. En 2024, les habitats ont été identifiés et rattachés aux éboulis. Les emprises remaniées en 2023 sont dépourvues de végétation.	Les habitats des emprises projets vont être modifiés par les terrassements et à nouveau transformés en sols nus à l’issue des travaux. Ces surfaces sont amenées à être colonisées par la faune et la flore à terme. Pour autant le rattachement aux éboulis reste probable.	Remaniement des substrats sur l’emprise des travaux 2023. Dans le cas où, il n’y a pas de dépôt dans le lac, une extension de la surface pourrait être nécessaire identifiée en rive droite proche du lac. Ce secteur présente des roches nues. Les zones de dépôts seraient recouvertes de cargneules, matériaux sensiblement identiques à ceux naturellement présents sur la zones et donc sans modification des caractéristiques physico-chimiques et granulométriques. Dans le cas où les dépôts d’une partie des matériaux serait déposée dans le lac, la surface terrestre serait réduite aux emprises 2023. Des milieux potentiellement intéressants sous-lacustres seraient impactés.	Négatif Faible à possiblement fort (dépôts dans le lac) temporaire
	EEE : la zone d’étude est a priori dépourvue d’espèce exotique envahissante. La présence du saumon de fontaine dans le Doron de Champagny est d’origine anthropique et liée à l’activité halieutique.	L’acheminement des engins sur le site des travaux est un facteur de risque d’introduction d’espèces exotiques envahissantes.	Non évaluable	Négatif Significatif
Services écosystémiques des milieux présents	Milieux humides et aquatiques continentaux	Ces milieux sont représentés dans la zone d’étude par le Doron de Prémou affluent du Doron de Champagny soumis aux apports de MES liés à la vidange du lac. Le lac, récemment créé, est à ce stade, intégré dans les écosystèmes de montagne.	Les apports de MES n’ont pas conduit à un colmatage significatif des substrats du Doron de Prémou lors de la vidange en 2023. Il n’est pas attendu de modification de la composition des communautés biologiques aquatiques.	Négatif Non significatif
	Ecosystèmes rocheux et de montagne	Il n’y a pas sur la zone d’étude de production de biens associés à ces écosystèmes.	Sans objet	Nul
		Les aménagements modifient les services de régulation de l’écosystème de montagne par les terrassements induits et les opérations de vidanges.	Les aménagements contribuent à modifier la régulation hydrologique par une vidange accélérée du lac, ce qui va augmenter les débits en aval pendant les phases de vidange nocturne.	Faible sur les services de régulation l’hydrologie (temporaire)
		L’objectif des travaux sont de réduire, voire supprimer le risque de vidange brutale.	Les aménagements contribuent à diminuer le risque sur les enjeux humains lié à une vidange brutale du lac proglaciaire.	Positif Fort (temporaire)
		Ils sont sans effets sur les services culturels et récréatifs.	Sans objet	Nul
		Le paysage est modifié par les travaux par modification de la topographie. D’un paysage de col d’altitude on passe à un paysage de canyon.	L’impact reste subjectif sur la valeur patrimoniale des aménités paysagères.	Non évaluable
		Le dépôt d’une partie des matériaux dans le lac actuel peut contribuer au colmatage des substrats de fonds. Pour autant, les cargneules permettent des conditions de colonisation plus favorables, notamment pour la flore bryologique (observation effectuée sur site au cours de l’été 2024)	L’analyse des données, actuellement disponibles, laisse penser que la trajectoire évolutive des milieux sous glaciaire donnera lieu à des formes de lapiaz. Une mosaïque des substrats peut conduire à une plus forte diversité d’espèces sur le site.	Non évaluable Faible

Thématiques	ENJEUX Cibles	Effets du projet	Impacts	Qualification de l’impact
Conservation du patrimoine naturel remarquable	Flore remarquable : Les inventaires 2024 ont mis en évidence la présence d’une bryophyte remarquable	Les emprises projet se situent sur des zones dépourvues de végétation. L’espèce n’est pas présente sur l’emprise projet.	Sans objet	Nul
	Faune remarquable : Les inventaires 2024 ont mis en évidence la présence de 15 espèces remarquables	Le faible nombre d’espèces confirment que les milieux, encore jeunes, sont en cours de colonisation. La faible densité de végétation au regard de la surface du site limite la biodiversité. Les emprises projet se situent sur des zones remaniées en 2023 et dépourvues de végétation, les moins sensibles à la présence des espèces relevées dans les inventaires 2024.	Les travaux et la circulation des engins dès la fonte des neiges va induire une mise à distance, notamment du lagopède alpin. Les autres espèces d’oiseaux pourront être dérangées dans leur activité. Pour les insectes, les zones de fortes sensibilité sont les zones de végétation plus ou moins denses, non touchées par les travaux.	Faible au dérangement
		Le chenal va être surcreusé de 3 mètres supplémentaires avec des berges quasi verticales. La profondeur du chenal peut atteindre jusqu’à une 10aine de mètres à la fin des travaux.	Le surcreusement du chenal peut constituer à terme un piège aux petits et grands mammifères, notamment sur les secteurs où les berges sont les plus raides ; un échappatoire restant possible vers l’exutoire du chenal.	Non évaluable
		Les deux espèces remarquables identifiées sur le Doron de Prémou se situent au niveau des sources. Les effets de la vidanges (variation des débits et mise en suspension de particules fines sont donc sans effet sur ces milieux annexes.	Sans objet	Nul
	Habitats remarquables : L’habitat dominant est un habitat d’intérêt communautaire. Les zones remaniées ont été rattachées à cet habitat en raison de leur trajectoire naturelle probable.	Les habitats des emprises projets vont être modifiés par les terrassements et à nouveau transformés en sols nus à l’issue des travaux. Ces surfaces sont amenées à être colonisées par la faune et la flore à terme. Pour autant le rattachement aux éboulis reste probable.	Remaniement des substrats sur l’emprise des travaux 2023 retardant la colonisation par la végétation. Ce retard dans le temps n’est pas évaluable.	Négatif Modéré
Espèces et habitats réglementés	Faune protégée Les inventaires 2024 ont mis en évidence la présence de 4 espèces protégées, dont 2 avérées sur site et 2 potentiellement présentes de passage	Les travaux peuvent constituer un facteur de dérangement en raison des émissions sonores et de la présence quasi continue sur site. A priori les espèces faunistiques ont des capacités de déplacement évitant une destruction accidentelle.	La présence des équipes d’intervention au cours de l’été 2025 va tenir éloigné du site les espèces les plus sensibles au dérangement. Cela concerne essentiellement le rougequeue noir et la bergeronnette grise.	Négatif Significatif
	Flore protégée : Les inventaires 2024 n’ont pas mis en évidence d’espèce protégées	Les emprises projet se situent sur des zones dépourvues de végétation et donc d’espèces de flore protégées.	Sans objet	Nul
	Habitats protégés : Les habitats protégés sont les habitats de repos et de reproduction des espèces protégées. Il s’agit des falaises continentales, pavements rocheux et affleurements rocheux, éboulis, habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée	Les falaises et les pavements rocheux et affleurements rocheux ne sont pas concernées par les travaux de vidange du lac de Rosolin. L’emprise des travaux peut être considérée comme étant au sein des éboulis, habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée.	Remaniement des substrats sur l’emprise des travaux 2023, zone sans végétation. Le recouvrement du terrain actuel ne changera pas fondamentalement la nature des habitats observés en 2024 sur cette emprise travaux. Le tassement naturel des matériaux et leur organisation granulométrique verticale ainsi qu’une colonisation par la végétation retardera son évolution possible vers la pelouse d’altitude.	Négatif Faible
	Zones humides : les zones humides identifiées se situent en marge d’affluents du Doron de Prémou et au niveau de la zone de confluence des Dorons de Prémou et de Champagny.	Les zones humides se situent hors zone d’influence des travaux.	Sans objet	Nul

10.3 - Mesures d'évitement et de réduction

Catégorie de mesures	Description de la mesure
Mesures d'évitement	
E1 - Mesures d'évitement amont	E1.1. Le régalage des matériaux de déblais sera effectué sur les emprises remaniées pour partie. (Pour mémoire, pour le reste des matériaux, deux options de dépôts des matériaux, soit sur des surfaces rocheuses dépourvues de végétation en rive droite côté lac, soit dans le lac en rive gauche) E1.2. La pente du chenal a été réduite au maximum pour éviter d'augmenter l'emprise des travaux de terrassements. E1.3. Le choix des aménagements s'est porté sur la solution minimaliste d'un creusement à - 3 mètres pour limiter l'emprise des terrassements, sachant que cette configuration contraint le temps disponible pour définir une solution plus pérenne.
E2 – Mesures d'évitement géographique E2.1 Phase travaux	E2.1.1 Un balisage des surfaces de travail autorisées sera établi au démarrage du chantier.
Mesures de réduction	
R2 – Mesures de réduction technique R2.1 Phase travaux	R2.1.1. Le maintien du siphonage évite le transfert des MES R2.1.2. En cas de défaillance du système de siphonage, un bac de décantation rustique a été mis en place en aval du chenal, afin de limiter les apports de matériaux vers le réseau hydrographique aval. Le process de vidange limite les apports de MES aux phases de mise en eau du chenal lors des vidanges contrôlées (creusement du chenal à sec avec mise en place d'un bouchon à l'exutoire du lac). R2.1.3. Le stockage de carburants / lubrifiants sera effectué en conteneurs étanches posés sur un sol plat, propre et stable. Les conteneurs seront isolés du sol par une bâche plastique ou un matériau absorbant (sable, sciure, ...) pour permettre la récupération des éventuels rejets accidentels. L'usage de l'essence pour le nettoyage des engins est formellement interdit. Les groupes électrogènes et tout autre appareil alimenté en carburant disposeront d'un bac de rétention. Ils devront également être posés sur un sol plat et protégé par une bâche ou un matériau absorbant. L'éventuel emploi d'autres substances potentiellement polluantes sera soumis à concertation et agrément du maître d'œuvre. Les opérations de nettoyage, de réparation, de ravitaillement des engins et du matériel ne pourront se faire que sur les aires de stationnement prévues. Ces aires se situeront en retrait du chenal et du lac afin d'éviter d'éventuels déversements de polluants. Afin de limiter les risques de dégâts créés par les crues et les effets de ruissellement sur le glacier, et de préjudice à l'environnement, les engins, matériels et matériaux de chantier seront évacués des zones de ruissellement des précipitations tous les soirs, week-ends et jours fériés. R2.1.4. Pendant la durée du chantier, les déchets de toute nature (emballages, bois, ferrailles, rémanents végétaux, déblais, produits de

	démolition) seront rassemblés dans un endroit identifié et des dispositions sont prises pour éviter un dispersement (par le vent ou les eaux de pluie par exemple). R2.1.5. Afin d'éviter l'amenée accidentelle sur site de toute espèce invasive, les outils et machines seront lavés systématiquement avant l'arrivée sur site. R2.1.6. Aucune espèce vulnérable n'est connue sur le site. Néanmoins, en cas de découverte d'espèce ou milieu naturel remarquable ou sensible en cours de chantier, des mesures de préservation adaptées pourront être mises en place. R2.1.7. Définition des zones du lac pour lesquelles le substratum est de type rocheux (à moindre impact pour les milieux à venir)
R2 – Mesures de réduction technique R2.2 Phase exploitation	R2.2.1. Les mesures de réduction de l'impact paysager consistent en : • Ramassage et évacuation des déchets hors du site ; • Enlèvement des piquets matérialisant les emprises possibles des dépôts ; • Régilage des matériaux de dépôts pour maintenir un paysage de col ; • Dépôts de quelques gros blocs de façon similaire à ceux visibles sur les zones non remaniés et issus de chutes de blocs depuis l'escarpement rocheux qui domine le lac ; • Lissage de la zone de dépôt au godet pour atténuer les traces de chenilles visibles par le passage répété des engins ; • Adoucissement des crêtes de talus du chenal lorsque cela est possible ; sur les linéaires de berges rocheuses, le lit et les berges sont laissés en l'état ; • En rive droite du chenal, le replat de la risberme la plus proche du chenal est maintenu sur au moins une largeur de pelle puis raccordé au versant en évitant une rupture de pente ; les autres risbermes sont effacées par talutage des matériaux de déblais. • Lissage au godet de la piste d'accès pour atténuer les traces de chenilles visibles par le passage répété des engins. Par ailleurs, les déblais générés par le terrassement de matériaux constitués par les cargneules ne changent pas la nature chimique du substrat. La texture est favorable à une reprise rapide de la végétation post travaux. Effet, les cargneules remaniées par les travaux ne diffèrent pas significativement de celles des matériaux en place sur le site dans la mesure où elles sont friables se rapprochant de la texture et de la granulométrie d'un sol primitif peu différencié avec une faible teneur en matières organiques.



Photo 48 : Régalinge des zones de dépôts des matériaux de déblais du chenal – source RTM, 2023



Photo 49 : Régalinge des zones de dépôts des matériaux de déblais du chenal – source RTM, 2023



Photo 50 : Etalement des matériaux au niveau du bac de décantation (vue vers le bac) – source RTM, 2023



Photo 51 : Bac de décantation en fin de chantier – source RTM, 2023



Photo 52 : Sommet de talus du chenal à l'exutoire écrêté – source RTM, 2023



Photo 53 : Sommet de talus du chenal à l'exutoire laissé en l'état (berges rocheuses) – source RTM, 2023

10.4 - Analyse des impacts résiduels

Le tableau ci-après reprend l'analyse des impacts résiduels après mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction.

Tableau 15 : Analyse des impacts résiduels

Thématiques	ENJEUX Cibles	Effets & impacts du projet	Qualification de l’impact	Mesures	Impact résiduel
Conservation de la biodiversité	Changement climatique : Le glacier est soumis aux effets du changement climatique global. La création du lac est induite par le retrait glaciaire. Ces milieux jouent un rôle dans la régulation du climat local.	Les émissions de particules contribuent à accentuer localement les effets du changement climatique. L’impact n’est pas évaluable. La dameuse de la station de ski fonctionne au biocarburant.	Non évaluable	-	Non évaluable
	Pollution : La zone d’étude est peu anthropisée, les possibles pollutions sont le fruit des activités de sports d’hiver et des polluants transportés par l’air et déposés à cette altitude à la faveur des précipitations.	Les émission particules et dépôts de polluants induits par le fonctionnement des engins pendant la période de travaux viennent s’ajouter aux phénomènes observés. L’impact n’est pas évaluable.	Non évaluable	R2.1.3. Le stockage de carburants / lubrifiants sera effectué en conteneurs étanches posés sur un sol plat, propre et stable. Les conteneurs seront isolés du sol par une bâche plastique ou un matériau absorbant (sable, sciure, ...) pour permettre la récupération des éventuels rejets accidentels. L’usage de l’essence pour le nettoyage des engins est formellement interdit. Les groupes électrogènes et tout autre appareil alimenté en carburant disposeront d’un bac de rétention. Ils devront également être posés sur un sol plat et protégé par une bâche ou un matériau absorbant. L’éventuel emploi d’autres substances potentiellement polluantes sera soumis à concertation et agrément du maître d’œuvre. Les opérations de nettoyage, de réparation, de ravitaillement des engins et du matériel ne pourront se faire que sur les aires de stationnement prévues. Ces aires se situeront en retrait du chenal et du lac afin d’éviter d’éventuels déversements de polluants.	Non évaluable
	Surexploitation des ressources : Les ressources naturelles du site ne sont pas exploitées.	Les aménagements n’ont pas pour but une exploitation des ressources locales.	Nul	Sans objet	Nul
	Altération et fragmentation des habitats : la zone d’étude n’étant pas (emprise de la RNN) ou peu aménagée (emprises PNV), elle est à considérer comme une matrice continue réservoir de biodiversité. En 2024, les habitats ont été identifiés et rattachés aux éboulis. Les emprises remaniées en 2023 sont dépourvues de végétation.	Les habitats des emprises projets 2023 vont être modifiés par les terrassements et à nouveau transformés en sols nus à l’issue des travaux. Pour autant, cette emprise n’avait pas été colonisée par la végétation en 2024. Le remaniement des substrats sur l’emprise des travaux 2023 retardant la colonisation par la végétation. Ce retard dans le temps n’est pas évaluable. Ces surfaces sont amenées à être colonisées par la faune et la flore à terme et le rattachement aux éboulis reste probable.	Négatif Faible	E1.1. Le régalage des matériaux de déblais sera effectué sur les emprises remaniées et dans le lac E2.1.1. Un balisage des surfaces de travail autorisées sera établi au démarrage du chantier. E.2.1.6. En cas de découverte d’une espèce patrimoniale pendant e chantier, les modalités de ce dernier seront adaptées.	Faible
	EEE : la zone d’étude est a priori dépourvue d’espèce exotique envahissante. La présence du saumon de fontaine dans le Doron de Champagny est d’origine anthropique et liée à l’activité halieutique.	Il reste possible que les engins de chantiers acheminés sur site aient pu introduire des fragments ou graines d’espèces indésirables. L’impact n’est pas évaluable mais ce risque reste par principe de précaution fort.	Négatif Significatif	R2.1.5. Afin d’éviter l’amenée accidentelle sur site de toute espèce invasive, les outils et machines seront lavés systématiquement avant l’arrivée sur site.	Faible

Thématiques	ENJEUX Cibles	Effets & impacts du projet	Qualification de l'impact	Mesures	Impact résiduel
Services écosystémiques des milieux présents	Milieux humides et aquatiques continentaux	Ces milieux sont représentés dans la zone d'étude par le Doron de Prémou affluent du Doron de Champagny soumis aux apports de MES liés à la vidange du lac. Le lac, récemment créé, est à ce stade, intégré dans les écosystèmes de montagne. Les apports de MES n'ont pas conduit à un colmatage significatif des substrats du Doron de Prémou en 2023. Et l'opération de vidange 2023 ne semble pas avoir modifié la composition des communautés biologiques aquatiques. On s'attend à une réaction similaire au cours des travaux 2025, d'autant plus si le système de siphonnage est opérationnel	Négatif Non significatif	R2.1.1. Le dispositif de siphonage est maintenu afin de limiter les apports en MES et les variations de débits R2.1.2. En cas de défaillance du système de siphonage, un bac de décantation rustique a été mis en place en aval du chenal, afin de limiter les apports de matériaux vers le réseau hydrographique aval. Le process de vidange limite les apports de MES aux phases de mise en eau du chenal lors des vidanges contrôlées (creusement du chenal à sec avec mise en place d'un bouchon à l'exutoire du lac). R2.1.3. Le stockage de carburants / lubrifiants sera effectué en conteneurs étanches posés sur un sol plat, propre et stable. Les conteneurs seront isolés du sol par une bâche plastique ou un matériau absorbant (sable, sciure, ...) pour permettre la récupération des éventuels rejets accidentels. L'usage de l'essence pour le nettoyage des engins est formellement interdit. Les groupes électrogènes et tout autre appareil alimenté en carburant disposeront d'un bac de rétention. Ils devront également être posés sur un sol plat et protégé par une bâche ou un matériau absorbant. L'éventuel emploi d'autres substances potentiellement polluantes sera soumis à concertation et agrément du maître d'œuvre. Les opérations de nettoyage, de réparation, de ravitaillement des engins et du matériel ne pourront se faire que sur les aires de stationnement prévues. Ces aires se situeront en retrait du chenal et du lac afin d'éviter d'éventuels déversements de polluants. Afin de limiter les risques de dégâts créés par les crues et les effets de ruissellement sur le glacier, et de préjudice à l'environnement, les engins, matériels et matériaux de chantier seront évacués des zones de ruissellement des précipitations tous les soirs, week-ends et jours fériés.	Faible
	Ecosystèmes rocheux et de montagne	Il n'y a pas sur la zone d'étude de production de biens associés à ces écosystèmes.	Nul	Sans objet	Nul
		Les aménagements modifient les services de régulation de l'écosystème de montagne par les terrassements induits et les opérations de vidanges. Les aménagements contribuent à modifier la régulation hydrologique par une vidange accélérée du lac, ce qui va augmenter les débits en aval pendant les phases de vidange nocturnes.	Faible sur les services de régulation l'hydrologie (temporaire)	Sans objet	Faible
		L'objectif des travaux sont de réduire, voire supprimer le risque de vidange brutale.	Positif Fort (temporaire)	Sans objet	Positif
		Ils sont sans effets sur les services culturels et récréatifs.	Nul	Sans objet	Nul

Thématiques	ENJEUX		Effets & impacts du projet	Qualification de l'impact	Mesures	Impact résiduel
		Cibles				
			Le paysage est modifié par les travaux par modification de la topographie. D’un paysage de col d’altitude on passe à un paysage de canyon. L’impact reste subjectif sur la valeur patrimoniale des aménités paysagères.	Non évaluable	R2.2.1. Les mesures de réduction de l’impact paysager consistent en : Ramassage et évacuation des déchets hors du site ; Enlèvement des piquets matérialisant les emprises possibles des dépôts ; Régalage des matériaux de dépôts pour maintenir un paysage de col ; Dépôts de quelques gros blocs de façon similaire à ceux visibles sur les zones non remaniés et issus de chutes de blocs depuis l’escarpement rocheux qui domine le lac ; Lissage de la zone de dépôt au godet pour atténuer les traces de chenilles visibles par le passage répété des engins ; Adoucissement des crêtes de talus du chenal lorsque cela est possible ; sur les linéaires de berges rocheuses, le lit et les berges sont laissés en l’état ; En rive droite du chenal, le replat de la risberme est maintenu sur au moins une largeur de pelle puis raccordé au versant en évitant une rupture de pente. Seule la risberme la plus proche du chenal est maintenue, les autres sont retalutées ; Lissage au godet de la piste d’accès pour atténuer les traces de chenilles visibles par le passage répété des engins. Les zones de dépôts seraient recouvertes de cargneules, matériaux sensiblement identiques à ceux naturellement présents sur la zones et donc sans modification des caractéristiques physico-chimiques et granulométriques.	
			Le dépôt d’une partie des matériaux dans le lac actuel peut contribuer au colmatage des substrats de fonds selon la zone de dépôt définie. Pour autant, les cargneules permettent des conditions de colonisation plus favorables, notamment pour la flore bryologique (observation effectuée sur site au cours de l’été 2024). L’analyse des données, actuellement disponibles, laisse penser que la trajectoire évolutive des milieux sous glaciaire donnera lieu à des formes de lapiaz. Une mosaïque des substrats peut conduire à une plus forte diversité d’espèces sur le site.	Non évaluable Faible à fort	R2.1.7. Définition des zones du lac pour lesquelles le substratum est de type rocheux (à moindre impact pour les milieux à venir)	Faible

ENJEUX		Effets & impacts du projet	Qualification de l'impact	Mesures	Impact résiduel
Thématiques	Cibles				
Conservation du patrimoine naturel remarquable	Flore remarquable : Les inventaires 2024 ont mis en évidence la présence d'une bryophyte remarquable	Les emprises projet se situent sur des zones dépourvues de végétation. Sans objet	Nul	R2.1.6. Aucune espèce vulnérable n'est connue sur le site. Néanmoins, en cas de découverte d'espèce ou milieu naturel remarquable ou sensible en cours de chantier, des mesures de préservation adaptées pourront être mises en place.	Nul
	Faune remarquable : Les inventaires 2024 ont mis en évidence la présence de 15 espèces remarquables	Le faible nombre d'espèces confirment que les milieux, encore jeunes, sont en cours de colonisation. La faible densité de végétation au regard de la surface du site limite la biodiversité. Les emprises projet se situent sur des zones remaniées en 2023 et dépourvues de végétation, les moins sensibles à la présence des espèces relevées dans les inventaires 2024. Les travaux et la circulation des engins dès la fonte des neiges va induire une mise à distance, notamment du lagopède alpin. Les autres espèces d'oiseaux pourront être dérangées dans leur activité. Pour les insectes, les zones de forte sensibilité sont les zones de végétation plus ou moins denses, non touchées par les travaux.	Faible au dérangement	R2.1.6. Aucune espèce vulnérable n'est connue sur le site. Néanmoins, en cas de découverte d'espèce ou milieu naturel remarquable ou sensible en cours de chantier, des mesures de préservation adaptées pourront être mises en place.	Faible
		Le surcreusement du chenal peut constituer à terme un piège aux petits et grands mammifères, notamment sur les secteurs où les berges sont les plus raides ; un échappatoire restant possible vers l'exutoire du chenal.	Non évaluable	R2.2.1. En rive droite du chenal, le replat de la risberme est maintenu sur au moins une largeur de pelle puis raccordé au versant en évitant une rupture de pente. Seule la risberme la plus proche du chenal est maintenue ; les autres sont talutées et lissées.	
		Les deux espèces remarquables identifiées sur le Doron de Prémou se situent au niveau des sources. Les effets de la vidanges (variation des débits et mise en suspension de particules fines sont donc sans effet sur ces milieux annexes.	Nul	Sans objet	Nul
	Habitats remarquables : L'habitat dominant est un habitat d'intérêt communautaire. Les zones remaniées ont été rattachées à cet habitat en raison de leur trajectoire naturelle probable.	Les habitats des emprises projets 2023 vont être modifiés par les terrassements et à nouveau transformés en sols nus à l'issue des travaux. Pour autant, cette emprise n'avait pas été colonisée par la végétation en 2024. Le remaniement des substrats sur l'emprise des travaux 2023 retardant la colonisation par la végétation. Ce retard dans le temps n'est pas évaluable. Ces surfaces sont amenées à être colonisées par la faune et la flore à terme et le rattachement aux éboulis reste probable.	Négatif Faible	E1.1. Le régalage des matériaux de déblais sera effectué sur les emprises remaniées et dans le lac E2.1.1. Un balisage des surfaces de travail autorisées sera établi au démarrage du chantier.	Faible

Thématiques	ENJEUX	Effets & impacts du projet	Qualification de l’impact	Mesures	Impact résiduel
	Cibles				
Espèces et habitats réglementés	Faune protégée Les inventaires 2024 ont mis en évidence la présence de 4 espèces protégées, dont 2 avérées sur site et 2 potentiellement présentes de passage	Les travaux peuvent constituer un facteur de dérangement en raison des émissions sonores et de la présence quasi continue sur site. La présence des équipes d’intervention au cours de l’été 2025 va tenir éloigné du site les espèces les plus sensibles au dérangement. Cela concerne essentiellement le rougequeue noir et la bergeronnette grise. A priori les espèces faunistiques ont des capacités de déplacement évitant une destruction accidentelle.	Négatif Faible	R2.1.6. Aucune espèce vulnérable n’est connue sur le site. Néanmoins, en cas de découverte d’espèce ou milieu naturel remarquable ou sensible en cours de chantier, des mesures de préservation adaptées pourront être mises en place.	Faible
	Flore protégée : Les inventaires 2024 n’ont pas mis en évidence d’espèce protégées	Les emprises projet se situent sur des zones dépourvues de végétation	Nul	R2.1.6. Aucune espèce vulnérable n’est connue sur le site. Néanmoins, en cas de découverte d’espèce ou milieu naturel remarquable ou sensible en cours de chantier, des mesures de préservation adaptées pourront être mises en place.	Nul
	Habitats protégés : Les habitats protégés sont les habitats de repos et de reproduction des espèces protégées. Il s’agit des falaises continentales, pavements rocheux et affleurements rocheux, éboulis, habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée	Les falaises et les pavements rocheux et affleurements rocheux ne sont pas concernées par les travaux de vidange du lac de Rosolin. L’emprise des travaux peut être considérée comme étant au sein des éboulis, habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée. Remaniement des substrats sur l’emprise des travaux 2023, zone sans végétation. Le recouvrement du terrain actuel ne changera pas fondamentalement la nature des habitats observés en 2024 sur cette emprise travaux. Le tassement naturel des matériaux et leur organisation granulométrique verticale ainsi qu’une colonisation par la végétation retardera son évolution possible vers la pelouse d’altitude.	Négatif Faible	E1.1. Le régalage des matériaux de déblais sera effectué sur les emprises remaniées et dans le lac E2.1.1. Un balisage des surfaces de travail autorisées sera établi au démarrage du chantier.	Faible
	Zones humides : les zones humides identifiées se situent en marge d’affluents du Doron de Prémou et au niveau de la zone de confluence des Dorons de Prémou et de Champagny.	Les zones humides se situent hors zone d’influence des travaux.	Nul	Sans objet	Nul

Les impacts résiduels significatifs portent sur le bilan carbone car non évaluable et non quantifiable à ce jour.

10.5 - Mesures compensatoires

MC1 – Compensation des émissions de gaz à effet de serre par séquestration du carbone

Le maître d'ouvrage établira le bilan carbone de l'opération et intégrera une mesure de compensation des émissions de gaz à effet de serre. La compensation pourra porter sur la plantation d'arbres en forêts gérées par l'ONF et/ou la réhabilitation de zones humides.

Les différentes études et synthèses réalisées par l'EFSE montrent que les zones humides participent peu à la séquestration du carbone, hormis les tourbières. Cependant, la réhabilitation de zones humides permet de contribuer au service écosystémique de régulation hydrologique.

Les plantations prévues pour 2025 sont définies comme suit :

Essences	Taille	Quantité
<i>Larix decidua</i> (Mélèze d'Europe)	100/125	80
<i>Pinus uncinata</i> (pin à crochets)	100/125	80
<i>Pinus cembra</i> (pin d'arolle)	100/120	40
<i>Betula verrucosa</i> (bouleau commun)	100/150	30
<i>Sorbus aucuparia</i> (sorbier des oiseleurs)	100/150	30
<i>Acer pseudoplatanus</i> (érable sycomore)	100/150	20

10.6 - Mesures d'accompagnement

MA1 – Gouvernance

La gouvernance de l'opération est constituée d'un comité de pilotage s'assurant de la mise en œuvre des mesures.

MA2 – Apport scientifique

Les images enregistrées par la webcam pendant la durée des travaux seront mises à disposition des scientifiques pour compléter leur analyse de la vitesse de fonte du glacier.

Les études de connaissances du système glacier réalisées dans le cadre de la gestion de ce risque sont portées à la connaissance de la communauté scientifique.

10.7 - Mesures de suivis

Compte-tenu de la temporalité des opérations 2023 et 2024, les inventaires habitats, flore et faune se sont déroulés sur l'année 2024 de manière concomitante à l'opération de siphonage du lac de Rosolin.

Compte-tenu des lacunes de connaissances naturalistes de ces milieux, un suivi d'acquisition et de confortement des données sera mis en place selon le protocole d'inventaires défini en partenariat avec le PNVanoise. Les paramètres de ce suivi seront définis au cours de l'année 2025 et soumis à la DREAL pour avis avant engagement des protocoles validés à partir de 2026. Le suivi prendra en compte les travaux réalisés depuis 2023 sur une durée restant à définir en accord avec le PNVanoise.

Le coût de la mesure est intégré dans la stratégie communale globale de suivi des milieux arctico-alpins, dont le budget annuel est de 30 000 € HT/ année d'inventaire.

10.8 - Conclusions de la séquence ERC

L'analyse des impacts et l'intégration de mesures d'évitement et de réduction, notamment en phase chantier, permet de conclure à l'absence d'impacts significatifs sur la conservation de la biodiversité.

11 - ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET SUR LES SITES NATURA 2000

Il n'y a pas de travaux à proprement parler dans le périmètre des sites Natura 2000, une piste déjà existante sera utilisée pour l'acheminement du matériel sur site ; les aménagements sont hors périmètre, mais à proximité immédiate. L'ensemble des aménagements sont donc considérés dans l'analyse.

Le document d'objectif, validé en 2007, précise les orientations de conservation et gestion. Ces éléments sont précisés dans le tableau ci-après.

Les périmètres N2000 comprennent :

- 13 espèces inscrites à l'annexe 1 de la Directive Oiseaux
- 3 espèces migratrices inscrites à l'annexe 2 de la Directive Oiseaux, ayant une présence significative
- 28 habitats d'intérêt communautaire inscrits à la Directive Habitat.
- 4 espèces inscrites à la Directive Habitat.

Tableau 16 : Objectifs principaux des sites Natura 2000 FR8201783 et FR8210032

Objectifs principaux	Espèces et habitats visés	Exemples de mesures de gestion
Gestion des alpages	Tous les habitats de pelouses Chardon bleu, trèfle des rochers Galliformes de montagne	Plans de gestion pastoral
Gestion des prairies de fauche	Prairies de fauche de montagne	Fauche tardive et fumure limitée Fauche centrifuge
Maintien du chardon bleu	Chardon bleu	Fauche tardive, retard de pâturage, réouverture de prairies embroussaillées
Sensibiliser les professionnels du tourisme	Tous	Journées d'information, labellisation des professionnels
Préservation des falaises	Oiseaux rupicoles	Prise en compte lors des projets d'équipement de falaise, éviter le survol durant les périodes sensibles
Développement de bois sénéscent	Habitats forestiers Oiseaux cavicoles	Laisser du bois mort en forêt gérée, îlots de vieillessement Ne pas faire de coupe rase
Améliorer la gestion des effluents	Habitats aquatiques	Assainissement des refuges et chalets Traitement des effluents d'atelier de fabrication fromagère
Préserver les pelouses et prairies naturelles	Pelouses et prairies	Ne pas boiser, ne pas retourner les prairies, pas de traitements chimiques
Préservation des cours d'eau	Habitats aquatiques	Ne pas assécher, ni canaliser les rivières Ne pas installer d'obstacle à l'écoulement des eaux ou à la circulation des espèces
Préservation des zones humides	Habitats de tourbière, marais... Flore et faune protégées	Ne pas combler, ni drainer, ni assécher les milieux naturels humides Ne pas réaliser de boisement

Les aménagements réalisés n'interfèrent pas directement avec les objectifs des sites. Les cours d'eau ne seront pas impactés par les travaux. Le retrait glaciaire donne lieu à la création d'un lac, dont la trajectoire évolutive naturelle est sa disparition. Les travaux participent à l'accélération de la disparition du lac.

12 - APPROCHES METHODOLOGIQUES

12.1 - Présentation des méthodes utilisées

L'évaluation des impacts est basée sur une analyse cartographique croisée des enjeux et des emprises des travaux, ainsi que sur une approche à dire d'expert. Les impacts non évaluables ont été qualifiés de significatifs par application du principe de précaution.

12.1.1 - Flore vasculaire et habitats

- Recherche de stations d'espèces protégées

Nous effectuons une recherche systématique des stations d'espèces protégées et menacées connues ou potentielles (après une première approche bibliographique). Les recherches sont orientées en fonction de l'écologie des espèces concernées.

Les stations d'espèces protégées et menacées sont relevées au GPS pour être intégrées à notre base de données géoréférencée. Pour chaque station plusieurs informations sont relevées : nombre de pieds, surface, état de conservation, ...

- Relevés floristiques par type de formation

Au préalable, une analyse des photographies aériennes de la zone d'étude permet de repérer visuellement les entités écologiquement et floristiquement homogènes.

Sur le terrain, des relevés de la flore sont réalisés pour chaque zone semblant présenter un habitat distinct. Ce travail nous fournit l'inventaire botanique de chaque formation d'une part, et contribue à l'inventaire floristique de la zone d'étude d'autre part.

- Relevé des paramètres stationnels

Nous indiquons, pour chaque habitat, des caractéristiques environnementales pouvant influencer la fonctionnalité des milieux : topographie, conditions édaphiques, hygrométrie, indices de dégradations, stratification et densité de la végétation, alimentation en eau... Ces données, couplées aux relevés floristiques, permettront de caractériser et cartographier les habitats.

12.1.2 - Bryoflore

L'observation de la zone d'étude met en évidence quatre principaux secteurs à savoir :

- Le substrat nu avec quelques plantes mais dépourvu de bryophytes ;
- Des blocs à l'abri desquels des bryophytes peuvent se développer ;
- Les cargneules avec leurs anfractuosités abritant le plus de bryophytes ;
- Les secteurs les plus anciens avec quelques bryophytes sur le substrat.

La stratégie de prospection, a donc consisté à sélectionner les microhabitats dans lesquels se développent les bryophytes.

12.1.3 - Faune

12.1.3.1 - Mammifères

Aucune prospection spécifique n'a été menée pour ce groupe. Les traces et indices étaient relevés de façon opportuniste et aléatoire lors des autres prospections. Aucun enjeu particulier n'avait été identifié en amont.

12.1.3.2 - Avifaune

Ce groupe a fait l'objet de plusieurs visites entre mars et août. Les objectifs étaient :

- De vérifier l'occupation/fréquentation du site au cours de l'année (saisonnalité ?) ;
- De définir le peuplement présent,
- De définir le statut biologique des espèces contactées.

Une visite spécifique a été réalisée en juin en période de chant et parades du lagopède alpin. Le passage a été réalisé entre 5h et 8h du matin en ski de randonnée au regard de l'accessibilité.

12.1.3.3 - Entomofaune

Plusieurs groupes taxonomiques ont fait l'objet de recherches et prospections spécifiques. En dehors des papillons de nuit ; qui ont bénéficié d'une capture nocturne à la LépiLED ; les prospections ont principalement consisté en de la recherche active par parcours des secteurs *a priori* favorables.

Les groupes spécifiquement étudiés étaient :

- Les papillons (de jour et de nuit),
- Les araignées,
- Les orthoptères,
- Les mollusques.

Les deux derniers taxons n'ont fait l'objet d'aucune observation malgré les recherches.

Lors des prospections, des captures opportunistes ont été réalisées pour les insectes afin de les transmettre à un réseau d'experts partenaires. C'est notamment le cas des trichoptères adultes (Gennaro COPPA), des hyménoptères (Philippe FRANCOZ, FLAVIA et Joël BLANCHEMAIN, Parc National de la Vanoise) et coléoptères (Benoît DODELIN, indépendant). Il avait été convenu avec Damien COMBRISSE (PN des Ecrins) de prélever des mollusques et de lui transmettre pour identification.

Les détails des approches méthodologiques sont précisés ci-après.

Papillons (FLAVIA)

Inventaire diurne

L'opérateur parcourt un itinéraire aléatoire sur l'ensemble des milieux favorables à la présence des lépidoptères sur le site d'étude. Cette technique permet de générer une bonne pression d'échantillonnages, favorisant la détection des espèces en faibles effectifs ou peu mobiles. Le stade du cycle biologique privilégié lors des prospections est celui de l'imago (papillon adulte). Néanmoins, à ces hautes altitudes, la recherche des stades préimaginaux (œuf, chenille, chrysalide) est très importante, car de nombreuses espèces à l'état imaginal sont difficiles à détecter ou alors volent sur des périodes courtes qui ne sont pas toujours en phase avec les dates d'inventaires. Ainsi, au cours de cette étude, nous nous sommes attachés à rechercher sous les pierres et à inspecter la végétation lacunaire afin d'observer le plus grand nombre d'espèces de papillons aux différents stades de vie. L'ensemble des lépidoptères observés est déterminé puis géolocalisé à l'aide de l'application smartphone « Occ-Tax-Mobile » du logiciel GeoNature .

Inventaire nocturne

Il consiste à noter systématiquement l'ensemble des lépidoptères actifs de nuit attirés par un système de lampe LED émettant dans l'UV (ultraviolet) et disposé dans des pièges non létaux, monté sur une surface de draps blancs. L'emplacement du matériel est choisi en fonction de la couverture lumineuse sur les différents habitats que l'on veut inventorier et par rapport aux conditions microclimatiques stationnelles (vent, températures, etc.). Les dates ont été choisies, dans la mesure du possible, proches des lunes noires pour limiter les effets concurrentiels de cet astre sur l'efficacité des pièges lumineux (Dufay, 1964). Les relevés ont lieu du crépuscule au lever du jour et la géolocalisation des données se réfère aux coordonnées du piège attractif.

Détermination "in situ"

L'identification des lépidoptères se fait essentiellement à l'habitus. Ce concept repose sur la recherche de critères visuels externes propres à l'espèce comme la couleur, la taille, la forme et les motifs. À cela viennent s'ajouter des notions d'ordre phénologique (périodes de vol), géographique (aires de répartition), écologique (milieu de vie, plante hôte) et comportemental. Ce savoir, acquis sur le terrain ainsi que dans des ouvrages de référence, suffit généralement à déterminer la plupart des espèces *in situ* ; malgré tout, il est parfois nécessaire de procéder à la collecte d'un individu (espèces dont les critères externes visuels sont très proches ou difficilement observables sur le terrain). Dans ce cas, il est transféré dans un flacon, puis un identifiant unique y est alors inséré afin d'assurer la traçabilité de l'échantillon. Conservé dans le réceptacle codifié, l'individu est déterminé ultérieurement en laboratoire ou à la suite d'élevage (individu capturé aux stades préimaginaux). Nous signalons qu'aucune espèce française possédant un statut de protection ne nécessite d'être prélevée pour détermination. Enfin, pour certains complexes d'espèces cryptiques, nous associons nos observations à un morphogroupe. Le morphogroupe est formé à partir du nom de genre et d'espèces, par exemple : *Leptidea juvernica* et *Leptidea reali* = *Leptidea juvernica/reali*. Il est utilisé lorsque les critères de déterminations morphologiques externes et internes sont insuffisants pour identifier les imagos à l'espèce. Le plus souvent, le recours au génotypage est nécessaire pour les déterminer.

Détermination en laboratoire

Selon le stade du papillon, différentes méthodologies de détermination sont utilisées. Pour les stades préimaginaux (œuf, chenille, chrysalide), les individus prélevés sont élevés jusqu'à l'obtention d'un stade déterminable. Dans le cas où l'imago est indéterminable à vue, l'organe reproducteur appelé genitalia (organe sexuel) est généralement caractéristique d'une espèce. Le papillon est alors placé dans un congélateur à -20°C pour être tué, puis son abdomen est disséqué. Le genitalia est nettoyé et préparé sous une binoculaire. Après comparaison avec des schémas ou des photos, l'espèce est identifiée.

Recueil de données et validation

Le recueil de données lépidoptères s'appuie sur les bases de données de l'Observatoire de la Biodiversité en Auvergne-Rhône-Alpes, d'Oreina - Artemisiae et de Flavia APE ainsi que de la bibliographie. L'objectif est d'avoir une vue d'ensemble des connaissances lépidoptériques notées sur le site et produites en dehors du cadre des inventaires commandités pour l'étude. La compilation des données s'est arrêtée au 10 octobre 2024. La validation des données est basée sur le dire d'experts et sur l'analyse d'informations factuelles. Elle tient compte de plusieurs paramètres comme :

- La taxonomie : découverte d'espèces cryptiques scindant d'anciens taxons en plusieurs espèces,
- La morphologie : espèce difficile de détermination sans un niveau d'expertise élevée comme la dissection ou la génétique,
- La biogéographie : distribution de l'espèce à différentes échelles et l'altitude minimale et maximale atteinte,
- L'écologie : plantes hôtes, milieux, phénologie, etc.

A6| Bio-évaluation

Ce travail d'évaluation se base sur la méthodologie définie dans le guide d'élaboration des plans de gestion des espaces naturels mis à disposition en 2021 par l'Office français de la biodiversité (<http://ct88.espaces-naturels.fr>).

La première étape passe par l'identification à l'aide de listes, du ou des statuts des espèces inventoriées. À cette fin, on utilise la base de connaissances "Statuts" publiée par l'UMS Patrimoine Naturel ([Gargominy, O. & Régnier, C., 2021](#)). Elle compile entre autres, les informations des espèces réglementées (protection, directives européennes, espèces exotiques envahissantes (E.E.E.), etc.) et celles qui sont évaluées dans les Listes rouges régionale, française, européenne et mondiale de l'UICN. Seuls les statuts en danger critique d'extinction (CR), en danger (EN) et vulnérables (VU) sont conservés. Cette étape a pour but d'évaluer la « valeur » patrimoniale du cortège lépidoptérique connue sur le site d'étude.

Sur la base du travail précédent, la seconde étape détermine les enjeux du site dans la préservation des papillons statutaires, ou dans le cas d'espèces exotiques envahissantes, la « lutte » contre leur prolifération. L'évaluation de l'enjeu de conservation pour une espèce se fait en deux temps. Premièrement, avec la notation de 3 critères de responsabilité particulière que l'espace naturel a vis-à-vis du taxon étudié : la sensibilité, la représentativité du site et son rôle fonctionnel. Chaque item est évalué à l'aide de 4 valeurs : nulle (-), faible (+), moyenne (++) et forte (+++). Dans un second temps, on identifie pour chaque taxon un niveau d'enjeu de conservation : prioritaire, fort et secondaire, en fonction des valeurs de responsabilités attribuées. On attire votre attention sur le fait que le choix du niveau de l'enjeu est régi par la confrontation des valeurs de chaque item et non par leur addition. Pour plus d'informations sur l'attribution des valeurs et de l'enjeu, reportez-vous au document source.

Néanmoins, bien que pertinente, cette méthodologie de bioévaluation a des limites, notamment en l'absence de référentiels (Listes rouges) ou de connaissances (aire de distribution, écologique, etc.). Pour pallier ces absences, ces paramètres ont été évalués à partir du dire d'experts, lui-même basé sur des données factuelles issues de différentes bases de données, de la bibliographie et de la webographie (ORB, Artemisiae-Oreina / INPN / lepinet.fr, etc.).

Enfin, les valeurs des items de responsabilités et les enjeux de conservation qui en découlent ne sont pas figés dans le temps ; ils sont susceptibles d'évoluer au gré des Listes rouges et de l'amélioration des connaissances sur les taxons.

État des lieux des relevés et de la détermination

Note informative

L'inventaire des lépidoptères est essentiellement basé sur l'échantillonnage des taxons au stade imaginal. Pour tendre vers un inventaire "exhaustif" du cortège de papillons d'un site, cela demande une pression d'échantillonnages importante toute l'année, répétée sur plusieurs années, mais aussi la prospection de tous les milieux, de jour et de nuit, avec différentes typologies de relevés (attraction lumineuse, phéromonale, battage, fauchage, recherche ciblée des espèces monophages ou oligophages à l'aide des plantes hôtes, etc.). Le pic de diversité des lépidoptères au stade imaginal se situe sous nos latitudes de mai à septembre. Néanmoins, on peut en observer toute l'année, même en hiver. Enfin, le cortège de lépidoptères est propre au site du fait qu'il résulte de l'assemblage des milieux et des plantes, de la localisation (latitude, longitude, altitude), de l'histoire biogéographique et des activités humaines. En conclusion, les paramètres énoncés mais aussi les effectifs populationnels et les conditions climatiques lors des relevés sont prépondérants sur le résultat et la complétude d'un inventaire.

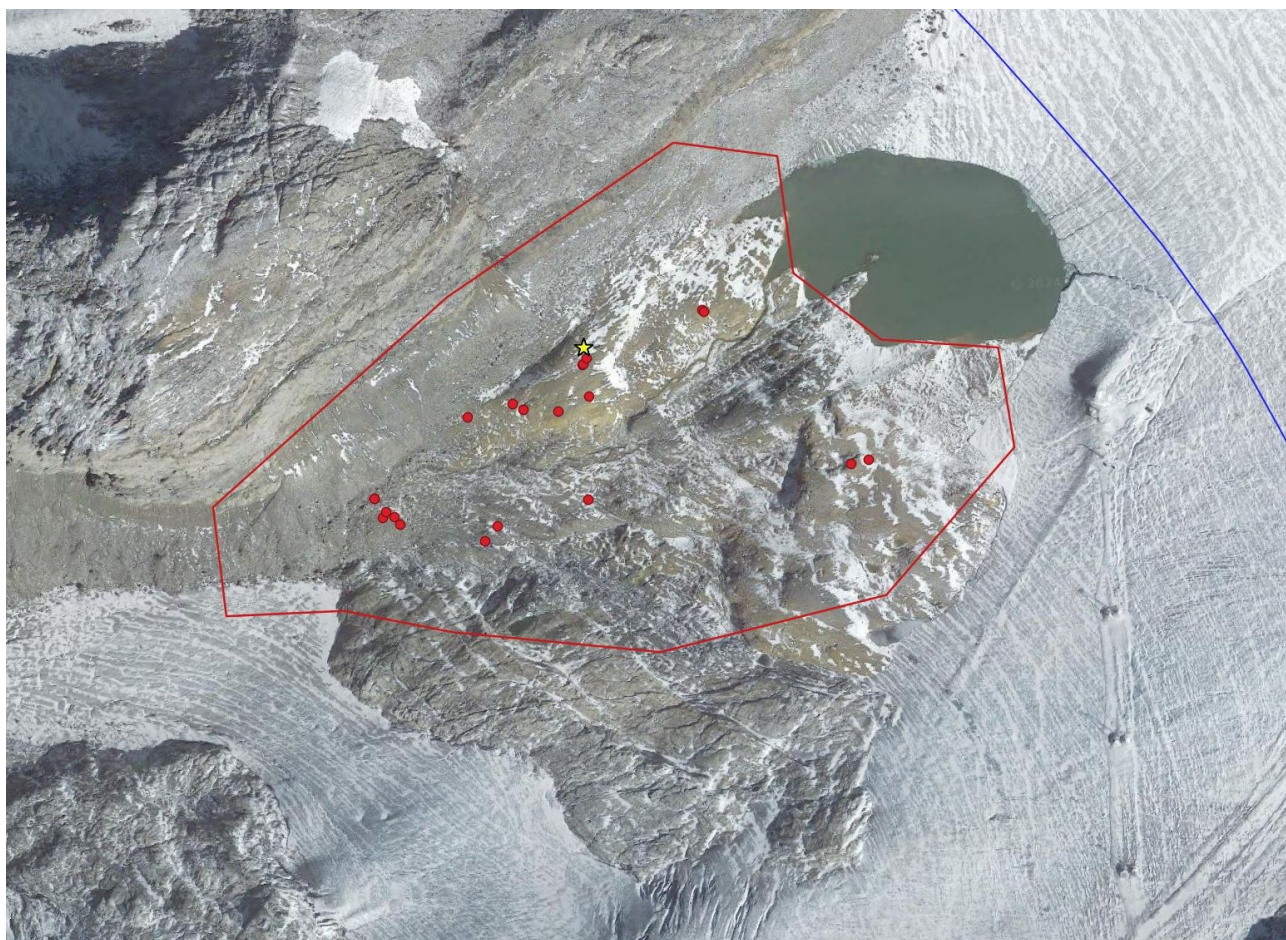
En 2024, la session d'inventaires exploratoires du mois d'août s'est déroulée dans de bonnes conditions. La météo était favorable : température douce pour l'altitude et pour la période de l'année, nuit peu ventée et absence de précipitations. Toutefois, on notera que la session initialement prévue le 29 et 30 juillet a été repoussée du fait d'un enneigement conséquent sur une grande partie de la zone d'étude.

Pression d'échantillonnage

En 2024, nous avons réalisé 1 session d'inventaire exploratoire nocturne et diurne du 28 au 29 août. Sur les 2 jours, les prospections diurnes ont eu lieu de 11:30 à 17:30 puis de 10:30 à 14:30 et l'inventaire nocturne de 20:00 à 00:40. L'inventaire nocturne s'est arrêté à cet horaire du fait que la température avoisinait les 0°C et que pendant plus d'une heure aucun nouveau papillon n'a été observé.

Localisation des relevés

Nous avons focalisé nos recherches sur les secteurs « végétalisés », exposés au soleil et sur les parties hautes des bombements, lieux les plus propices à l'observation des lépidoptères.



Détermination en laboratoire

Les papillons prélevés au cours de l'étude ont tous été déterminés à l'espèce. Au total, 17 papillons ont été identifiés ou confirmés en laboratoire, pour un total de 13 espèces, c'est-à-dire environ la moitié des espèces inventoriées.

Araignées

Sur les deux journées, sept stations différentes ont été prospectées. Sur chacune d'elle, nous avons soigneusement recherché, à vue, les araignées présentes, principalement en soulevant les pierres de petite et moyenne taille. Tous les individus repérés ont été capturés, en général à l'aide d'un aspirateur à bouche et conservés dans l'alcool à 70°.

Les déterminations ont été réalisées sous loupe binoculaire (grossissement jusqu'à X100).

Macroinvertébrés aquatiques du Doron de Prémou

Prélèvements dans le milieu aquatique (larves et nymphes)

Dans le milieu aquatique, les stades de vie représentés sont essentiellement les larves et les nymphes, qui pour certaines familles (exemples des *Baetidae* chez les Ephéméroptères), présentent les caractères distinctifs des espèces. Elles sont donc recherchées dans leur milieu de vie.

Cette recherche ciblée s'effectue en soulevant les éléments du substrat, en s'aidant d'un filet adapté (Surber ou filet Langeron), d'une bassine de prélèvements et d'une pince fine. L'ensemble des habitats présents dans la station est prospecté pour estimer la richesse de manière la plus exhaustive possible.

Prélèvements au filet fauchoir (capture d'adultes aériens)

Les insectes aquatiques ont pour les principaux Ordres (Trichoptères, Plécoptères, Ephéméroptères, Odonates), une phase terrestre ailée servant à la reproduction et à la dispersion des espèces. La recherche

de ces adultes est importante car beaucoup de représentants de ces Ordres ne sont déterminables qu'à partir des pièces génitales, absentes au stade larvaire. Les prélèvements se font à vue à l'aide d'un filet à papillons ou en fauchant la végétation rivulaire avec un filet fauchoir. Les rochers, les sous-berges, les troncs d'arbres, les ponts ou les buses sont également prospectés pour capturer les individus au repos ou les exuvies larvaires. C'est ce procédé qui a notamment été utilisé à 2267 m (voir plus loin) pour capturer les plécoptères adultes.

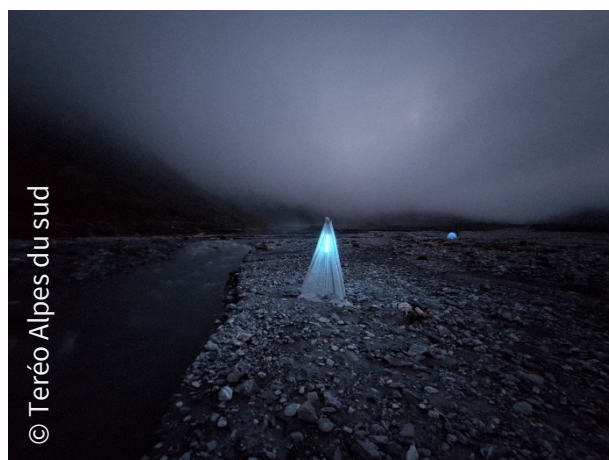
Piégeages lumineux (capture d'adultes aériens)

Beaucoup d'espèces, en particulier chez les Trichoptères, ne sont identifiables qu'en examinant les pièces génitales des adultes. Elles sont pour beaucoup exclusivement nocturnes et présentent un phototropisme positif. Le piégeage lumineux est donc un moyen efficace de les capturer et ainsi, d'augmenter le nombre d'espèces connues dans un milieu.

Lors de la campagne de prélèvements, la station du Doron de Prémou a fait l'objet de chasses de nuit au piège lumineux (au tube actinique de 15W), afin de prélever des adultes nocturnes de Trichoptères, Plécoptères ou Ephéméroptères. Des individus d'autres Ordres ont été par ailleurs collectés et envoyés à un expert national pour détermination. Pour ces captures opportunistes (les Diptères ne faisant pas parti de l'objet d'étude initial) les résultats seront connus ultérieurement.

Périodes de prélèvement

Une seule campagne de prélèvements a pu être réalisée en 2024 : le 26 août 2024. Ceci en raison des contraintes nivales qui s'appliquent dans cette vallée froide et d'altitude. La neige est présente sur le site jusqu'à fin juin, et certaines années particulières, jusqu'à mi-juillet. La date de capture a été choisie pour minimiser le risque d'enneigement tardif (accès) et pour laisser le temps aux espèces tardives le soin de procéder à l'émergence pour capturer un maximum d'adultes.



Photographie 1 : Réalisation de la chasse de nuit à l'aide de deux pièges lumineux, photographie prise in situ



Photographie 2 : Station d'inventaire sur le Doron de Prémou

Stations de prélèvements

La station d'étude, potentiellement sous l'emprise du projet de vidange du lac proglaciaire de Tignes, est le Doron de Prémou (altitude 2142 m).

Afin de compléter les données faunistiques, d'autres sites ont fait l'objet de chasses :

- Les sources en bordure immédiate du Doron de Prémou (alt : 2143 m) afin d'apporter des éléments sur ces milieux peu connus ;
- Un affluent amont du Doron de Prémou (alt : 2267 m) presque à sec, qui n'est pas d'ans l'aire d'influence de la vidange (perché par rapport au lit du Doron de Prémou).



Les invertébrés aquatiques capturés sur place sont conservés dans l'alcool à 80%. Le tri et la détermination se font au laboratoire. La reconnaissance des différentes espèces nécessite la consultation de nombreuses publications et d'ouvrages spécialisés. Si besoin, les identifications réalisées peuvent être validées par des scientifiques référents. Ces résultats échangés permettent aussi de compléter les inventaires nationaux. Après comptage et détermination des individus, ces derniers sont conservés dans l'alcool (80%) dans des tubes étanches rigoureusement identifiés. Ces échantillons sont conditionnés et mis en collection à l'abri de la lumière dans les locaux du CERIA.

Lors des inventaires 2024, le terrain chaotique et instable a amené à éviter les pieds de parois situés partiellement dans la zone d'étude. Des chutes de blocs et mouvements de pierres dans les éboulis ont incités à la prudence. Les secteurs non parcourus sont indiqués sur la carte de la zone d'étude. Celle-ci sera adaptée pour les prochains suivis.

N.B : Nous précisons ici que si l'accès au glacier est relativement facile et sécurisé en véhicule 4x4 puis à pied, certains passages estivaux peuvent présenter des dangers non négligeables : passages de bédrières de 1 à 2 m de largeur ou crevasses peu profondes. La capture nocturne des papillons a été réalisée à 2 personnes pour des raisons de sécurité et des crampons sont nécessaires pour le retour de nuit sur le glacier qui regèle.



Photo 54 : Bédère, petites crevasses et éboulis actif avec chutes de blocs (TEREO, août 2024)

L'année 2024 a connu une météo fraîche et humide une grande partie du printemps et de l'été. La première session de terrain estival était prévue fin juillet. Elle a dû être reportée à deux reprises à cause de la couverture neigeuse trop importante et de la météo (précipitations) pour s'assurer de bonnes conditions d'inventaires. Il nous semble que les prospections entomologiques ne pourront s'envisager avant le mois d'août, même pour une année chaude et sèche.

12.3 - Auteurs

Cette étude a été coordonnée par Anne DOS SANTOS, écologue généraliste expert dotée de plus de 25 ans d'expérience.

L'état initial a été réalisé par plusieurs experts, la plupart membres du bureau d'études Teréo situé à Sainte Hélène du Lac en Savoie, créé en 1995. Teréo est signataire de la charte d'éthique des bureaux d'études.

L'équipe d'intervention était constituée de :

- Lucie BAURET, botaniste (TEREO) ;
- Fabrice CHEVREUX, écologue expert de la faune vertébrée (TEREO) ;
- Jérémie HAHN, expert de la faune vertébrée/invertébrée (TEREO) ;
- Philippe VALLET, écologue indépendant pour l'inventaire des araignées ;
- Yann BAILLET, entomologiste pour l'inventaire des papillons de jour et de nuit (FLAVIA) ;
- Yves LONGEOT, expert indépendant des bryophytes et hépatiques ;
- Pierre CLEVENOT, écologue expert de la macrofaune aquatique (TEREO) ;
- Cyprien DUPONT, écologue confirmé de la macrofaune aquatique (TEREO).

ANNEXES

ANNEXE 1 : ETUDE PRELIMINAIRE DES SOLUTIONS DE GESTION DU LAC DE ROSOLIN (RTM, 2025)

ANNEXE 2 : LISTE DES ESPECES FLORISTIQUES ISSUE DE LA BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE 3 : LISTE DES ESPECES FAUNISTIQUES ISSUE DE LA BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE 4 : LISTE DES ESPECES PRESENTES DANS LA RESERVE NATURELLE NATIONALE TIGNES-CHAMPAGNY

ANNEXE 5 : LISTE DES ESPECES PRESENTES DANS LE PARC NATUREL NATIONAL DE VANOISE

ANNEXE 6 : HABITATS ET ESPECES DU SITE NATURA 2000 FR8201783 – MASSIF DE LA VANOISE

ANNEXE 7 : ESPECES DU SITE NATURA 2000 FR8210032 – LA VANOISE

ANNEXE 8 : LISTE DES ESPECES INVENTORIEES EN 2024

ANNEXE 1 : ETUDE PRELIMINAIRE DES SOLUTIONS DE GESTION DU LAC DE ROSOLIN (RTM, 2025)



Avril 2025

Lac de Rosolin - Tignes

Analyse de solutions pour la gestion du risque associé au lac glaciaire de Rosolin



Historique de la diffusion

Version	Date	Commentaires
V1	30/07/2024	
V2	17/12/2024	Version actualisée suite aux COPIL 9 et 10
V3	8/04/2025	Version actualisée suites aux COPIL 11 et 12

Rédacteur et validation

Rédacteurs et contributeurs du rapport	
Nom - Prénom : GEAY Thomas Fonction : Responsable du pôle expertise du service RTM 73	Nom - Prénom : MARTIN Remy Fonction : adjoint technique au directeur de l'agence RTM des Alpes du Nord

Relecture	
Nom - Prénom : ETCHEVERRY David Fonction : Adjoint au chef de service RTM de la Savoie, ingénieur travaux secteur Savoie Nord.	

Validation/diffusion	
Nom - Prénom : BINET David Fonction : Directeur d'Agence Alpes du Nord	Validé et diffusé le 8/04/2025

Cliché page de garde : travaux réalisés au lac de Rosolin en juillet 2023 © Anthony De-Righi (ONF-RTM)



Sommaire

Table des matières

1. Introduction	5
1.1. Contexte et objectifs du rapport.....	5
1.2. Les enjeux.....	8
2. Mesures organisationnelles de gestion du risque	10
2.1. Interdiction d'accès permanente	10
2.2. Interdiction d'accès temporaire avec pré-alerte	11
2.3. Evacuation des zones exposées avec une détection du phénomène	11
2.4. Conclusions sur les solutions « organisationnelles »	15
3. Mesures structurelles, dites passives	16
3.1. Réduction de la vulnérabilité des enjeux.....	16
3.2. Déviation des écoulements issus d'une vidange rapide du lac de Rosolin.....	17
3.3. Réalisation d'un ouvrage d'arrêt et de rétention.....	17
3.3.1. Sur l'emplacement d'un ouvrage d'arrêt et de rétention	17
3.3.2. Sur le dimensionnement d'une plage de dépôt	18
3.3.3. Sur l'efficacité de la solution, le risque résiduel.....	19
3.3.4. Sur la défaillance ou le dépassement fonctionnel	19
3.3.5. Sur les impacts.....	19
3.3.6. Synthèse sur l'ouvrage d'arrêt et de rétention.....	20
3.4. Réalisation d'un parcours aux moindres dommages	20
3.4.1. Sur le dimensionnement.....	20
3.4.2. Sur l'efficacité de la solution, le risque résiduel.....	22
3.4.3. Sur la défaillance	22
3.4.4. Sur les impacts.....	22
3.4.5. Synthèse sur la réalisation d'un parcours aux moindres dommages.....	22
3.5. Synthèse sur les solutions passives	23
4. Mesures structurelles dites actives	26
4.1. Vidange du lac par abaissement de l'exutoire côté rocher.....	27
4.1.1. Objectif	27
4.1.2. Dimensionnement.....	27
4.1.3. Efficacité.....	27
4.1.4. Impacts.....	28
4.2. Vidange du lac par un tunnel côté Champagny	29
4.2.1. Objectif	29
4.2.2. Dimensionnement.....	29
4.2.3. Efficacité.....	30

4.2.4.	Impacts.....	30
4.3.	Vidange du lac par ouverture d'un chenal d'écoulement côté glacier jusqu'à la côte de 2780 m 31	
4.3.1.	Objectif	31
4.3.2.	Dimensionnement.....	31
4.3.3.	Efficacité.....	31
4.3.4.	Impacts.....	31
4.4.	Vidange du lac par ouverture d'un chenal d'écoulement côté glacier jusqu'au niveau du lac (actuellement 2804m)	33
4.4.1.	Objectif	33
4.4.2.	Dimensionnement.....	33
4.4.3.	Efficacité.....	34
4.4.4.	Impacts.....	36
4.5.	Vidange du lac par ouverture d'une galerie sous-glaciaire jusqu'au verrou rocheux côté Tignes (altitude 2780m) et variante optimisant l'existence d'un moulin M2	37
4.5.1.	Objectif (Copil 06 et 07)	37
4.5.2.	Dimensionnement.....	38
4.5.1.	Efficacité.....	42
4.5.2.	Impacts.....	43
4.6.	Vidange du lac par forages verticaux et connexion au réseau karstique.....	44
4.6.1.	Objectif	44
4.6.2.	Dimensionnement.....	44
4.6.3.	Efficacité.....	44
4.6.4.	Impacts.....	44
4.7.	Vidange du lac par siphonnage	45
4.8.	Vidange du lac par pompage.....	46
4.8.1.	Objectif	46
4.8.2.	Dimensionnement.....	46
4.8.3.	Efficacité.....	48
4.8.4.	Impacts.....	49
4.9.	Conclusions sur les solutions actives	50
5.	Discussion sur une stratégie de gestion du risque.....	51
5.1.	Maintenir le volume de lac au fil des années	51
5.1.1.	Vers la définition d'un volume critique ?	51
5.1.2.	Projection d'évolution du volume du lac.....	51
5.2.	Sur la définition d'une stratégie de gestion du risque.....	54
	Références Bibliographiques	56
	Annexe 1	57
	Annexe 2	59

1. Introduction

1.1. Contexte et objectifs du rapport

Un lac proglaciaire s'est formé au front du glacier de la Grande-Motte sur la commune de Champagny-en-Vanoise. Ce lac, dit lac de Rosolin, déverse actuellement en direction de Champagny-en-Vanoise, dans le bassin versant du Doron de Prémou.

Les mesures d'épaisseur du glacier, par géoradar (Geosat en 2011-2014, puis IGE en 2023), montrent que le substratum rocheux sur lequel repose le glacier (et donc le lac) plonge en direction de Tignes-Val Claret dans le Creux des Balmes. Une fois le glacier disparu, les écoulements se feront donc en direction de Tignes. Le changement de bassin versant se fera lorsque la cote du col glaciaire se sera abaissée jusqu'à la cote du lac.

Compte-tenu de la configuration actuelle du site, un scénario de vidange sous-glaciaire du lac de Rosolin ne peut être exclu. Ce scénario de vidange sous-glaciaire a été étudié au cours de l'année 2023 (Voir synthèse RTM du 07 avril 2024). L'emprise du scénario comprend un certain nombre d'enjeux situés dans le Creux des Balmes et Val-Claret. La probabilité d'occurrence du scénario ne peut être déterminée. La probabilité d'occurrence d'une vidange sous-glaciaire est, au premier ordre, liée aux caractéristiques du barrage de glace (dimensions, étanchéité).

L'appréciation des scénarios potentiels prend en considération les évolutions climatiques constatées et projetées. Le recul du glacier et sa perte de masse sont inéluctables. Aussi, il est considéré que la stabilité du barrage de glace diminuera au fil des prochaines années jusqu'à atteindre un point où non seulement le scénario de vidange sous-glaciaire (vidange rapide) perdurera mais auquel un scénario de vidange brutale, par rupture du barrage de glace, deviendra un scénario de plus en plus probable.

Par ailleurs, le glacier de la Grande Motte est connu pour évacuer la grande majorité de ses eaux de fonte par un grand système karstique : les karsts de la Vanoise. Les observations de terrain, dont l'exploration des moulins menée par la société CorDATA le 18 octobre 2023 à la demande de la commune de Tignes, ont confirmé la proximité d'infiltrations des eaux de fonte dans ce réseau karstique à proximité du lac (point le plus proche observé situé à 300 mètres, dans le moulin M2). Aussi, le scénario de vidange du lac par une infiltration dans le réseau karstique est un autre scénario de vidange probable à l'avenir. Le risque de vidange rapide, voire brutale, perdurera tant que les débits entrants dans le lac sont supérieurs aux débits absorbés par le réseau karstique.

Ce sont donc 3 scénarios d'évolution qui sont considérés aujourd'hui :

- une vidange sous glaciaire possible avec propagation vers Tignes/Val-Claret,
- une rupture de barrage glaciaire possible à moyen terme,
- une connexion au réseau karstique (équivalent à la vidange sous glaciaire mais avec une propagation dans le réseau) possible (quasi certaine) à moyen/long terme.

L'appréciation des dommages potentiels d'une vidange prendrait en considération l'intensité du phénomène qui est en grande partie liée au volume d'eau pouvant se vidanger. Le volume d'eau est pris égal au volume d'eau situé au-dessus du verrou rocheux situé côté Tignes, à l'altitude de 2780 m.

D'après les estimations fournies par les mesures radar et investigations de l'IGE, un volume d'eau de l'ordre de 150 000 m³ était présent au mois de juin 2023. Les travaux entrepris à l'été 2023 ont permis de réduire ce volume à moins de 50 000 m³ selon les mesures effectuées par Latitude Drone le 29 Aout 2024.

Ce volume augmentera au cours de chaque saison de fonte. Considérant le rythme moyen de perte d'épaisseur du glacier dans le secteur du lac (3 à 5 m/an) observé ces dernières années, nous estimons que le volume du lac devrait augmenter à minima de 30 000 à 40 000 m³/an (RTM, 07 avril 2024). Aussi, si aucune action n'est menée, l'intensité du phénomène associé à un scénario de vidange rapide (ou brutale) est amenée à augmenter au cours du temps (et donc les dommages potentiels également).

Finalement, nous retenons :

- (1) Qu'un scénario de vidange du lac par le réseau karstique semble probable à l'avenir compte-tenu de la géologie du site (remarque : l'impact d'une vidange dans le réseau karstique n'a pas été étudiée mais le niveau de risque associé est probablement bien moindre que le scénario de vidange rapide/brutale)
- (2) Qu'un scénario de vidange rapide (voire brutale) du lac ne peut être exclu. Ce scénario est considéré comme à risque, et ce risque augmente avec le temps.
- (3) Que la situation est évolutive dans le temps compte-tenu des variations saisonnières (ex : lac gelé, exutoire « bouché » par la neige) et de la fonte du glacier qui s'accélère en contexte de changement climatique.

L'ensemble de ces éléments a été partagé au fil des 8 comités de pilotages qui se sont réunis entre le 16 juin 2023 et le 28 juin 2024. En sus des études visant à mieux connaître l'environnement du lac, son évolution et les risques associés, des solutions de gestion du risque ont été étudiées, présentées et discutées. Des décisions concertées, alimentées par l'évolution des connaissances au fil des études et observations notamment, ont été prises au fil de ces différents COPIL (cf. comptes rendus de COPIL). On peut retenir :

- Le premier COPIL (16 juin 2023) a défini plusieurs actions à mener, avec pour objectif principal d'intervenir rapidement pour réduire l'aléa induit par la présence du lac d'origine glaciaire de Rosolin, situé sur la commune de Champagny mais dont les enjeux, en cas de vidange brutale, se trouvent sur le territoire de la commune de Tignes.
- Le second COPIL (21 juillet 2023) a acté la fin de la phase 1 des travaux, consistant à abaisser de 3 mètres l'exutoire naturel du lac par le creusement d'un chenal déversant du côté de la commune de Champagny, et a convenu de la nécessité d'enclencher les démarches pour la phase 2 des travaux, pour abaisser de 3 mètres supplémentaires cet exutoire. Une évaluation plus précise du volume restant, donc des risques résiduels, était alors prévue dès réalisation de la bathymétrie.
- Le troisième COPIL (08 août 2023) a présenté les résultats de la bathymétrie du lac, permettant d'estimer plus précisément le volume du lac en fin de phase 1, la nécessité des travaux de la phase 2 avec un suivi environnemental par TERE0 et KARUM et les discussions pour l'après phase 2.
- Le quatrième COPIL (08 septembre 2023) a permis de dresser le bilan provisoire des travaux de la phase 2 et de tracer les premières perspectives d'études et de travaux en vue de la campagne 2024.
- Le cinquième COPIL (17 novembre 2023) a présenté le volume du lac à l'automne 2023 ainsi que son évolution probable dans les années à venir. La décision d'agir à nouveau dès 2024 pour réduire le volume du lac est prise. Le RTM a présenté son analyse des solutions de travaux pour les années à venir ainsi qu'un rétroplanning montrant qu'une prise de décision devrait être rapide en fonction des différents délais liés à l'établissement d'un marché de travaux et des délais liés aux procédures environnementales.
- Le sixième COPIL (18 décembre 2023) a présenté les travaux prévus l'été 2024 avec une stratégie de gestion pluriannuelle. Le choix retenu est celui pour l'été 2024 d'un siphonnage jugé peu coûteux et fonctionnel afin de contenir le lac au volume actuel supposé ainsi qu'en 2025 d'une galerie de glace pour vidanger complètement le lac.
- Le septième COPIL (12 avril 2024) a présenté les principes des travaux de siphonnage prévus à l'été 2024 avec notamment les incertitudes liées à cette solution. L'IGE a détaillé son programme d'investigation pour 2024, avec la poursuite du suivi du glacier et avec la proposition de modélisation de la cinématique de surverse (incision dans la glace) et de vitesse de fermeture de la galerie dans la glace.
- Le huitième COPIL (28 juin 2024) a présenté le planning des travaux de siphonnage pour l'été 2024. Également, l'IGE a présenté son étude de faisabilité pour vidanger le lac par une surverse sur le glacier (via un chenal ouvert ou via une galerie sous-glaciaire), une possibilité de vidange incomplète est identifiée. Il est convenu de continuer les investigations visant à vidanger le lac par une galerie sous-glaciaire afin de lever un maximum d'incertitudes d'ici la fin Août

2024.

- Le neuvième COPIL (26 août 2024) a fait le point sur les travaux de siphonnage toujours en cours. Un retour d'expérience a été présenté sur la remontée temporaire du niveau du lac observée en mai/juin 2023 en raison de l'obstruction du chenal par une importante quantité de neige. Enfin, un point de présentation a été fait sur l'étude de vidange du lac par une galerie sous-glaciaire. Si la faisabilité d'une galerie semble confirmée son efficacité reste très incertaine.
- Le dixième COPIL (14 octobre 2024) a fait le point sur le fonctionnement du système de siphonnage. Compte-tenu de nouvelles informations (mise en charge du moulin M2, résultats préliminaires sur la fermeture d'une galerie par fluage de la glace), le COPIL a remis en question le choix de réaliser une galerie sous-glaciaire pour vidanger le lac de Rosolin et souhaite à nouveau examiner d'autres opérations pour gérer le risque de vidange rapide du lac.
- Le onzième COPIL (18 décembre 2024) s'est prononcé favorablement, pour la gestion en 2025, à un renouvellement du siphonnage, à la préparation d'un marché de travaux pour un nouvel abaissement de l'exutoire côté Champagny. Les solutions galerie, tunnel dans la glace et plage de dépôt dans le Creux des Balmes ne seront pas mises en œuvre en 2025 mais continuent d'être étudiées.
- Le douzième COPIL (3 mars 2025) a décidé de ramener l'objectif d'abaissement, pour les travaux 2025, à -3m (et non -6m) par creusement de l'exutoire côté Champagny, et s'est prononcé favorablement au test d'une solution de pompage dès 2025.

Ce rapport fait le bilan à date d'avril 2025 des incertitudes qui ont pu être levées jusqu'à présent. Bien que des décisions aient été prises au fil des différents COPILs, cette actualisation de l'étude de faisabilité permet de :

- (1) Consigner l'ensemble des réflexions dans un rapport de synthèse (les réflexions portées jusqu'à présent – concernant les solutions de gestion – sont disséminées dans les présentations des huit derniers COPILs). La grande majorité des éléments contenus dans ce rapport est issue de ce précédent travail, quelques précisions et corrections ont été apportées.
- (2) Tenir compte de l'ensemble des connaissances actuelles et affiner la réflexion vis-à-vis de ces nouvelles connaissances.

L'objectif du présent rapport est de présenter l'ensemble des pistes de solution identifiées pour gérer le risque associé au lac de Rosolin.

Dans un premier temps, nous nous attacherons à étudier un panel de solution très élargi : les stratégies d'ordre organisationnel (alerte, mise en sécurité) ou structurel (travaux de protection de natures passives ou actives) seront abordées. Nous présenterons les principes de dimensionnement de ces solutions, nous qualifierons l'efficacité de chacune des solutions, les incertitudes (notions de fiabilité et de robustesse) et identifierons l'impact de ces solutions (impacts financiers, environnementaux, socio-économiques).

Dans un second temps, nous présenterons différentes stratégies possibles de gestion du risque (ces stratégies peuvent être construites à partir des différentes solutions de gestion du risque). Ces stratégies seront mises en regard des décisions prises jusqu'à présent par le COPIL afin de les circonstancier au regard des nouvelles données et des évolutions observées (à noter que l'aspect évolutif du phénomène rend la gestion de celui-ci très délicate). Eventuellement, les décisions prises feront l'objet d'actualisation lors d'un prochain copil.

1.2. Les enjeux

La stratégie de gestion du risque associé à une vidange rapide du lac de Rosolin doit être établie au regard des enjeux potentiellement exposés et de choix de protection de ces enjeux. Comme proposé dans l'étude du RTM du 07 avril 2024, les enjeux à l'aval du lac de Rosolin (côté Tignes) ont été représentés par 7 zones d'enjeux.

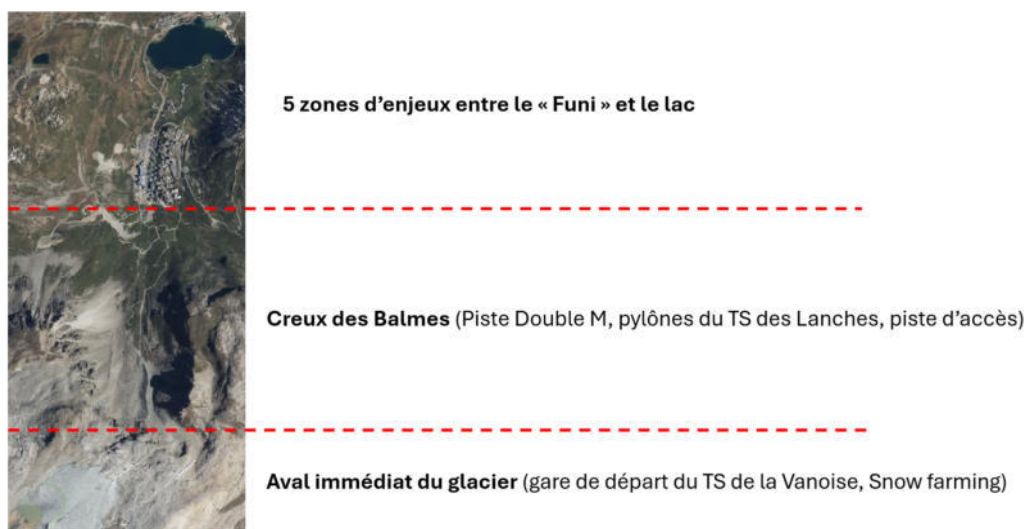


Figure 1 : zones d'enjeux entre le lac de Rosolin et le lac de Tignes (adapté de la présentation au COPIL 1 du 16 juin 2023)



Figure 2 : zoom sur les 5 zones d'enjeux entre le secteur du « Funi » et le lac de Tignes (adapté de la présentation au COPIL 1 du 16 juin 2023)

Les enjeux potentiellement impactés sont directement dépendants de l'emprise du scénario de vidange considéré, les impacts sont dépendants de l'intensité du scénario. L'emprise et l'intensité sont difficilement définissables ; ce qui est certain est que l'emprise et l'intensité augmentent avec le volume d'eau mobilisé.

Au premier ordre, on peut se demander quel est le volume du lac à scénariser sachant que ce volume est variable dans le temps considérant des évolutions « naturelles » (ex : vidange dans le réseau karstique, augmentation du volume du lac avec la perte de masse du glacier, variations du volume liées aux saisons) et des évolutions anthropiques (ex : travaux de 2023).

Le Tableau 1 rappelle les impacts projetés dans chacune des zones d'enjeux pour un scénario de vidange rapide du lac de Rosolin de 250 000 m³ (COPIL 1 du 16 juin 2023). Notez que le volume de vidange considéré est élevé (il s'agit du volume du lac initialement estimé en mai 2023, avant toute mesure in-situ).

Tableau 1 : analyse des impacts sur les enjeux bâti d'un scénario de vidange rapide du lac de Rosolin en juin 2023 (présentés au COPIL n°1 pour un volume de lac estimé à 250 000 m³). Notez qu'actuellement (début d'été 2024) le volume du lac est estimé entre 35000 et 70000 m³.

Zone d'enjeux	Enjeux infrastructures	Sur l'atteinte des enjeux	Aléas/Endommagements possibles
Aval immédiat glacier	Gare de départ du Télésiège de la Vanoise	Probable en tenant compte des données radar 2011	A affiner sur le terrain ¹
Creux des Balmes	Piste Double M Pylônes TS des Lanches	Oui	Pentes importantes, érosions importantes possibles → risque de destruction des infrastructures.
Secteur du « Funi »	Locaux STGM (bureaux, locaux techniques) Gare TS des Lanches Départ du funiculaire	Oui	Rupture de pente brutale, vitesses encore élevées/engravement pluri métriques → risque de dommages voire de destruction des infrastructures (impacts dynamiques forts), écoulements/engravements à l'intérieurs des bâtiments.
Secteur Bollin/Tichot	Gare TS Bollin et Tichot Stand « vélo » Premiers commerces (Taverne des neiges...)	Oui	Engravements importants, vitesses plus faibles (~150m après la rupture de pente)→ possibles destructions pour les bâtiments les plus exposés (impacts dynamiques sur les faces amont)
Secteur Club-Med	Club-Med Commerces des rdc	Inondation très probable. Engravements pluri métriques probables si lave suffisamment volumineuse ou fluide.	Dommages potentiellement importants sur la face amont des bâtiments (dépendant de la durée de la vidange et du volume). Dangereux pour les points bas et les rdc (possibles remplissages des bâtiments par matériaux solides).
Secteur RD	Route départementale	Atteinte peu probable de la route par lave. Inondation probable (possible transport solide fin)	Accès compliqués par la route départementale, possibles érosions en particulier au niveau des talus (pente plus forte qu'à Val Claret).
Secteur lac de Tignes	Lac de Tignes et ses abords	Oui par des écoulements liquides (avec transport solide de fin)	Montée des eaux progressive dans le lac (<1m) → Terrains de sports inondés

¹Lors de la réalisation de ce travail (juin 2023), il faut noter que l'enneigement était encore important en altitude

Il est en l'état fait un bilan des dommages potentiels aux enjeux bâtis (fixes), l'exposition des personnes n'est pas abordée. La raison est simple, la vulnérabilité humaine implique que toute personne dans l'emprise du phénomène s'expose à un risque de mort.

2. Mesures organisationnelles de gestion du risque

Une mesure organisationnelle repose sur un dispositif d'alerte et une gestion progressive des évolutions observées (observables) pour in fine, à défaut de protéger les enjeux fixes, protéger les enjeux humains par des mesures d'évacuation. L'objectif peut concerner les personnes présentes dans des bâtiments, mais aussi des personnes présentes sur le site selon le Maître d'Ouvrage (en la matière la question de la fréquentation du domaine skiable se pose). Nous parlerons de niveau d'enjeux humains par la suite : personnes dans les bâtiments, personnes sur des infrastructures (routes, remontées et pistes de ski), personnes présentes sur le site (hors-pistes, randonneurs ...)

Cette partie présente les potentielles solutions d'organisation pouvant être mises en œuvre afin de limiter les impacts d'une vidange rapide (ou brutale) du lac de Rosolin sur les personnes. Ce type de solution vise à protéger les personnes et non les infrastructures/bâtiments qui sont fixes.

Trois types de mesure organisationnelle sont étudiées :

- Une interdiction permanente d'accès
- Une interdiction temporaire d'accès en cas de pré-alerte
- Une évacuation en cas d'alerte par détection du phénomène de vidange rapide

Les deux dernières mesures organisationnelles pouvant être complémentaires.

2.1. Interdiction d'accès permanente

Concernant les enjeux humains (liés aux personnes), il est possible de réduire le risque en interdisant ou règlementant, de manière permanente, l'accès aux zones potentiellement exposées.

Concernant les personnes exposées en dehors des bâtiments, il pourrait par exemple être envisagé d'interdire/réduire l'accès au Creux des Balmes (été comme hiver) ce qui aurait pour conséquence de fermer/règlementer ce secteur pour la pratique du ski mais également pour le personnel et les engins qui empruntent le vallon afin d'entretenir le domaine skiable par exemple. Le même type de mesure pourrait être pris au niveau du front de neige à Val Claret, ce qui impliquerait la fermeture d'une bonne partie du domaine skiable de Tignes ainsi que des activités associées au tourisme « 4 saisons ».

Concernant les enjeux humains situés à l'intérieur des bâtiments (par ex : locaux STGM, Club Med), une alternative à l'évacuation préventive pourrait être de ne plus occuper les pièces les plus exposées (pièces en sous-sol/rez-de-chaussée, pièces ayant des ouvertures faisant face aux potentiels écoulements, etc.).

Concernant la fréquentation du site, elle est évolutive, avec les saisons : quantité de personnes présentes, activités réalisées (ski en hiver, randonnée en été pour exemple).

Les principaux inconvénients de ce type de mesure sont leurs coûts indirects. L'impact socio-économique de ces mesures est très important (exemple : perte de revenus, chômage technique, contentieux). En ce sens, l'aspect très évolutif du phénomène et les incertitudes conséquentes sur ces effets rendent complexes une décision de ce type.

Le COPIL ayant privilégié dès juin 2023 des solutions de réduction de l'aléa (travaux préventifs) à des mesures de ce type, une interdiction d'accès permanente des zones exposées (tant que le risque de vidange rapide est possible) n'est pas étudié dans ce rapport.

2.2. Interdiction d'accès temporaire avec pré-alerte

Par pré-alerte, nous entendons la mise en place d'une organisation (évacuation de Val Claret) basée sur une anticipation du scénario de vidange sous-glaciaire. Ce type d'organisation constitue une solution intermédiaire entre des mesures permanentes et un système d'alerte déclenchant une évacuation. La pertinence d'une telle solution est à étudier au cas par cas, et dépend notamment de la capacité à identifier des périodes où le risque est plus probable, et à définir des seuils de pré-alerte.

L'expertise de l'IGE (rapport du 30 janvier 2024) indique « qu'une vidange brutale peut se produire à n'importe quel moment de l'année (été comme hiver) ».

Ce même rapport précise que les données radars confirment « le risque d'une vidange soudaine et imprévisible du lac par un chenal sous-glaciaire en direction de Tignes ».

A l'aide d'une analyse étudiant l'occurrence d'événements de vidanges de lacs glaciaires, l'analyse du RTM (07 avril 2024) suggère « que la probabilité de survenance d'une vidange sous-glaciaire soit beaucoup plus réduite en hiver qu'en été ».

Également, le rapport du RTM (07 avril 2024) indique « A notre connaissance, il n'existe pas vraiment de méthode permettant de quantifier la probabilité de survenance d'une vidange sous-glaciaire. ».

A ce stade il ne ressort donc pas encore de consensus sur un ou des seuil(s) fiable et robuste pour gérer une pré-alerte efficace pour tous les niveaux d'enjeux humains.

2.3. Evacuation des zones exposées avec une détection du phénomène

Une troisième mesure organisationnelle consisterait à mettre les personnes en sécurité en cas de détection du phénomène de vidange.

Pour préciser les données structurantes de ce type de mesure, elle implique :

- Un dispositif de surveillance susceptible de manière fiable de déclencher une mise en sécurité des personnes (par exemple : évacuation) ;
- Un dispositif de mise en sécurité des personnes compatibles avec les délais attendus du phénomène (compétence de type sécurité civile), les mesures organisationnelles associées à l'alerte.

Cette mesure organisationnelle doit être « réalisable » au sens de la mobilisation de moyens (sur des périodes plus ou moins longues) au sens du délai de mise en œuvre (temps d'évacuation des personnes avant impact, temps d'évacuation avant retour).

Sur le délai d'alerte

En supposant que l'on arrive à détecter une vidange soudaine et que l'alerte soit transmise (par exemple par une sirène), il faut alors réfléchir à la mesure organisationnelle pouvant être prise afin de limiter les impacts.

Cette organisation est en grande partie contrainte par le temps disponible pour agir (exemple sur la Figure 3). Au premier ordre, le temps disponible dépend de la durée écoulée entre le moment où le seuil est détecté et le moment où les impacts sur les enjeux vont se produire (soit grossièrement le temps de propagation de l'événement entre l'endroit où le phénomène est détecté et les enjeux à protéger). Le Tableau 2 présente une estimation de ce temps de propagation entre le front du glacier et le secteur du Funi, il n'excède pas quelques minutes.

Aussi, si l'objectif de la mesure est d'évacuer les personnes présentes au niveau du secteur du funi, il faut pouvoir s'assurer que cela soit faisable dans ce délai imparti de quelques minutes. Au-delà de ce temps imparti, les modalités de mise en sécurité des personnes pendant l'événement de vidange rapide (d'une durée estimée de quelques heures) doivent être analysées et précisées.

Notez que le temps imparti pour sécuriser des personnes dans le creux des Balmes (par exemple des skieurs sur la piste double M ou du personnel présent au niveau de la gare de départ du TS de la Vanoise) est moindre, probablement de quelques dizaines de secondes à quelques minutes.

Pour aller plus loin sur les mesures organisationnelles pouvant être mises en œuvre, il nous apparaît maintenant important de présenter ces contraintes temporelles à des services spécialisés telles que les SDIS.

/!\ éviter les fausses alarmes /!\
/!\ Ne pas manquer la détection de L'évènement /!\

Objectifs:

1. Détecter
2. Alerter
3. Sécuriser



26

Figure 3 : généralités sur la mise en place d'une organisation basée sur l'alerte. Le phénomène de vidange début à t_0 , il faut un certain temps pour le détecter ($d_{détection}$) pour éventuellement valider la détection ($d_{validation}$) pour transmettre l'information de détection ($d_{transmission}$) et un certain temps pour mettre en place la solution d'organisation retenue (par exemple déplacer les personnes en sécurité). A $t_0 + t_{propagation}$, le phénomène arrive au niveau des enjeux. [éléments préparés pour le COPIL n°1 du 16 juin 2023]

Tableau 2 : estimation du temps de propagation et donc la durée maximale de la solution pour détecter/alerter/sécuriser les enjeux à Val Claret

Vitesse moyenne de propagation (m/s)	Temps de propagation estimé entre le glacier et le Funi
10	3/4 minutes
5	6/7 minutes

Pour la détection du phénomène :

Les alertes sont déclenchées par un moyen de détection qui est un dispositif qui est certain de détecter l'évènement de vidange soudaine (limite les faux négatifs) tout en évitant les fausses alertes (limiter les faux positifs). L'occurrence de fausses alertes est problématique pour l'efficacité de la solution car les populations s'habituent aux fausses alertes, ne réagissent plus en cas d'alerte et les services de secours sont mobilisés pour « rien ». Aussi, si nous convenons que la probabilité de ne pas détecter un évènement doit être très faible, la probabilité que l'on réalise des fausses alertes doit être la moins élevée possible. Ces deux critères sont généralement contradictoires et aucun système d'alerte ne peut répondre parfaitement à ces deux critères.

A ce stade, nous avons sommairement étudié la capacité d'un système de mesure à détecter un évènement de vidange. Le tableau suivant présente le fruit de notre réflexion, notez qu'il n'a pas été expertisé par des sociétés spécialisées en la matière. Pour s'assurer de ces conclusions, il faudrait consulter des sociétés spécialisées type Geopraevent ou Myotis, par exemple.

Compte-tenu de notre connaissance et des quelques solutions explorées précédemment, il ressort que le potentiel de détection par un dispositif de georadar soit bien au-dessus des autres. Notez qu'il y a faible degré de confiance en la capacité à facilement détecter un évènement de vidange rapide du lac de Rosolin. Peut-être que la combinaison de solutions (multiplier les mesures) permettrait d'augmenter la capacité de détection. Aussi, pour aller dans cette direction l'expertise d'entreprise spécialisées, au stade d'étude de faisabilité dans un premiers temps, est nécessaire. Suite aux échanges lors du 1^{er} COPIL, le principe d'une alerte n'a pas été retenu ; la faisabilité et l'opportunité d'un tel dispositif n'ont donc pas été approfondies.

Tableau 3 : Réflexions préliminaires concernant les moyens de détection de l'occurrence d'une vidange sous-glaciaire

Objectif	Moyens possibles (grandeur mesurée pour définition du seuil)	Ordre de grandeur des variations de la mesure à détecter pour seuils	Avantages	Inconvénients	Appréciation relative des solutions de détection
Mesurer l'abaissement de la retenue	Capteur radar (altitude de la surface) Capteur piezo/BàB (pression colonne d'eau)	0.6 mm/s pour 20 m³/s 6 mm/s pour 200 m³/s [suppose une superficie du lac de 33 000 m²]	Mesure bien localisée (à la surface ou dans le lac)	Difficulté de détection associées aux variations naturelles ou anthropiques de la hauteur du lac (vagues, oscillations journalières, événements pluviométriques, siphonnage) et à la période hivernale (lac recouvert de glace et de neige)	-
Mesurer une baisse de débit à l'exutoire du lac	Mesure de niveau associé à une courbe de tarage ou Capteurs doppler (hauteur/vitesse)	Baisse de débit de l'ordre de quelques l/s à quelques centaines de l/s	Mesure bien localisée (à l'exutoire)	Fausse alarme en cas d'obstruction partielle de l'exutoire (ex: blocs de glace) Si le lac est siphonné ou pompé, le débit n'est plus un indicateur suffisant (il doit être combiné à une mesure des débits entrants et une mesure du niveau du lac)	--
Mesurer l'occurrence d'un événement torrentiel dans le Creux des Balmes	Masselottes (contact écoulement/masselottes)	Impact d'un écoulement	Fiabilité de l'alerte	Mesure locale (où placer le dispositif sachant que plusieurs trajectoires sont possibles?) Délai d'alerte réduit	---
	Mesures Georadar (mesures de champs de vitesse et/ou de déformations)	Qqs m/s en surface sur quelques mètres de largeur	Mesure pouvant être déployée pour surveiller un ou plusieurs versants [à valider selon positionnements]	[limites d'utilisation à préciser par une entreprise spécialisée : par exemple quid de la présence de skieurs en hiver ?] Délai d'alerte réduit	++

			possibles]		
	Capteur(s) sismique(s)	Signal vibratoire de l'évènement à détecter inconnu	Mesure « intégratrice » (	Nombreux bruits sismiques environnants (hélicoptères, machines, chute de blocs, etc.) → nécessité d'apprentissage long et d'algorithmes experts pour éviter les fausses alarmes (nécessite du temps d'observation pour construire les seuils) et caractéristiques des vibrations de l'évènement de référence inconnues Délai d'alerte réduit	---
Visualiser/Entendre un écoulement	Vigie (sens: visuel, sonore, vibratoire) Caméra de surveillance (vidéo/son sur le creux des Balmes)	?	Fiabilité de l'alarme en cas de visualisation directe possible	Aveugle en cas de brouillard / nuit / pluie-neige intense Sourd en cas de bruit environnant importants (hélicoptères, travaux, ...)	--

Pour les moyens de communication de l'alerte

Cette partie n'a pas été étudiée. S'il est choisi d'aller dans cette direction, il sera nécessaire de recueillir l'expertise d'entreprises spécialisées au stade d'étude préliminaires dans un premier temps.

Conclusion sur des mesures organisationnelles basées sur l'alerte

Compte-tenu de l'ensemble de ces informations, il nous semble que l'efficacité de s'engager uniquement dans une stratégie de protection par mesures organisationnelles basée sur un système d'alerte serait très hasardeux.

Compte-tenu (1) de nos doutes portant sur notre capacité à déterminer un seuil d'alerte fiable/robuste, (2) des délais courts permettant de mettre en place une organisation spécifique, et (3) des avis exprimés lors des COPIL, nous n'avons pas exploré plus en détail cette solution de gestion du risque de vidange à ce stade. Si la commune ou le COPIL souhaite aller plus loin dans la réflexion autour de telles mesures pour les années à venir, il nous semblerait nécessaire de préciser :

1. Les enjeux qui doivent être protégés par la mesure organisationnelle
2. Notre capacité à déterminer un seuil d'alerte (par exemple via une étude préliminaire auprès d'entreprises spécialisées)
3. Les mesures organisationnelles qui pourraient être intéressantes à déployer dans les délais impartis (par exemple via une sollicitation des SDIS).

2.4. Conclusions sur les solutions « organisationnelles »

Compte-tenu des analyses préliminaires effectuées dans les deux parties précédentes, nous pouvons conclure :

- Que des solutions organisationnelles « permanentes » pourraient permettre de réduire l'exposition des personnes au risque de vidange rapide du lac de Rosolin. Ces solutions impliquent de forts impacts socio-économiques, une étude préliminaire permettrait de mieux définir les mesures pouvant être prises au regard de l'acceptabilité de ces mesures vis-à-vis des activités socio-économiques de Val Claret.
- Que la recherche de solutions organisationnelles basées sur un seuil de pré-alerte (anticipation de l'évènement) semble être une impasse compte-tenu du caractère imprévisible d'une vidange de lac.
- Que la mise en œuvre de solutions organisationnelles basées sur une alerte (i.e. une détection de l'évènement) soit un véritable défi compte-tenu (1) de la difficulté à détecter l'évènement de vidange rapide et (2) des courts délais pour mettre en sécurité des personnes à Val Claret (quelques minutes), et encore plus dans le Creux des Balmes (quelques secondes à dizaines de secondes). Ainsi, il semble difficile de pouvoir garantir une efficacité totale de cette solution. Néanmoins, des études complémentaires peuvent être menées pour affiner la réflexion. En particulier, une réflexion préalable sur l'organisation et les moyens de secours à mettre en œuvre serait probablement bénéfique dans la gestion hypothétique de l'évènement.

3. Mesures structurelles, dites passives

Cette partie vise à identifier et analyser des solutions de gestion du risque basée sur des mesures structurelles (i.e. en réalisant des travaux). Plus spécifiquement, cette partie s'applique à étudier les solutions, dites passives, visant à accepter l'occurrence du phénomène mais à réduire son intensité et ses impacts au niveau des enjeux. Les solutions passives étudiées -plus ou moins sommairement- sont :

- Une réduction de la vulnérabilité des enjeux ;
- Une déviation des écoulements vers des zones sans ou à plus faibles enjeux ;
- La réalisation d'ouvrage d'arrêt et de rétention ;
- La réalisation d'un parcours au moindre dommage.

En préalable ces solutions impliquent l'acceptation du phénomène et donc tous les dommages induits par celui-ci avant son contrôle par la protection passive. Exemple : un merlon de protection avec zone de rétention juste en amont du secteur Club Med, implique soit d'accepter tous les dommages à l'amont, soit de gérer la situation en amont par une autre mesure.

3.1. Réduction de la vulnérabilité des enjeux

Les enjeux impactés par les scénarios de vidange rapide (ou brutale) du lac de Rosolin sont :

- Des enjeux « bâtis » tels que les bâtiments de la STGM ou le Club Med situés à Val Claret.
- Des enjeux humains tels que des skieurs/randonneurs dans le Creux des Balmes, des touristes dans le secteur de Val Claret, du personnel dans les locaux de la STGM, du club Med, ect.
- Des enjeux liés aux infrastructures de ski (pistes de ski, remontées mécaniques, ...)

Compte-tenu de la vulnérabilité importante des enjeux humains vis-à-vis des phénomènes torrentiels scénarisés (vitesses élevées, engravements plurimétriques, dynamique rapide, cf. étude RTM du 07 avril 2024), il apparaît illusoire de pouvoir réduire la vulnérabilité de ces enjeux. La seule solution consiste à supprimer ou réduire le nombre d'enjeux, c'est-à-dire interdire l'accès au Creux des Balmes (exemples : fermeture de la station de ski dans le secteur du Creux des Balmes) voire même arrêter certaines activités à Val Claret (évacuation des bâtiments les plus exposés si le volume du lac est suffisamment élevé).

Concernant la vulnérabilité des enjeux bâtis, les mesures de renforcement vont dépendre de l'intensité du phénomène au niveau du bâti. Au vu des scénarios et des calculs de propagation réalisés, nous estimons que des mesures structurelles très importantes (voire peut être même irréalisables en fonction du scénario de vidange) seraient à réaliser. Aussi, réduire la vulnérabilité des enjeux bâtis (ou des infrastructures du domaine skiable dans le Creux des Balmes) semblent être dans certaines circonstances une solution démesurée voire irréalisable (par exemple pour les locaux de la STGM ou pour certains bâtiments ayant de grandes baies vitrées sur la face amont à l'écoulement) .

Concernant la vulnérabilité des infrastructures de ski, il apparaît également peu réaliste d'imaginer les rendre résistantes au phénomène.

Finalement, compte-tenu des scénarios de vidanges possibles (cf. étude RTM du 07 avril 2024), seule une interdiction d'accès permettrait de réduire les risques humains (solution d'ordre organisationnel). Concernant les enjeux bâtis (ou des infrastructures du domaine skiable), la faisabilité de réduction de vulnérabilité semble extrêmement limitée, voire nulle et dans tous les cas valables uniquement pour les enjeux les plus à l'aval.

3.2. Déviation des écoulements issus d'une vidange rapide du lac de Rosolin

Compte-tenu de la topographie du site, nous estimons qu'aucune déviation des écoulements n'est possible pour diriger les écoulements d'une vidange rapide du lac vers une zone sans ou avec peu d'enjeux. Cette solution n'a pas été étudiée.

3.3. Réalisation d'un ouvrage d'arrêt et de rétention

Une des solutions régulièrement proposées en ingénierie torrentielle consiste à piéger une partie des écoulements, concentrés en matériaux solides, à l'aide d'ouvrages de rétention (i.e. des plages de dépôts).. Les ouvrages réalisés sur l'aval de la forêt domaniale R.T.M du Nant des Granges en sont un exemple.



Figure 4 : exemple d'une succession de plages de dépôts réalisées au Chatelard (forêt domaniale R.T.M du Nant des Granges). La capacité de ce système est de l'ordre de 100 000 m³. Notez la dimension de l'ouvrage par rapport aux bâtiments présents sur la photo.

3.3.1. Sur l'emplacement d'un ouvrage d'arrêt et de rétention

L'emplacement est dicté par :

- L'emplacement des enjeux à protéger (en aval de l'ouvrage),
- Les conditions topographiques (un bon encaissement et une faible pente du versant sont favorables),
- La faisabilité de travaux de grand terrassement avec idéalement un équilibre des déblais / remblais.

Compte-tenu de la topographie du vallon le long des trajectoires potentielles de vidange, deux emplacements sont proposés (Figure 5):

- (1) Sous la Grande Balme, à la faveur d'un replat bien encaissé (« creux » dans le Creux des Balmes), dans un secteur de ski hors-piste mais traversé la piste (i.e. le chemin d'accès en été). Ce secteur est situé en aval de la garde départ du TS de la Vanoise (enjeu qui ne serait donc pas protégé). Pour éviter que les écoulements contournent l'ouvrage s'ils empruntaient la piste double M, il pourrait être nécessaire de remodeler la piste de ski.

- (2) Quelques centaines de mètres en amont du front de neige, cet ouvrage serait situé sur la piste double M, en aval d'une bonne partie du télésiège des Lanches et de la gare de départ du TS de la Vanoise (enjeux non protégés par conséquent).

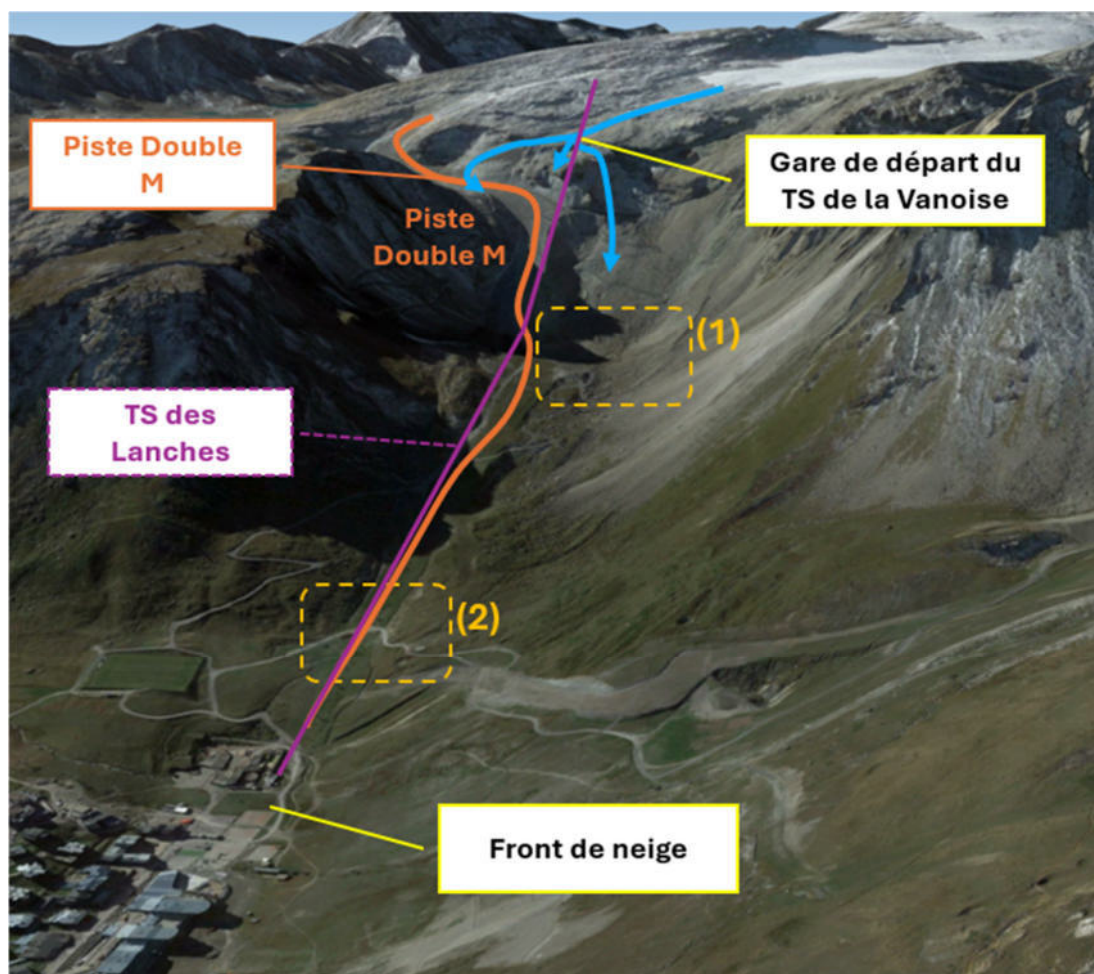


Figure 5 : emplacements possibles de potentielles plages de dépôts en amont du front de neige (1) dans le Creux des Balmes, au pied la Grande Balme et (2) sur la fin de la piste double M. En bleu sont représentées les trajectoires possibles d'une vidange sous-glaciaire.

3.3.2. Sur le dimensionnement d'une plage de dépôt

Dans la pratique, le dimensionnement de ces ouvrages comprend trois éléments :

- La hauteur de la digue de fermeture : cette hauteur dépend de la hauteur d'écoulement et de sa vitesse (sur le modèle des digues d'arrêt avalanche), mais également du volume objectif ;
- La capacité en volume de l'ouvrage : elle dépend de la pente des dépôts attendue et du volume objectif ;
- La gestion de la surverse et des écoulements à l'aval : selon la capacité attendue (gestion du volume supplémentaire) et dans le cas de Rosolin pour l'évacuation de l'eau, une fois les matériaux arrêtés et stockés.

Pour le volume de stockage dans le cadre d'une vidange rapide de lac glaciaire, le volume de l'évènement peut être approché à partir :

- Du volume d'eau vidangé ;
- Du volume de sédiments pouvant être entraînés par les écoulements liquides.

L'étude de risque RTM (version du 07 avril 2024) propose une méthode permettant de déterminer ce volume. Par exemple, pour une vidange rapide de 50 000 m³ d'eau, le volume de l'évènement pourrait atteindre 2 à 5 fois le volume du lac suivant la dynamique érosive des écoulements, soit 100 000 à 250 000 m³.

Quelques réflexions préliminaires (cf. premier COPIL du 16 juin 2023) indiquent qu'il serait possible de stocker entre 100 000 et 200 000 m³ de matériaux dans le Creux des Balmes (dans un « creux » situé au pied de la Grande Balme) à l'aide d'un ouvrage de 10 à 15 mètres de haut. Il s'agit donc d'un ouvrage imposant (cf. Figure 4). Si l'on souhaite dimensionner un ouvrage au-delà de ce volume de stockage, il serait nécessaire de barrer le vallon dans toute sa largeur, ce qui serait particulièrement impactant pour le domaine skiable à moins de trouver une solution permettant à l'ouvrage d'assurer à la fois la fonction de plage de dépôt et de transit pour les skieurs, les dameuses et tout autre engins nécessaires à l'entretien du domaine skiable (une étude AVP devra affiner les solutions potentielles).

Notez que si aucune action de gestion du lac n'est réalisée, le volume du lac augmentera de plusieurs dizaines de milliers de m³/an jusqu'à ce qu'il se vidange (soit par les karsts soit par une vidange rapide voire brutale à l'avenir). Aussi, le volume « nécessaire » de l'ouvrage pour stocker l'ensemble des matériaux, augmente chaque année.

Ainsi en première approche nous pouvons dire que cette solution est aujourd'hui possible pour un événement correspondant à un volume de lac de l'ordre de 50 000 m³, nécessite des études plus approfondies pour des volumes plus conséquent, ne pourra pas en cas de gros volumes de lac gérer à lui seul un événement.

Remarque : si des solutions de gestion complémentaires visent à baisser le volume d'eau pouvant être vidangé, le dimensionnement de la plage de dépôt sera amoindri.

En sus du volume de stockage, l'ouvrage devra être assez haut en raison des vitesses d'écoulement et résister aux pressions d'impacts générées par l'écoulement (fonction de la vitesse, de la taille des plus gros blocs transportés).

3.3.3. Sur l'efficacité de la solution, le risque résiduel

Les enjeux situés en amont de la plage de dépôt ne seront pas protégés.

Les enjeux situés en aval de la plage de dépôt seront protégés contre des apports massifs en matériaux mais :

- Ils sont protégés dans la limite de la capacité qui sera attribuée à l'ouvrage. Si le volume de la plage de dépôt est insuffisant par rapport au volume de l'événement, le volume excédentaire transitera en aval de l'ouvrage.
- Des écoulements liquides (en eau « claire ») ne pourront être totalement retenus, aussi les enjeux ne seront pas protégés du phénomène inondation à l'aval (vitesses rapides sur la fin de la piste Double M, avec des érosions pouvant être attendues à l'origine de dégâts sur les pistes, phénomène inondation à Val Claret avec des dépôts dans le secteur du « funi »).

La présence d'une plage de dépôt permettrait également de retarder l'arrivée des écoulements en aval de l'ouvrage, ce qui représente un gain de temps pour une mise en sécurité des personnes.

3.3.4. Sur la défaillance ou le dépassement fonctionnel

L'efficacité de l'ouvrage pourrait être limitée si le scénario de dimensionnement est inférieur au scénario effectif de vidange (par exemple : volume de stockage trop petit ou pente des dépôts trop faible). Si les écoulements venaient à surverser sur l'ouvrage, des érosions du parement externe de la digue de fermeture pourraient être envisagés, créant ainsi une brèche si l'ouvrage n'était pas suffisamment résistant aux érosions (il est possible de réaliser un ouvrage plus ou moins résistant à l'érosion, par exemple en créant une carapace en enrochement bétonné, ce qui a un certain coût...).

La défaillance peut provenir d'un défaut de résistance. La résistance de l'ouvrage face aux écoulements dépendra de la dynamique des écoulements (vitesses, la taille des blocs transportés) et de la pression qu'il généreront sur l'ouvrage de fermeture (digue d'arrêt, fente,...). Une sous-estimation de ces vitesses/blocs pourraient être à l'origine d'une défaillance de l'ouvrage.

Enfin, un mode de défaillance peut être lié à l'enneigement, le secteur est situé dans une zone avalancheuse, aussi l'ouvrage pourrait être rendu inefficace à cause d'un remplissage, au moins partiel, du volume de stockage par de la neige.

3.3.5. Sur les impacts

Comme décrit précédemment, la création d'un ouvrage de rétention peut avoir certains impacts sur le domaine skiable (nouveau tracé à prévoir pour les skieurs, engins, ect.).

Compte-tenu des dimensions de l'ouvrage à réaliser (même pour un volume vidangé de quelques dizaines de milliers de m³), des moyens et un volume de terrassement importants sont à prévoir. Aussi, les impacts écologiques (sur les habitats comme sur le coût énergétique) sont considérés comme élevés (relativement à d'autres solutions de gestion).

L'impact paysager est également considéré comme élevé compte tenu de la taille de l'ouvrage probablement nécessaire.

3.3.6. Synthèse sur l'ouvrage d'arrêt et de rétention

Les dimensions d'un ouvrage de rétention dépendent au premier ordre du volume d'eau pouvant être vidangé rapidement (soit le volume d'eau > 2780 m). Ce volume dépend des évolutions du glacier et des éventuelles mesures de gestion actives qui peuvent être mises en place en combinaison de la solution ouvrage d'arrêt de rétention. Il est possible de réaliser d'une part un ouvrage susceptible de gérer un certain volume, d'autre part un dispositif de maintien du volume au départ (siphonnage, pompage, surverse ...).

Un ouvrage de rétention contient un certain nombre de défaillances potentielles qui peuvent être réduites en fonction des choix de dimensionnement et de conception (exemples : ouvrage surdimensionné, ouvrage résistant à l'érosion par des enrochements bétonnés). Même pour des choix de dimensionnement « optimisés », il est considéré des impacts importants vis-à-vis (1) du domaine skiable, (2) des aspects environnementaux (habitats & énergie) et (3) du paysage. Les enjeux situés à l'amont de ces ouvrages ne sont pas protégés.

Au regard des incertitudes sur le volume, de la faisabilité incertaine d'un très grand volume (pour gérer un lac de 100 000 m³, il faudra une rétention de 200 000 à 500 000 m³, cette mesure devra dans tous les cas être associée à une mesure de limitation du volume de lac au départ. A ce stade, la gestion d'un volume de lac de l'ordre de 50 000 m³ apparaît réalisable.

Le COPIL 11 (décembre 2024) s'étant prononcé favorablement à l'étude au niveau AVP de cette solution, les analyses ci-dessus seront approfondies courant 2025.

3.4. Réalisation d'un parcours aux moindres dommages

Cette partie explore la réalisation d'ouvrages dans le Val Claret pour se protéger d'un phénomène plutôt hydraulique à faible volume de matériaux (crue à charriage). Ce système permettrait :

- de limiter le risque résiduel en aval d'un ouvrage de rétention (cf. partie précédente)
- de limiter les impacts d'une vidange sous-glaciaire faiblement rapide (i.e. des débits générés relativement faibles, disons inférieur ou de l'ordre d'une crue exceptionnelle du torrent du Creux des Balmes) ;
- de limiter le risque induit par une solution de gestion active (i.e. vidange provoquée par exemple via un chenal de surverse côté glacier), cf. parties suivantes.

Ces aménagements ne protégeraient pas Val Claret d'écoulements très importants (en terme de volume solide et de débit), c'est-à-dire dans le cas d'une vidange très rapide.

3.4.1. Sur le dimensionnement

Dans le Creux des Balmes, il n'existe pas vraiment de cours d'eau marqué (en effet, la plupart des eaux de fontes du glacier circulent par le réseau karstique). C'est seulement à l'approche de Val Claret que l'on trouve plusieurs talwegs drainants la piste double M pour former le ruisseau des Balmes. Compte-tenu de ce réseau hydrologique éparse et de la topographie du vallon, il apparaît difficile de « contrôler » des débordements en amont de Val Claret (il faudrait multiplier les ouvrages en relativement grand nombre).

C'est seulement à l'arrivée sur Val Claret qu'il devient plus raisonnable d'envisager le contrôle d'un écoulement, limité à quelques m³/s. A Val Claret, le ruisseau des Balmes est rapidement busé avec une capacité maximale de quelques m³/s (capacité de la buse D=1000mm de l'ordre de 2 m³/s selon BIOTEC, octobre 2022). Ce système hydraulique serait donc vite saturé par des écoulements de plusieurs m³/s. Afin de limiter les impacts des débordements, quelques pistes de réflexions sont présentées dans la Figure 6. Les aménagements projetés doivent être réalisés tout le long du Val Claret. On note quelques contraintes de conception liées :

- à la présence du front de neige sur ce secteur (fonctionnalités nombreuses)
- à un reliquat de zone humide sur le ruisseau des Balmes.

Un concept d'aménagement est proposé dans la Figure 7. Compte-tenu de cet aménagement les enjeux situés en amont de Val Claret ne seraient pas protégés (TS de la Vanoise, piste double M, ligne du TS des Lanches). Certains enjeux situés dans le secteur du « funi » (par exemple des ateliers de la STGM dont les portes font face au Creux des Balmes) ne seraient pas protégés. La gare de départ du TS de Tichot semble également difficile à protéger (compte-tenu de la topographie actuelle et du peu d'espace existant entre la gare de départ et le Club Med).

D'autres aménagements sont possibles, par exemple si l'on souhaite protéger des enjeux dans le Creux des Balmes. Des études complémentaires peuvent être réalisées, le maître d'ouvrage devant indiquer les enjeux qu'il souhaite protéger.

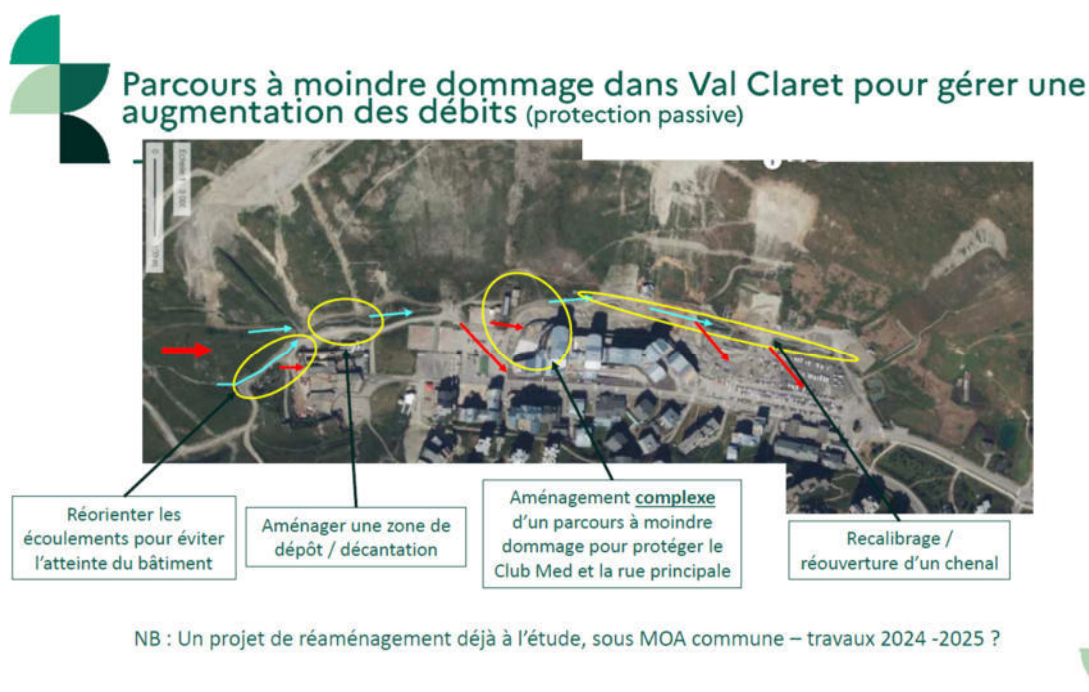


Figure 6 : dimensionnement d'un parcours à moindre dommage dans le Val Claret (COPIL n°1 du 16 juin 2023)

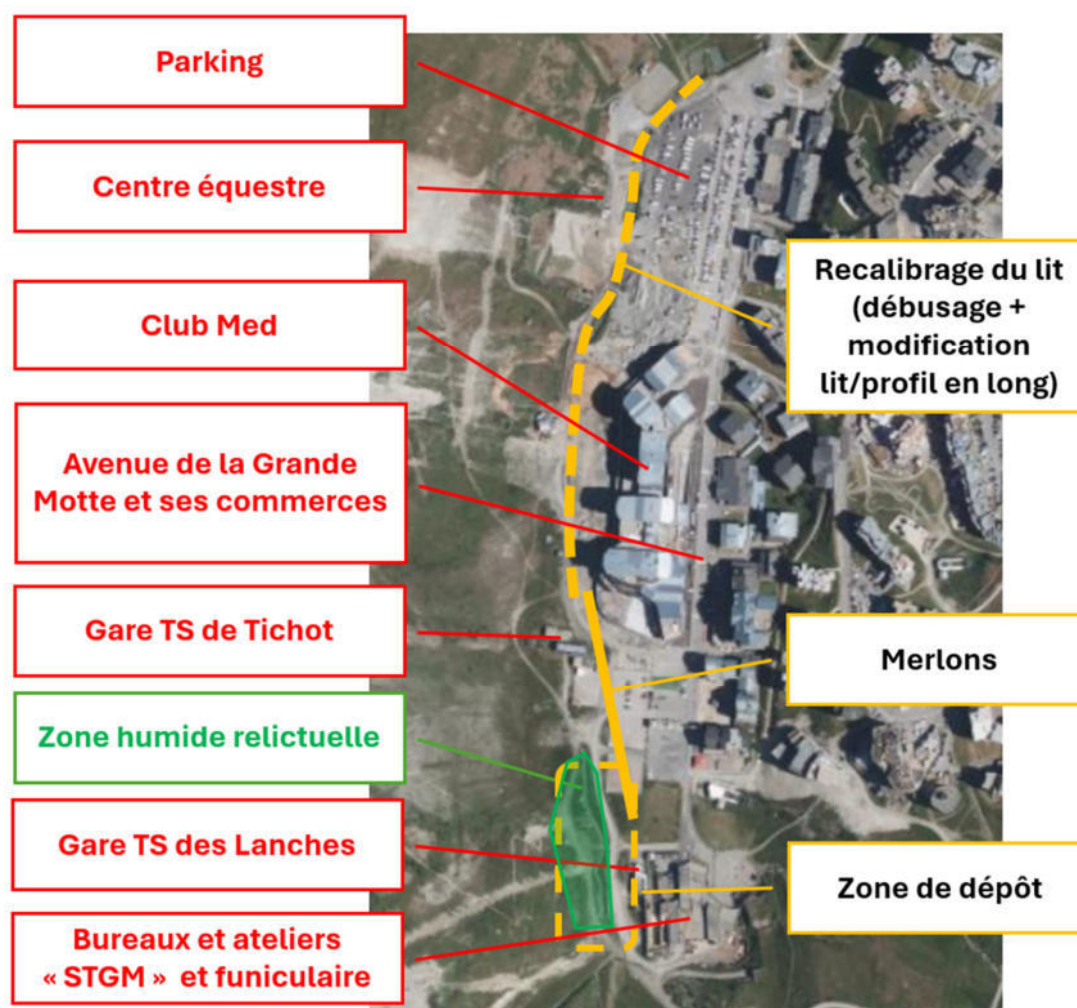


Figure 7 : exemple de parcours au moindre dommage constitué d'une zone de dépôt, de merlons permettant de contenir les débordements sur le secteur ouest du Val Claret et d'un recalibrage du lit du cours d'eau (actuellement essentiellement busé). Quelques enjeux notables sont également reportés.

3.4.2. Sur l'efficacité de la solution, le risque résiduel

La solution ne pourrait être efficace que pour une crue de projet (à définir lors de la conception) qui sera bien moins intense que les scénarios les plus pessimistes d'une vidange rapide du lac de Rosolin. Au-delà de cette crue de projet, les impacts pourraient être limités par cet ouvrage mais la protection des enjeux ne pourrait être garantie (par exemple : impacts liés à des écoulements dans l'avenue de la Grande Motte).

3.4.3. Sur la défaillance

Dans la mesure où cette solution ne gère que très partiellement le phénomène et que les ouvrages ne sont pas définis, il est prématuré d'envisager des défaillances. Des défaillances du type « érosion des merlons » pourraient être envisagées, cela dépendra des choix de conception réalisés et de la crue de projet choisie.

3.4.4. Sur les impacts

Ce système de parcours à moindre dommage nécessitera l'aménagement d'une plage de dépôt/décantation dans un secteur où se situe une zone humide relictuelle. La réalisation de merlons et/ou de recalibrage du lit nécessiteront des opérations de terrassement où les milieux physiques sont déjà dégradés (fortement anthropisé).

Comparativement à d'autres solutions, ces aménagements nécessitent des moyens relativement modérés (il faut bien noter que l'efficacité de cette solution est également bien moindre par rapport aux autres solutions étudiées).

3.4.5. Synthèse sur la réalisation d'un parcours aux moindres dommages

La réalisation d'un parcours au moindre dommage permettrait de limiter les impacts pour des scénarios impliquant des débits limités (scénarios optimistes de vidange sous-glaciaire par exemple). Ce ne peut pas être l'unique mesure, elle doit être combinée à une mesure de réduction du phénomène en amont.

Ce type de proposition d'aménagement est assez classique dans l'ingénierie hydraulique/torrentielle, cependant elles sont souvent difficiles à mettre en œuvre en raison des complexités induites par la présence de plusieurs gestionnaires et fonctionnalités de l'espace. D'ailleurs, le projet de renaturation du Retord porté par la commune, participerait probablement à limiter les dégâts d'une vidange du lac de Rosolin par rapport à la situation actuelle. Une première étude de faisabilité serait nécessaire pour à minima:

- que le maître d'ouvrage définisse les enjeux qu'il souhaite protéger (remontées mécaniques, pistes de ski, avenue de la Grande Motte, etc..)
- définir une crue de projet (par exemple fonction d'un montant de travaux fixé par le maître d'ouvrage)
- mieux cerner la complexité du secteur de Val Claret liés aux nombreux usages de ce secteur (front de neige, opération de renaturation), existence de nombreux réseaux, enjeux écologiques, etc.

3.5. Synthèse sur les solutions passives

Quatre solutions structurelles d'ordre passives ont été étudiées précédemment. Les solutions basées sur une baisse de la vulnérabilité (impossible concernant les enjeux humains et très difficile concernant les enjeux structurels) ont été exclues. La faisabilité de dévier les écoulements vers des zones à moindre ou sans enjeux est considérée comme nulle.

Deux types d'aménagements sont considérés comme pertinents et donc proposés ici : la création d'un ouvrage de rétention et l'aménagement d'un parcours aux moindres dommages. Les tableaux 4 et 5 permettent de résumer les avantages/inconvénients et limites de ces solutions.

Les études d'AVP devront tenir compte à minima:

- D'une priorisation par le maître d'ouvrage des enjeux à protéger (remontées mécaniques, pistes de ski, avenue de la Grande Motte, etc..) ;
- Du choix du scénario de crue : « crue de projet » (soit dans un objectif de résultat, soit dans un objectif de moyen par exemple fonction d'un montant de travaux fixé par le maître d'ouvrage) ;
- De la complexité du secteur de Val Claret liés aux nombreux usages de ce secteur (front de neige, opération de renaturation), existence de nombreux réseaux, enjeux écologiques, etc...
- Des mesures qui seront associées : contrôle du volume en amont, gestion des enjeux non protégés.

Ces solutions devront dans tous les cas être associées à d'autres mesures car elles ne permettront pas le contrôle d'un volume de lac trop important et ne permettront pas la protection des enjeux situés en amont.

Même en cas « d'insuffisance de la solution » (i.e. dépassement fonctionnel et/ou défaillance), la mise en œuvre de ces solutions peut permettre de réduire les impacts d'une vidange rapide (Exemple : stock d'une partie des matériaux, retarde l'arrivée du phénomène sur Val Claret,...).

L'ordre de grandeur des coûts de réalisation doit être étudié au stade d'avant-projet, il est probablement de plusieurs centaines de k€.

Tableau 4 : Description synthétique des différentes solutions de gestion du risque d'ordre structurelle et passive.

	Ouvrage de rétention	Parcours aux moindres dommages
Fonctionnement permanent ou temporaire	Permanent	Permanent
Dimensions	Ouvrage de grande dimension (plusieurs dizaines à centaines de milliers de m3 de stockage)	Ouvrages de type merlons de redirections des écoulements/recalibrage des cours d'eau. Aménagements à répartir le long des enjeux à protéger, à peu près autant d'ouvrages que de secteur d'enjeux à protéger.
Enjeux protégés	Enjeux situés en aval du dispositif	Enjeux situés à proximité
Enjeux Non protégés	Enjeux situés en amont de l'ouvrage (exemple: TS de la Vanoise, pylones du TS des Lanches, piste double M)	Enjeux éloignés
Faisabilité	Oui pour un ouvrage de 100 000 à 200 000 m3 dans le Creux des Balmes. Sinon à étudier. [Etude faisabilité/AVP à réaliser]	Oui pour une efficacité se limitant à des écoulements très peu intense (correspondant juste à une diminution d'impact partiel)
Risque résiduel / Défaillance	Scénario de crue > Capacité de l'ouvrage [dépassement fonctionnel] Risque lié aux écoulements résiduels en aval de l'ouvrage [capacité limité d'un ouvrage de rétention] Brèche [par exemple si scénario du phénomène > scénario de dimensionnement]. Stockage réduit si ouvrage rempli de neige [dénégement nécessaire en cas de remplissage ?]	Pas pertinent dans la mesure où cette mesure s'avère juste un complément à une mesure plus structurante de réduction du phénomène en amont
Procédures réglementaires et administratives	Aménagement en cœur de Parc. Maitrise foncière ?	Certains aménagements en cœur de Parc. Maitrise foncière pour les aménagements à réaliser (en particulier dans Val Claret). Autorisation à prévoir au titre de la loi sur l'eau.

Tableau 5 : notations qualitatives des solutions de gestion du risque d'ordre structurelle et passive.

	Ouvrage de rétention	Parcours aux moindres dommages
Niveau de protection	++ Faisabilité de se protéger pour un scénario de vidange relativement pessimiste (vidange relativement rapide d'un volume de plusieurs dizaines de milliers de m ³)	-Ouvrages permettant de se protéger pour des scénarios optimistes (faible volume d'eau et/ou vidange relativement lente)
Fiabilité²	+++ [fiabilité limitée au scénario de dimensionnement choisi]	+++ [fiabilité limitée au scénario de dimensionnement choisi]
Robustesse	++ [perte potentielle de capacité en hiver, efficacité diminuant dans le temps face à des scénarios de vidange croissants]	++ [perte de capacité en hiver]
Impact sociaux-économiques	-- (contraintes pour le domaine skiable)	-- (contraintes pour le domaine skiable)
Impact environnemental (milieu)	--- (terrassements importants)	-- (« petits » terrassements, impact sur la zone humide relictuelle à limiter)
Impact paysager	---- (ouvrage de grande dimension)	- (ouvrages de petites dimensions voire amélioration, cf. renaturation dans Val Claret)
Cout carbone / Cout énergétique	+++ (terrassements importants)	++ (fonction du nombre d'ouvrages)
Cout	+++ (terrassements importants, plusieurs centaines de k€)	++ (fonction du nombre d'ouvrages, quelques dizaines à quelques centaines de k€)
Acceptabilité	?	?

1. Fiabilité : la capacité d'un système ou d'un composant à remplir ses fonctions attendues dans des conditions déterminées pour une période de temps déterminé
2. Robustesse : [En ingénierie, la robustesse d'un système se définit comme la « stabilité de sa performance ».]

4. Mesures structurelles dites actives

Cette partie vise à identifier et analyser des solutions de gestion du risque basée sur des mesures structurelles (i.e. en réalisant des travaux). Plus spécifiquement, cette partie s'applique à étudier les solutions, dites actives, visant à réduire l'aléa de départ (i.e. agir au niveau du glacier).

L'objectif de ces mesures actives est de vidanger le lac pour que le volume de vidange soit en dessous d'un volume critique qu'il reste à définir (à ce jour l'ordre de grandeur de 50 000 m³ est partagé, rappelons cependant qu'il peut suffire à générer des dommages conséquents en aval). Il faut avoir à l'esprit que le lac évolue au cours du temps avec le recul du glacier. La recherche d'une solution définitive de ce type, implique d'assurer une vidange jusqu'au niveau du substratum, à ce jour connu grâce aux études IGE.

Les solutions étudiées sont :

- L'abaissement de l'exutoire, côté Champagny, par le terrassement du substratum
- La réalisation d'un tunnel de drainage côté Champagny permettant de maintenir le niveau du lac sous la côte de 2780 m (altitude du verrou rocheux côté Tignes)
- La création d'un exutoire, côté Tignes, par le terrassement du glacier jusqu'à la côte de 2780 m (altitude du verrou rocheux côté Tignes)
- La création d'un exutoire, côté Tignes, par le terrassement du glacier jusqu'à la côte de 2804 m (altitude actuelle de la surface du lac) en direction du verrou rocheux situé à l'altitude de 2780 m.
- La création d'un exutoire, côté Tignes, par le creusement d'une galerie sous-glaciaire reliant la surface du lac à la côte de 2804 m (altitude actuelle de la surface du lac) en direction du verrou rocheux situé à l'altitude de 2780 m.
- La création d'un exutoire, côté Tignes, par le creusement d'une galerie sous-glaciaire reliant la surface du lac à la côte de 2804 m (altitude actuelle de la surface du lac) en direction du moulin glaciaire M2 situé sur le glacier de la Grande-Motte.
- La réalisation de forages verticaux permettant de relier le lac au réseau karstique de la Vanoise
- Limiter le volume et/ou le niveau du lac par la mise en place de systèmes de siphonnage
- Limiter le volume et/ou le niveau du lac par la mise en place d'un système de pompage

Remarque : le degré de détails de nos analyses varie en fonction du type et du potentiel pressenti de chaque solution. Un certain nombre d'incertitudes restera en suspens, des propositions d'analyses complémentaires sont faites pour pouvoir lever certains points bloquants en fonction de la volonté du maître d'ouvrage à continuer dans une voie ou dans une autre. Notez que certaines incertitudes resteront importantes même en cas de compléments d'étude et/ou de mesures.

4.1. Vidange du lac par abaissement de l'exutoire côté rocher

4.1.1. Objectif

L'objectif de ces travaux est d'abaisser l'exutoire actuel du lac (versant vers Champagny) en terrassant le substratum. En abaissant l'exutoire du lac, nous abaissons le niveau du lac et donc son volume.

Ce type de travaux a été réalisé par deux fois lors de l'été 2023. Une première phase avait permis l'abaissement de 3 mètres, puis une seconde phase de travaux avait permis l'abaissement d'environ 3,5 mètres supplémentaires pour atteindre la côte de 2804.2 m.

Ces travaux de terrassements pourraient être réalisés progressivement jusqu'à ce que le lac se vidange (par exemple via le réseau karstique) ou jusqu'à la côte de 2780 m, altitude du verrou rocheux situé côté Tignes, à ce stade toutes les eaux basculeront côté Champagny. Ces travaux pourraient également être réalisés en une fois jusqu'à la côte de 2780 m.

4.1.2. Dimensionnement

Plus on abaisse l'exutoire, plus les volumes à terrasser sont importants. Le tableau ci-dessous rappelle les volumes estimés en juin 2023 (avant travaux 2023) pour abaisser l'exutoire du lac de 6 à 9 mètres avec un chenal de 1% de pente. On peut remarquer l'augmentation, non linéaire, du volume à déblayer pour chaque phase d'abaissement. Les calculs de déblais n'ont pas été réalisés pour un abaissement jusqu'à la côte de 2780m (altitude « définitive » de mise en sécurité) mais on peut s'imaginer un volume très important de matériaux et donc une opération se rapprochant de travaux de carriers.

Tableau 6 : estimations des volumes de déblais (réalisées en juin 2023) pour abaisser l'exutoire côté Champagny de 3 à 9 mètres.

Abaissement de l'exutoire	Altitude cible de l'exutoire	Volume de déblai	Longueur canal
3m	2807.7	967 m ³	89 m
6 m	2804.7	5100 m ³	165 m
9m	2801.7	15 000 m ³	270 m

Remarque : on note que les matériaux à terrasser ne sont pas connus. Les techniques permettant de terrasser pourraient différer en fonction du type de roches rencontré (roches plus ou moins dures). La connaissance préalable de la nature du sous-sol peut faciliter l'organisation des travaux de terrassement. Pour cela, une étude géophysique ou des sondages pourraient permettre de lever partiellement ces incertitudes.

Les moyens à mettre en œuvre sont variables et à adapter selon la configuration de l'opération (volume important de déblais, minages, ect.). Des entreprises spécialisées (terrassiers, carriers) pourraient aider à la conception et la réalisation des travaux.

4.1.3. Efficacité

La faisabilité des travaux est considérée comme certaine, les techniques de terrassement étant bien maîtrisées par des entreprises spécialisées.

Les travaux effectués auraient un effet permanent sur le niveau du lac. Pas d'entretien majeur à prévoir. On peut toutefois noter que le niveau du lac ne serait pas constant (remontée du niveau du lac en hiver lorsque l'exutoire est bouché par de la neige/glace). Un terrassement très large permettrait de limiter les possibilités de remontée du niveau d'eau liée à des obstructions de l'exutoire par de la neige/de la glace. Si les terrassements abaissant l'exutoire conduisent à une configuration de chenal étroit, plus propice à des remontées de niveau d'eau au printemps, des opérations d'entretien de l'aménagement par déneigement pourraient contrer/limiter ces fluctuations. Finalement, la solution est jugée comme très robuste dans le temps, aucune défaillance majeure n'est identifiée.

4.1.4. Impacts

Concernant l'acceptation de la solution, il faut noter que ces travaux, au sein de la Réserve Naturelle Nationale, sont considérés comme ayant :

- Un impact environnemental notable pour les milieux au moment des travaux (volumes de déblais/remblais importants, perturbations lors de la réalisation des travaux, ect.).
- Un impact relativement fort concernant l'émission de gaz à effet de serre (émissions de CO₂ par les engins de TP par exemple) ou encore la consommation énergétique (consommation de carburants plus ou moins importante selon les volumes à terrasser)
- Un impact paysager important avec dans le cas d'une solution définitive avec une côte à 2780 m l'ouverture d'une tranchée de type front de mine à ciel ouvert.

Ces travaux auront également un effet sur le régime des eaux côté Champagne dont le bassin versant absorbera les eaux. En première approche, l'impact sur la torrentialité du Doron de Prémou est négligeable.

Enfin bien qu'aucun élément de chiffrage n'ait été apporté, nous considérons que les couts associés à de nouvelles baisses de l'exutoire seraient relativement importants (plusieurs centaines de milliers d'euros pour quelques mètres supplémentaires ; probablement plusieurs millions d'euros pour un abaissement jusqu'à la côte de 2780 m).

4.2. Vidange du lac par un tunnel côté Champagny

4.2.1. Objectif

Cette solution vise à réaliser un tunnel creusé dans le rocher côté Champagny. Ce type de solution a déjà été mis en œuvre pour maîtriser le volume d'un lac sur le glacier de Grindelwald (Suisse).



Figure 8 : réalisation d'un tunnel de drainage d'un lac sur le glacier de Grindelwald (source : <http://www.gletschersee.ch>)

4.2.2. Dimensionnement

La figure ci-dessous expose les contraintes de dimensionnements pour la réalisation d'un tunnel qui permettrait de vidanger totalement le lac de Rosolin.

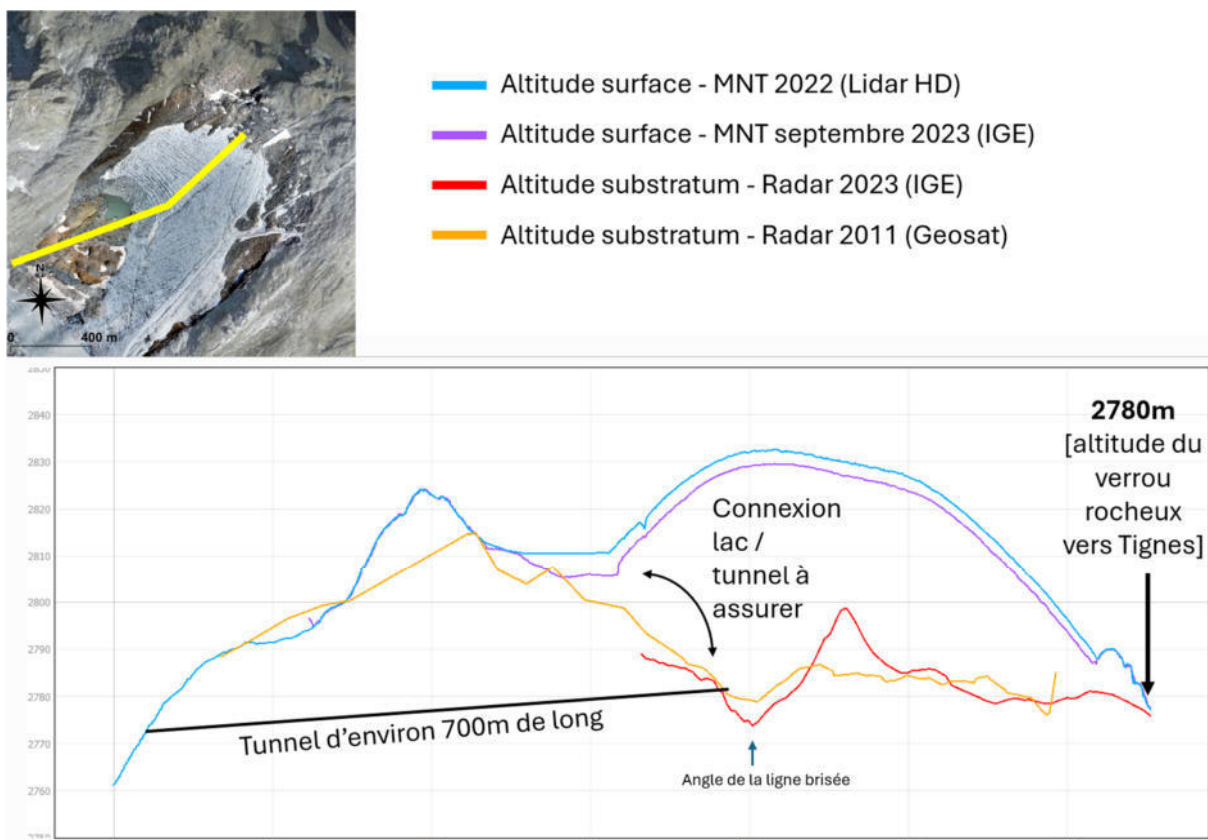


Figure 9 : éléments de dimensionnement d'un tunnel permettant de vidanger les eaux du lac vers le Doron de Prémou

L'entrée du tunnel doit permettre aux eaux du lac de rentrer vers le tunnel, c'est-à-dire qu'elle doit être située sous le fond du lac. Afin d'anticiper le retrait du glacier et l'évolution du fond du lac, la

côte d'entrée du tunnel est fixée à 2780m, altitude du verrou rocheux côté Tignes.

Sachant qu'actuellement, le fond du lac est encore situé bien au-dessus de 2780 m. Il sera nécessaire de réaliser une opération visant à connecter le lac actuel à l'entrée du tunnel. Ceci pourrait par exemple être réalisé par des forages à faire entre le fond du lac et l'entrée du tunnel (forages dans la glace, depuis une barge par exemple).

Compte-tenu de la topographie du site, le tunnel serait d'environ 700 mètres de long. La réalisation d'une galerie dans le rocher nécessiterait la réalisation de forages dirigés ou l'utilisation d'un micro-tunnelier ou par creusement à l'explosif.

4.2.3. Efficacité

La faisabilité de la solution est à étudier avec des entreprises aguerries à la réalisation de tunnels mais il faut noter que ce sont des techniques maîtrisées (travaux « classiques »). Des incertitudes de faisabilité/dimensionnement existent par exemple vis-à-vis des types de matériaux dans lesquels serait creusé le tunnel (des études géotechniques assez poussées sont à prévoir).

La réalisation d'ouvrage(s) permettant la connexion entre le lac et l'entrée de la galerie semblent moins maîtrisée. Il pourrait s'agir de forages, sur barge, dans la glace par exemple. Une étude de faisabilité est à réaliser.

La solution est considérée comme permanente dans le sens où le tunnel ne serait réalisé qu'une seule fois. Cependant, des dysfonctionnements probables sont identifiés, en particulier vis-à-vis de la connexion entre le lac et le tunnel. En effet, si cette connexion est réalisée dans la glace, la connexion pourrait se reboucher (alors de nouveaux forages seraient nécessaires). Aussi, compte-tenu de l'évolution du glacier, la position du lac va évoluer (en altitude mais également en X,Y) aussi il sera potentiellement nécessaire de réaliser de nouvelles connexions au fil du temps.

Finalement, la solution est considérée comme moyennement fiable compte-tenu des incertitudes relatives à la connexion lac/tunnel. La robustesse de la solution est considérée comme passable car il pourrait être nécessaire de réaliser chaque année de nouveaux travaux lourds visant à reconnecter le lac au tunnel.

4.2.4. Impacts

L'impact environnemental des travaux sur les milieux est essentiellement identifié en phase travaux (réalisation du tunnel). Cet impact est considéré comme moyennement fort (moins fort que l'impact des terrassements présentés dans la partie précédente) considérant que les travaux seraient essentiellement souterrains et que les volumes de déblais/remblais sont bien moindres que pour des opérations de terrassements (le volume de déblais de création du tunnel dépendra essentiellement des dimensions de la galerie, en fonction de la technique utilisée). L'impact des travaux visant à connecter le lac sont considérés comme faible sachant qu'ils seraient réalisés sur la glace.

Ces travaux auront également un effet sur le régime des eaux côté Champagne dont le bassin versant absorbera les eaux. En première approche, l'impact sur la torrencialité du Doron de Prémou est négligeable.

Cependant, le coût énergétiques/coût carbone de l'opération est considéré comme relativement élevé au regard des moyens à mettre en œuvre pour ces travaux (tunneliers, exports des matériaux, forages, etc.). Notez que les opérations d'entretien visant à rétablir la connexion lac/tunnel peuvent engendrer un coût énergétique récurrent pendant la phase de fonctionnement de cette solution.

L'impact paysager est considéré comme très faible car le tunnel ne serait quasiment pas visible comme l'ouvrage de connexion lac/tunnel. La disparition du lac serait notable, le volume de déblais est considéré comme faible à ce stade.

Enfin, le coût de ces opérations est considéré comme élevé compte tenu de la technicité de travaux à réaliser (travaux souterrains, forages sur glace voire sur barge, etc.) et des potentielles opérations récurrentes permettant d'assurer la connexion lac/tunnel. La seule galerie récente dont nous avons connaissance a été réalisée en 2008 en Suisse pour créer un trop-plein d'un lac glaciaire à Unterter Grindelwalgletscher (galerie réalisée avant qu'elle ne soit atteinte par la montée du niveau d'eau du lac). Ses dimensions étaient bien plus importantes que ce qui pourrait être envisagé ici : longueur 2200 m, largeur 3.2 m, hauteur 4 m. Le budget de cette opération était de l'ordre de 15 M€ (source : [Gletschersee Grindelwald :: Archiv 2008](#))

4.3. Vidange du lac par ouverture d'un chenal d'écoulement côté glacier jusqu'à la côte de 2780 m

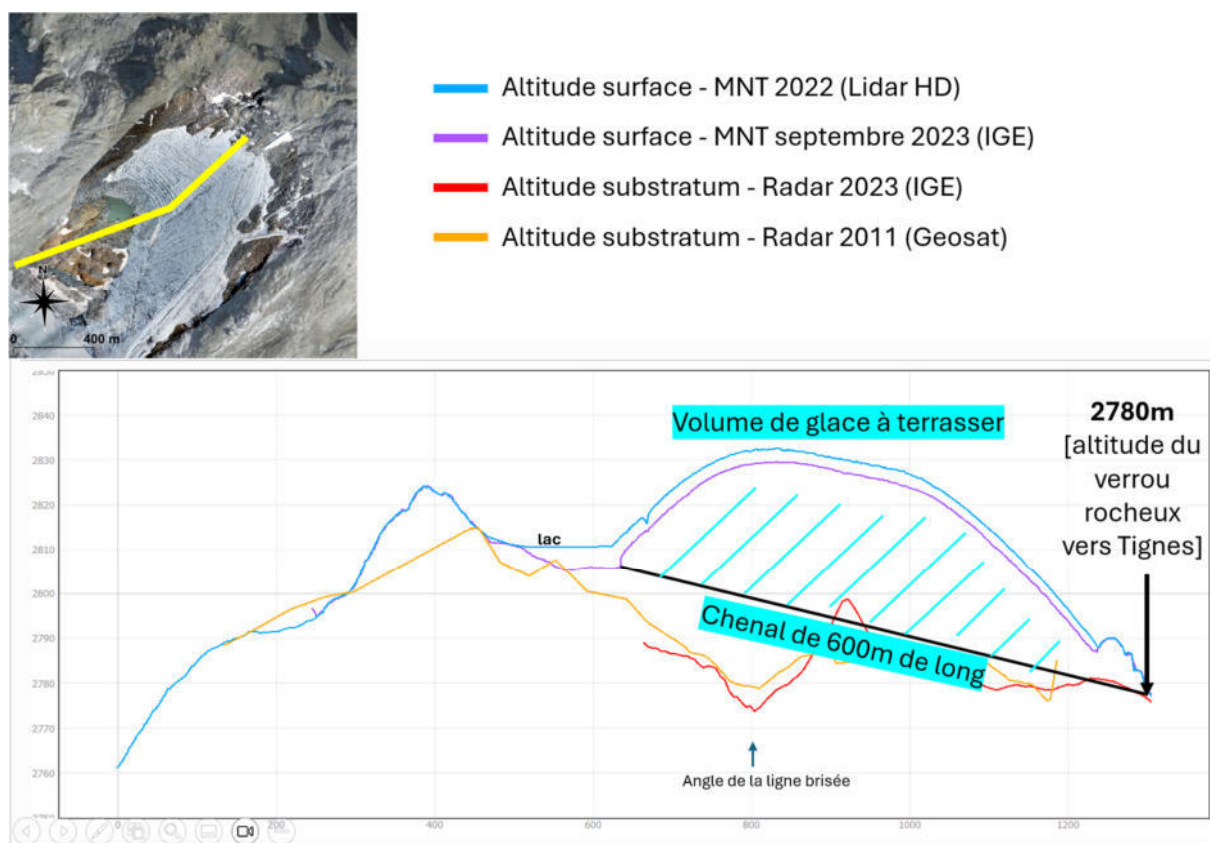
4.3.1. Objectif

L'objectif de ces travaux est de creuser la glace, côté Tignes, pour former un chenal (ouvert) permettant de vidanger le lac vers le Creux des Balmes. Le chenal dans la glace serait creusé jusqu'à l'altitude de 2780m, altitude du verrou rocheux côté Tignes, afin qu'aucun volume résiduel ne puisse se vidanger « rapidement » vers Tignes (pour rappel, c'est le scénario de vidange rapide qui conditionne les scénarios de risques les plus pessimistes).

4.3.2. Dimensionnement

La distance entre le lac et le front du glacier côté Tignes est d'environ 600 m, aussi le chenal est à créer sur 600 mètres côté glacier. L'épaisseur du glacier à terrasser pour réaliser cet ouvrage est de plusieurs dizaines de mètre (30 à 40 mètres au maximum).

Pour une épaisseur moyenne de 20 mètres, sur 600 mètres de long avec un fruit de 1 pour 1 et une base de 4 mètres de large, le volume de glace à terrasser serait aujourd'hui de l'ordre de 300 000 m³ (volume qui diminuera au fil des années avec la fonte du glacier) Ce design sommaire n'est pas totalement adapté mais permet d'avoir une idée de l'ouvrage à réaliser.



4.3.3. Efficacité

La solution est considérée comme fiable (faisabilité assurée, fonctionnement sans incertitude) et robuste (aucun dysfonctionnement majeur identifié).

Aucun entretien majeur n'est identifié (éventuellement déneigement de l'exutoire côté glace si cela est nécessaire au cours de l'hiver).

4.3.4. Impacts

Cette opération viserait à terrasser une bonne partie du glacier (>300 000 m³) ce qui pourrait avoir un impact paysager (et en termes d'image) très fort compte-tenu des enjeux et symboles que

représentent les glaciers (marqueurs du changement climatique voués à disparaître, atout certain pour la station de ski de Tignes, protection des écosystèmes glaciaires, etc.). De plus, l'emplacement de l'ouvrage et ses dimensions impliquent d'abandonner l'activité de ski nordique sur ce secteur, ce qui pourrait avoir un impact économique (et social) important. Finalement, l'impact socio-économique de cette solution est considéré comme très fort. Cette solution, dans la situation actuelle (volume considérable à terrasser), n'a donc pas été retenue par le COPIL.

Aucun risque résiduel associé à la mise en œuvre de cette solution n'est envisagé.

Compte-tenu du volume de glace à terrasser, nous supposons que le coût de cette opération est d'au moins de quelques millions d'euros.

4.4. Vidange du lac par ouverture d'un chenal d'écoulement côté glacier jusqu'au niveau du lac (actuellement 2804m)

4.4.1. Objectif

L'objectif de ces travaux serait de créer un chenal d'écoulement (à ciel ouvert) jusqu'à la côte de 2804 m afin d'initier une surverse du lac côté Tignes.

Une fois la surverse initiée, on miserait sur l'action de l'écoulement de l'eau sur la glace (échange thermique et érosion mécanique) qui permettrait d'inciser la glace et donc de vidanger le lac.

Ce type de travaux a été réalisé sur Rochemelon (été 2005) et sur le glacier des Bossons (été 2023) et

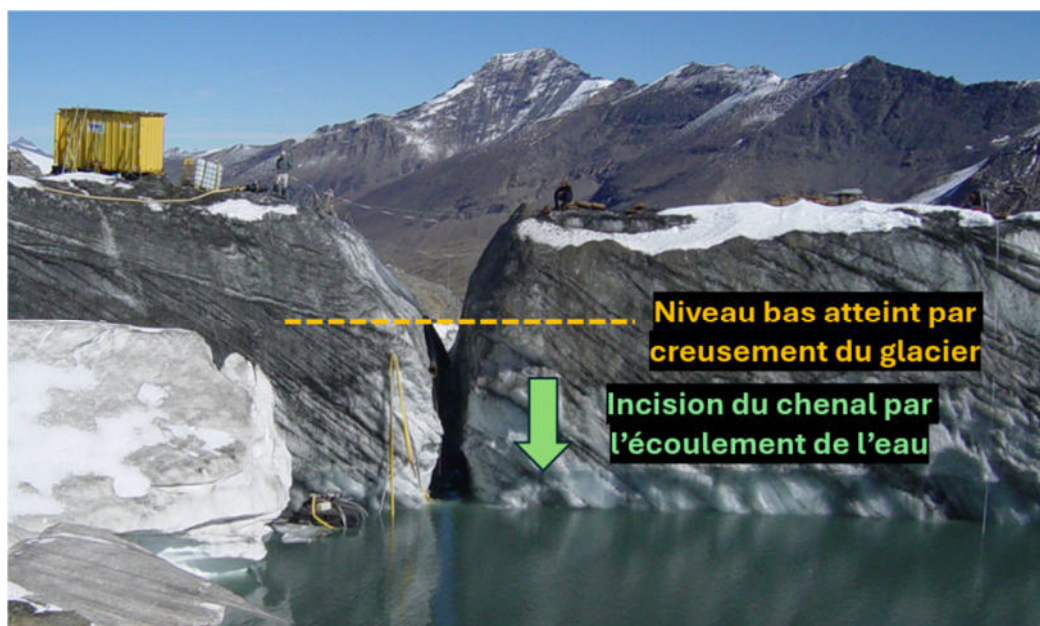


Figure 11 : exemple des travaux de vidange réalisés sur le lac de Rochemelon (2005). Photo © RTM

4.4.2. Dimensionnement

Comme présenté au COPIL n°5 (16 novembre 2023), si ces travaux avaient dû être effectués à l'été 2024, un volume de l'ordre de 100 000 à 150 000 m³ aurait dû être excavé (ce qui est moins que la solution présentée précédemment mais ce qui représente encore un volume important).

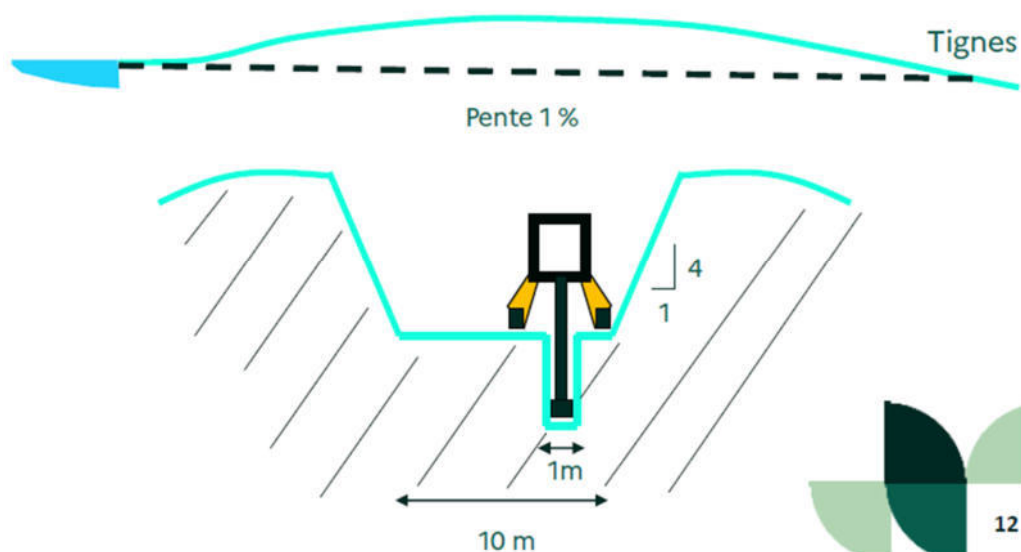


Figure 12 : extrait de la présentation du COPIL n°5 (16 novembre 2023) illustrant la réalisation d'un chenal à ciel ouvert dans le glacier (en haut) profil en long schématique (en bas) coupe type permettant d'illustrer le calcul du volume à creuser.

Compte-tenu de l'évolution du glacier, ce volume à creuser serait moins important s'il devait être réalisé dans quelques années. Le Tableau 7 présente des estimations du volume de glace à creuser pour initier une surverse à 2804 m (altitude actuelle de la surface du lac en été) en fonction de la perte d'épaisseur du glacier depuis septembre 2022 (pour rappel, la perte d'épaisseur de glace est observée entre 3 et 5m/an en moyenne sur ce secteur).

Notez que le volume du lac évolue lui aussi avec le temps. Aussi, si le volume de terrassement devient plus raisonnable au fil des années, le volume du lac lui devient de moins en moins « acceptable » vis-à-vis du risque.

Le dimensionnement doit également tenir compte de la pente minimale en dessous de laquelle l'incision attendue serait quasi incertaine, l'étude IGE (27 juin 2024) indique qu'une pente de 1% semblerait être un minimum.

Tableau 7 : évolution du volume du lac et du volume de terrassement nécessaire à l'initiation d'une surverse en considérant une perte d'épaisseur homogène (par rapport à l'état du glacier en septembre 2022)

Perte d'épaisseur du glacier par rapport à septembre 2022 (m)	Volume du lac pour une surface du lac à 2804 m (m³)	Volume de terrassement pour initier la surverse à 2804 m (m³)
0	20 000	140 000
-3	30 000	110 000
-6	55 000	80 000
-9	75 000	60 000
-12	95 000	40 000
-15	120 000	25 000
-18	150 000	12 000
-21	200 000	3 000

4.4.3. Efficacité

Sur la vidange : complète ou partielle ?

L'objectif de l'opération est de créer un chenal pour amorcer la surverse sur le glacier. Une vidange complète n'est pas garantie, en effet :

- Si l'incision de la glace par l'eau est suffisante, le lac pourrait être totalement vidangé (au moins au-dessus de 2780 m, altitude minimale du verrou rocheux).
- Cependant, si l'incision de la glace par l'eau s'arrête (insuffisance des échanges thermiques ou de l'érosion mécanique) alors la vidange serait incomplète.

D'après les éléments de l'étude sur la modélisation de la surverse du lac de Rosolin (IGE, 27 juin 2024 et 7 janvier 2025), dans la configuration actuelle, il existe un risque que la vidange s'arrête prématurément (débit entrant dans le lac faible, température faible de l'eau, long linéaire de surverse).

Sur le risque d'un emballement de la surverse et le risque de générer une vidange rapide :

L'étude IGE précise que le risque « d'emballement » d'une surverse, générant des débits importants est aujourd'hui non exclu. Cependant, ces scénarios d'emballement semblent moins probables compte tenu des hypothèses qui amènent à des forts débits de vidange (températures élevées de l'eau et débits entrants élevés dans le lac). Ces résultats ne sont pas valables pour des situations futures. En effet, ce risque d'emballement sera différent à l'avenir lorsque la superficie du lac augmentera (et peut être sa température et ses débits entrants...). Ainsi, s'il est décidé de réaliser ces

travaux dans quelques années, il faudrait s'assurer au préalable que le risque d'emballlement de la vidange soit faible (modélisation IGE à actualiser pour apporter ces précisions) et prendre des mesures temporaires pour limiter les effets (évacuation des personnes, protection rapprochée des enjeux, parcours au moindre dommage ...).

On rappelle, comme précisé dans les conclusions des études de modélisations de l'IGE sur la surverse, que les incertitudes persisteront sur le risque d'un emballlement ou au contraire d'une vidange partielle. Pour réduire au mieux ces incertitudes, des investigations complémentaires ont été réalisées par l'IGE pendant l'été 2024 (mesures de températures dans l'eau/de la glace, mesures des débits, des niveaux d'eau, mesures bathymétriques, mesures l'évolution du glacier en surface et sous l'eau). Ces observations ont permis d'affiner notre connaissance sur le milieu et à l'IGE de préciser, dans le rapport de janvier 2025, les conclusions de l'étude de l'IGE de juin 2024. Il convient donc de garder à l'esprit qu'il restera toujours des incertitudes car il s'agit d'un travail de modélisation basés sur des hypothèses sur les processus dominants la fonte de la glace et où certains paramètres (nombre de Nusselt par exemple) ne peuvent être contraints.

Dysfonctionnements

Une fois la vidange partielle ou complète réalisée, il est possible de rencontrer de nouveaux dysfonctionnements si le chenal se bouche.

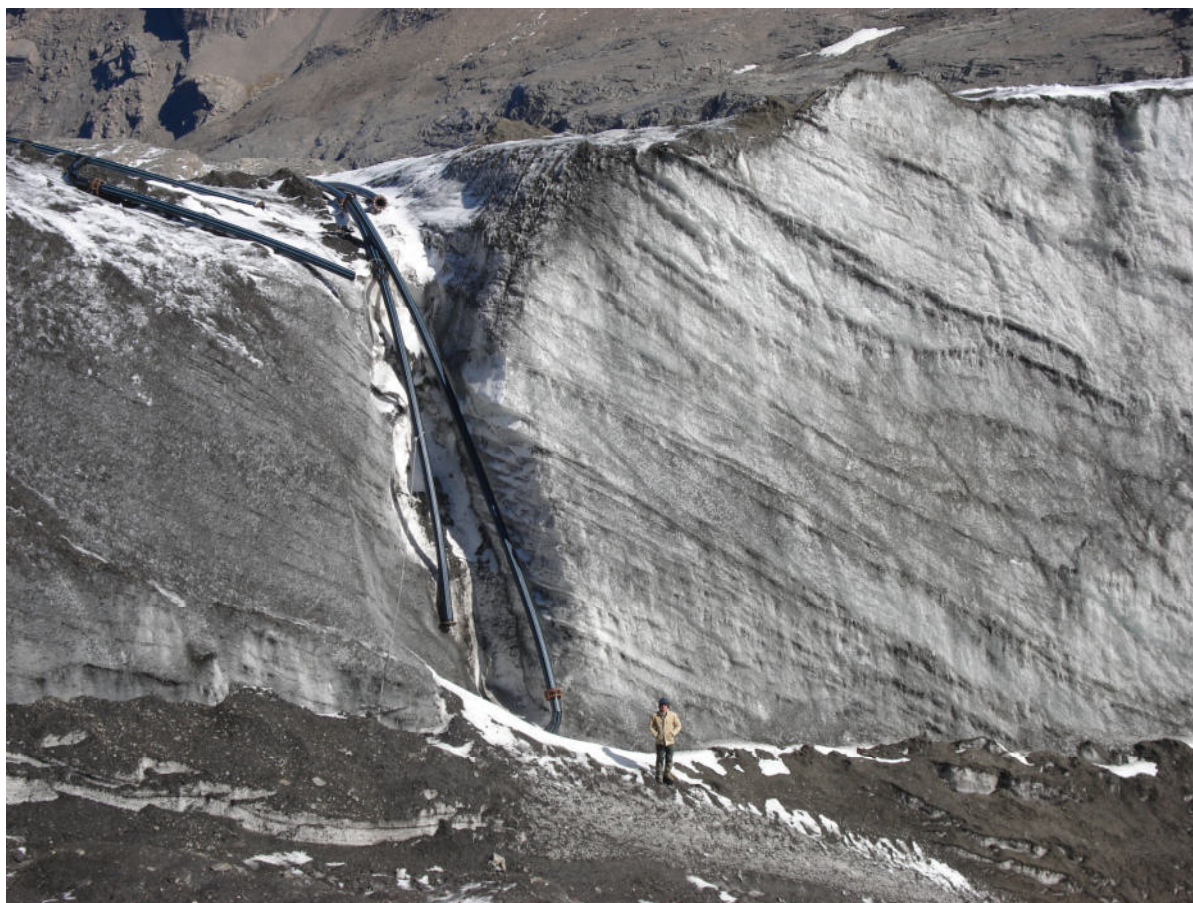


Figure 13 : Canal de vidange du lac de Rochemelon observé le 31 août 2006, 1 an après le creusement de ce dernier. Le chenal est obstrué par la neige après avoir passé un hiver. Malgré l'obstruction du chenal, le lac ne s'est pas reformé, les eaux s'étant frayé un chemin sous la neige, aucune intervention supplémentaire n'a été nécessaire.

Des interventions, potentiellement annuelles, pourraient être à réaliser pour connecter à nouveau le lac au chenal de surverse. Par exemple, sur le glacier de Plaine Morte où un chenal de vidange a été réalisé dans la glace, une surveillance annuelle du lac est réalisée¹. Si le lac ne se vidange pas tout de suite (au printemps) et qu'il atteint un niveau considéré comme « non acceptable », une décision d'intervenir peut être prise et de nouveaux travaux sont réalisés (par exemple en réalisation d'un nouveau chenal, un by-pass, permettant de relier le lac à l'ancien chenal de vidange).

¹ <https://gletschersee-lenk.ch/> [site web du canton de Bern]

4.4.4. Impacts

Cette opération implique de terrasser/détruire un volume conséquent de glace, de plusieurs dizaines de milliers de m³.

Les activités liées au glacier sur ce secteur seront perturbées voire disparaîtront. Une étude préalable des effets sur l'activité de la station semble indispensable pour anticiper ces questionnements.

L'impact environnemental sur les habitats est considéré comme faible au regard de l'emprise des travaux, uniquement sur le glacier.

Le risque résiduel est lié à des écoulements dirigés dans le Creux des Balmes, vers Tignes :

- Il est probable qu'une grande partie des eaux s'infiltrent dans le réseau karstique à l'aval du glacier (voir le long du parcours...). Le volume d'eau s'infiltrant étant probablement très faible devant le volume de fonte du glacier s'infiltrant dans le grand réseau karstique de la Grande Motte. A ce stade de la réflexion, nous considérons que cette infiltration ne générera pas de désordre à l'aval.
- Si les infiltrations ne sont pas aussi efficaces ou que la vidange est trop rapide par rapport à capacité d'entonnement du réseau karstique, il est possible que des écoulements empruntent le Creux des Balmes, avec des dégâts potentiels sur les infrastructures de ski (érosions des pistes de ski) voire inondation à Val Claret. Une analyse de risque pourrait être à réaliser en fonction des scénarios de vidanges calculées par le modèle de l'IGE. Des mesures de prévention pourraient également être mises en place sur Val Claret pour orienter d'éventuels débordements.

Le coût financier et énergétique de l'opération est considéré comme élevé (plusieurs centaines à 1 voire 2 millions d'euros compte-tenu du volume de plusieurs dizaines de m³ de glace à terrasser). Cependant, cette solution est moins coûteuse que la solution précédente qui imposait un terrassement encore plus conséquent du glacier.

Notez qu'il existe également un risque financier (ou un potentiel surcoût) lié à la remise en état en cas de désordres induits par l'opération (cf. risques résiduels : inondation Val Claret, érosions des pistes de ski)

4.5. Vidange du lac par ouverture d'une galerie sous-glaciaire jusqu'au verrou rocheux côté Tignes (altitude 2780m) et variante optimisant l'existence d'un moulin M2

4.5.1. Objectif (Copil 06 et 07)

Cette solution est similaire à la précédente mais le chenal ouvert serait remplacé par un tunnel dans la glace. De la même façon que pour le chenal, une optimisation est espérée du fait de l'action de l'écoulement de la surverse sur la glace. L'incision progressive permettrait par l'action de l'eau (sans travaux) d'atteindre une côte de vidange définitive.

En 1818, un lac se forme suite à une avalanche de glace du glacier de Giétro. Craignant un risque de vidange brutale, il est décidé de réaliser une galerie sous-glaciaire d'environ 200 mètres de long pour maîtriser la vidange. Cette galerie sera faite par une petite trentaine d'ouvriers en un mois environ (Weissbrodt, 2018). Malheureusement, le barrage de glace cèdera au cours de sa vidange et ce sont environ 20 millions de m³ d'eau qui se vidangeront en 30 minutes (Ancey et al., 2019).

Plus récemment, en 2019, ce type de solution a été partiellement mise en œuvre sur Plaine Morte (Suisse) avec la réalisation d'un forage horizontal de 150m sur les 800m prévus au départ. L'eau de vidange a bien emprunté ce microtunnel ainsi creusé. Par l'action de l'eau, ce micro-tunnel s'est ensuite agrandi pour former une galerie sous-glaciaire par laquelle le lac de Plaine Morte peut se vidanger.



Figure 14 : vue d'une galerie sous glaciaire creusée par l'eau de vidange du lac de Plaine Morte. On peut apercevoir, au plafond de la galerie, le micro-tunnel initial réalisé par une foreuse en 2019. [Source photos : <https://www.geotest.ch/>]

4.5.2. Dimensionnement

Tracé de la galerie

Le point de sortie de la galerie est imposé, à l'aval du glacier, au niveau du col rocheux côté Tignes (alt. 2780). Le point d'entrée de la galerie est situé à l'altitude de l'exutoire actuel du lac (environ 2804 m). Nous excluons la réalisation d'une galerie dont l'entrée se situerait au fond du lac pour éviter le risque d'une vidange rapide.

Il importe pour cette solution de rester dans la glace et de ne pas rencontrer de rocher. La cartographie du substratum issue des mesures radar de l'IGE (juin 2023), montre quelques remontées de celui-ci qu'il importe d'éviter (cf. Figure 15).

Enfin, pour anticiper l'évolution future du site (retrait du glacier), le tracé proposé en première approche passe par le point le plus bas du substratum afin de pouvoir drainer un lac futur. Finalement, un exemple de tracé en plan est proposé en Figure 15.

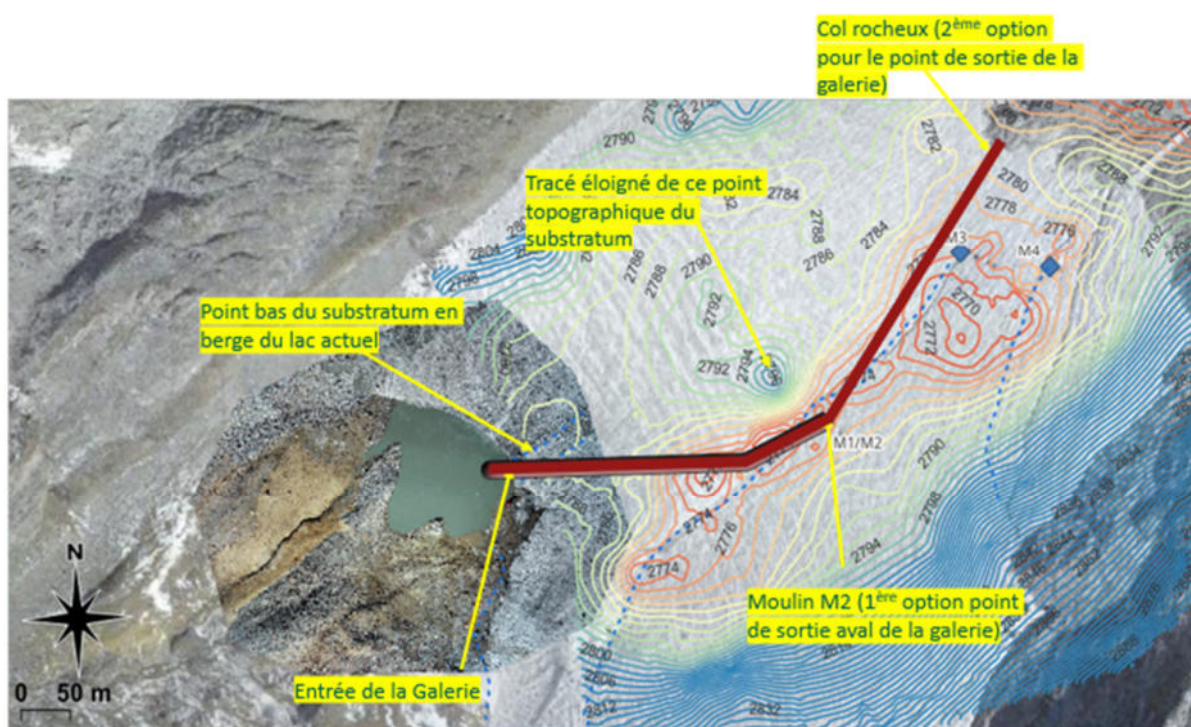


Figure 15 : esquisse de tracé d'une galerie sous-glaciaire pour vidanger le lac de Rosolin. Les courbes de niveaux correspondent à l'altitude du substratum sous le glacier (issu des mesures radar de l'IGE de juin 2023).

Pour rejoindre la côte de 2780m, un tunnel de 600 m est aujourd'hui nécessaire. Cette solution permet une attaque de tunnel par les 2 côtés (amont et/ou aval).

Une variante de cette solution a rapidement été étudiée en raison de l'existence du moulin M2. L'idée étant de réduire au maximum la longueur du tunnel à creuser pour optimiser les chances d'incision du tunnel par l'eau de vidange selon l'étude IGE du 27 juin 2024. Les eaux seraient alors évacuées directement dans le réseau karstique, exutoire présent en fond du Moulin (rapport d'exploration de cordata, du 18 octobre 2023).

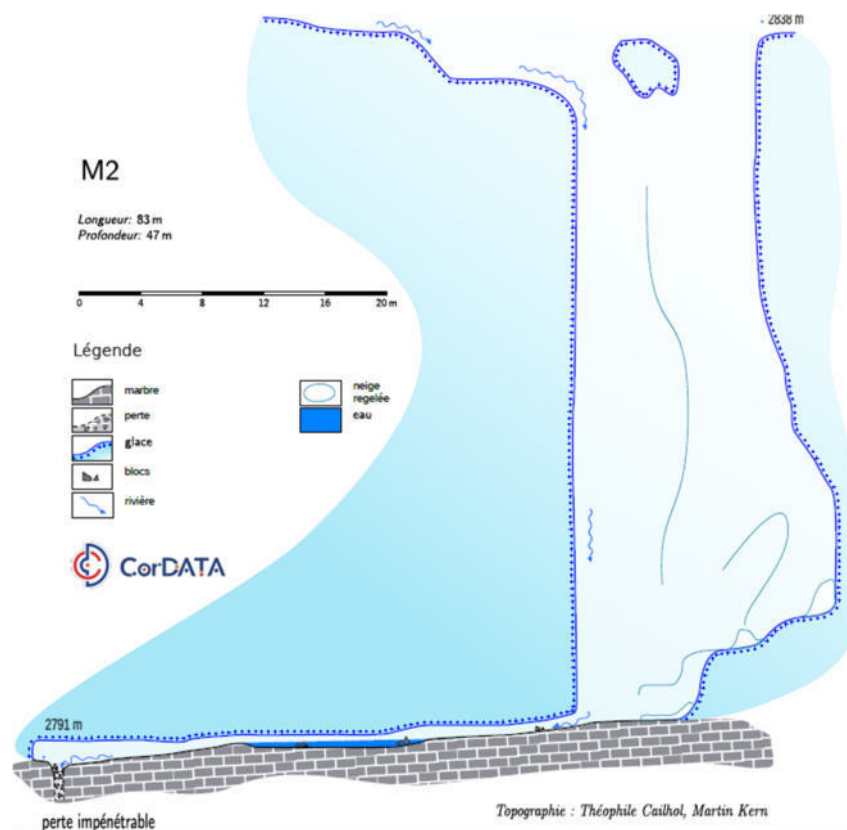


Figure 16 : représentation graphique du moulin M2, exploré en octobre 2023 (source : Cordata).

Pour rejoindre le Moulin M2, un tunnel de 300m est aujourd’hui nécessaire. Cette solution permettrait une attaque depuis les berges du lac (creusement dans le sens descendant). Une attaque par les 2 côtés est incertaine (les travaux en sens montant depuis le Moulin sont délicats, en particulier pour l’évacuation de la glace extraite lors du creusement)

Les travaux doivent être réalisés afin de pouvoir mettre en eau la galerie au début de l’été pour maximiser les chances d’une incision de la galerie par l’eau et obtenir une vidange la plus complète possible.

Sur les moyens à mettre en œuvre

Une série d’entretiens ont été réalisés auprès d’entreprises ayant suivi ou réalisé des chantiers de galeries sous-glaciaires (cf. Tableau 8).

D’après des informations recueillies auprès du Canton de Bern et de la société d’ingénierie Theiler Ingenieure AG, l’entreprise qui a réalisé les forages horizontaux sur Plaine Morte a rencontré des problèmes de guidage. En effet, les plans prévoyaient la réalisation d’un forage de 800 mètres de long, réalisés en plusieurs tronçons. Très rapidement, l’entreprise a remarqué qu’elle n’arrivait pas à maîtriser la direction verticale du forage. Lors du second forage, la tête de forage est ressortie prématurément du glacier, manquant de percuter un engin mécanique et lors du troisième forage, une tête de forage a été perdue. Finalement, la solution de micro tunnel sera abandonnée (hormis les 150m déjà creusés) et les travaux de création d’un chenal de vidange seront essentiellement réalisés à ciel ouvert avec une pelle mécanique. Ainsi, l’expérience de Plaine Morte nous incite à être prudent sur la faisabilité de réaliser un forage horizontal dans un glacier.

D’autres techniques peuvent être utilisées pour créer une galerie sous-glaciaire. En France, plusieurs grottes de glace ont été creusées à des fins touristiques (Exemple : grotte de la mer de glace, grotte de la Grave). Ces grottes de glace ont été réalisées par des équipes d’ouvriers (équipes de la famille Claret sur Chamonix, équipes de Bruno Gardent et Bernard Lambolez). Le rythme d’avancement moyen serait de l’ordre de 5 m par jour pour une équipe de 4 à 5 personnes. Ainsi, pour un linéaire de 300 à 600 mètres, cela représenterait 60 à 120 journées de travail.

Des contacts ont également été pris avec EDF vis-à-vis de la prise d’eau sous-glaciaire des Bois (sous la mer de glace). Pour réaliser et entretenir cet ouvrage, c’est un forage à l’eau chaude qui est réalisé. Une puissance électrique de plusieurs centaines de kWh est nécessaire pour alimenter la pompe et

la chaudière électrique. La principale contrainte du creusement à l'eau chaude est de devoir creuser à l'interface substratum/glace, en sens montant uniquement (pour évacuer l'eau). Entre le lac de Rosolin et l'exutoire potentiel de la galerie sous-glaciaire, la topographie sous-glaciaire du substratum présente une cuvette, ainsi il ne semble pas possible de creuser une galerie sous-glaciaire en sens montant uniquement.

Finalement, compte-tenu des expériences présentées au-dessus, une solution de type grotte de glace creusée « manuellement » par une équipe d'ouvrier semble être la solution la plus fiable pour réaliser une galerie sous-glaciaire. Compte-tenu de la longueur de la galerie à réaliser, ce chantier semble faisable mais représente un véritable défi humain.

Tableau 8 : Synthèse du recueil d'information auprès d'entreprises ayant réalisé des ouvrages sous-glaciaires

	Prise d'eau sous glaciaire des bois	Grotte de la mer de glace	Grottes de glace La Plagne/Tignes/La Grave/Spiteberg...	Travaux de gestion du risque associé au glacier de Plainemorte
Contacts	EDF-CIH	CLARET et FILS	Société des Grottes de la Meije	Theiler Ingenieure AG Canton de Berne
Réalisation	Captage sous-glaciaire de l'aménagement hydraulique des Bois [Chamonix]	Grottes régulièrement réalisées (longueur nc, dimensions imposées par la machine)	Grottes d'une centaine à plusieurs centaines de mètres sur différents sites (La Grave, Alpes Huez, la Plagne, Tignes, ...)	150m de microtunnel réalisé pour la vidange d'un lac sur la glacier de Plaine Morte
Moyens de creusement utilisés	Creusement à l'eau chaude (poste énergétique minimum de 500 kW, poste ressource en eau) Creusement à la montée obligatoire	Outils électrifiés (poste énergétique d'environ 70 kW) 4/5 personnes Creusement à la montée	Essentiellement par la force de l'homme Quelques outils électrifiés (poste énergétique à préciser mais faible) Équipe d'environ 5 personnes Creusement à la montée	Forage horizontal
Rendement	Environ 3m/jour	Avancement de 5m/jour en moyenne	Avancement de 5m/jour en moyenne (8-9m sur la réalisation de la grotte de glace de Tignes)	Non connu
Période travaux	Non connu	Souvent creusées à l'hiver	Creusées à toute saison	Début des travaux en avril
Problématique principale	Avancement du glacier (30/40m /an)	Avancement du glacier (70m /an) Erosion très importante de la glace par l'air (éviter le percement de la galerie et la génération de courants d'air)	Avancement du glacier Challenge humain	Difficulté à maîtriser la direction du forage (abandon de la technique après seulement 150m réalisé sur 800m prévus)
Coûts	Non connu	~450 k€ pour 150 m	A préciser	Non connu

4.5.1. Efficacité

Sur l'efficacité de la solution une fois la galerie creusée

L'efficacité de cette solution va reposer sur l'incision réellement observée dans le tunnel (même problématique sur pour le chenal à ciel ouvert). Plus l'incision de l'eau sera importante, plus le volume du lac sera réduit.

L'étude de l'IGE sur la modélisation de la surverse du lac à Tignes [IGE, 27 juin 2024] indique que la vidange du lac pourrait être incomplète si le débit entrant dans le lac ou la température de l'eau ne sont pas suffisamment élevés.

A défaut d'une vidange complète, cela limitera la solution à un contrôle de volume, mais avec le recul du glacier, arrivera un moment où le volume non évacué dépassera un volume accepté dans le cadre de la gestion du site et des risques.

Ainsi, l'efficacité de cette solution est très incertaine (faible si la vidange est incomplète, forte si la vidange complète est effective). Compte-tenu de nouvelles acquisitions de données au cours de l'été 2024, l'actualisation du modèle de l'IGE [IGE, 7 janvier 2025] a permis d'écarter le risque d'emballement de la vidange par surverse, et d préciser la probabilité qu'une vidange du lac par surverse puisse être complète ou non, sans écarter le risque d'une surverse très lente voire inachevée.

D'autre part, pour la variante « Moulin », l'efficacité va reposer également sur une connexion pérenne et suffisante en débit au réseau karstique. Si le débit du réseau karstique est inférieur au débit qui rentre dans le lac, alors l'incision de la galerie de glace par l'écoulement de l'eau sera très limitée et il sera très probable le lac ne se vidange pas. En cas d'insuffisance du débit du réseau karstique, le moulin pourrait se mettre en charge et l'augmentation de la pression hydrostatique au niveau du Moulin se posera, l'étude d'AVP devra vérifier cet élément.

Ainsi, la variante de galerie sous-glaciaire via le moulin présente encore plus d'incertitude en termes d'efficacité car cette dernière repose sur la connexion existante (et probablement variable d'une saison à l'autre) du moulin au réseau karstique.

Robustesse de la solution dans le temps

A la suite de la réalisation de la galerie et de la vidange (partielle ou complète) du lac, le chenal de vidange doit rester ouvert pour permettre l'évacuation de l'eau.

Pendant la période estivale, les eaux de fonte alimentent la galerie en eau et participent à maintenir/élargir la galerie sous-glaciaire maintenant ainsi son efficacité à vidanger le lac. De même, la circulation d'air devrait participer à maintenir l'ouverture et à élargir la galerie.

En période hivernale, lorsque les apports liquides sont limités, le système se couvre de neige. Ce manteau neigeux participera à obstruer l'entrée et la sortie de la galerie. Pendant ce temps, sous l'effet du fluage de la glace, la galerie pourrait être amenée à se refermer. Afin que la galerie reste ouverte pour vidanger le lac l'année suivante, il est nécessaire que cette vitesse de fermeture soit suffisamment faible pour ne pas refermer totalement la galerie. Une étude de l'IGE devrait permettre d'évaluer les vitesses de fermeture de la galerie sous le seul effet du fluage de la glace.

En sortie de période hivernale, il est possible que l'entrée et la sortie de la galerie soient encore obstruées par de la neige/glace alors que les apports liquides réaugmentent avec, en particulier, la fonte de la neige. Aussi, la reformation du lac est possible tant que l'entrée et la sortie du lac sont obstruées.

Si le lac se forme à nouveau et que la galerie est encore ouverte, le lac se vidangera à nouveau par la galerie une fois que l'entrée et la sortie de la galerie seront désobstruées (par la réalisation de travaux ou naturellement par fonte des bouchons de neige/glace). Le risque que représente cette vidange « annuelle » n'est à ce stade pas connu, la dynamique pourrait être rapide.

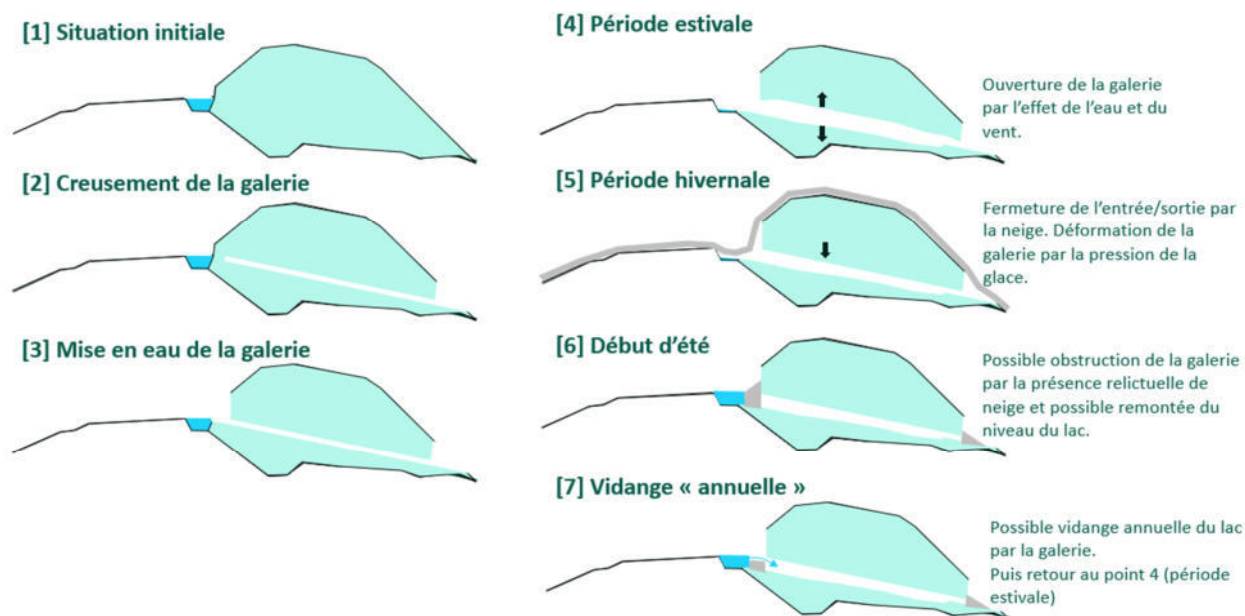


Figure 17 : fonctionnement schématisé d'une galerie sous-glaciaire pour vidanger le lac de Rosolin. Les phases 1 à 3 sont les étapes initiales de construction et de mise en fonctionnement de la galerie. Les étapes 4 à 7 représentent le fonctionnement de la galerie chaque année.

4.5.2. Impacts

Les impacts environnementaux sur les milieux sont considérés comme faibles en raison de travaux majoritairement réalisés sur le glacier.

Les impacts sociaux-économiques sont également considérés comme faibles (l'activité hivernale de ski ne semble pas être impactée à moyen terme par la réalisation d'une galerie sous-glaciaire).

Au cours du processus de vidange, bien que la probabilité semble faible, l'étude IGE indique qu'on ne peut pas exclure des débits de vidanges pouvant atteindre 16 m³/s. Ces débits de vidanges sont de l'ordre de la crue exceptionnelle du ruisseau des Balmes, aussi, pour reprendre la formulation de l'IGE : un scénario d'inondation ne peut être exclu.

Pour la solution avec un exutoire en pied de glacier, un débit potentiellement permanent va devoir être absorbé en aval. Il est quasiment certain que l'infiltration naturelle sera suffisante via les réseaux karstiques existant. Si ce débit n'est pas absorbé par le réseau karstique, il pourra être nécessaire de réaliser des travaux pour canaliser ces écoulements. La phase AVP devra proposer des mesures d'observations et d'éventuelle gestion de ce débit.

Pour la solution avec un exutoire directement dans le réseau karstique (via le moulin M2), les impacts ne sont pas quantifiés aujourd'hui, nous supposons tout de même que les débits sont faibles au regard des débits circulant dans l'ensemble du réseau karstique.

Enfin, dans les deux cas, il existe une forte incertitude sur les risques résiduels. En effet, on suppose que la galerie pourrait se boucher annuellement (lié à la présence de neige en entrée de galerie par exemple). Ainsi, chaque année le lac pourrait se former et son volume pourrait augmenter à nouveau, au moins temporairement. Dans le cas d'une galerie traversant le glacier, la maîtrise de ces vidanges annuelles vers Tignes ne semble pouvoir être garantie.

4.6. Vidange du lac par forages verticaux et connexion au réseau karstique

4.6.1. Objectif

L'objectif de cette mesure serait de créer un réseau de forage verticaux pour multiplier les chances de créer des connexions du lac au réseau karstique de la Grande-Motte. Rappelons que le scénario de connexion naturelle au réseau karstique avec le recul du glacier fait partie des scénarios attendus.

Afin de forcer cette évolution « naturelle », plusieurs forages verticaux pourraient être réalisés (au travers de la glace puis éventuellement au travers de la roche).

Nous ne connaissons pas de retour d'expérience sur ce type de travaux.

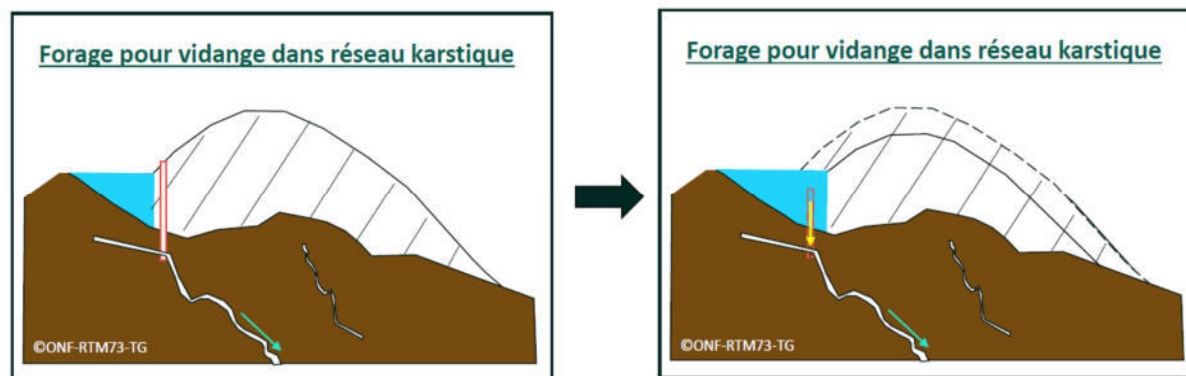


Figure 18 : Schéma présentant l'idée de forages verticaux pour connecter le lac au réseau karstique de la Vanoise (extrait de la présentation RTM lors du COPIL n°5 du 16 novembre 2023).

4.6.2. Dimensionnement

Nous ne connaissons pas la nature des roches présentes sous le glacier, ainsi les forages à réaliser seraient positionnés arbitrairement. Des forages pourraient être faits depuis la surface du lac ou en berge du lac, sur le glacier.

Les forages à réaliser seraient de l'ordre de 10 à 20 mètres de profondeur pour traverser la glace puis forer éventuellement de quelques mètres dans le rocher pour trouver les bons horizons (notez que l'altitude du substratum est mal connue sous le lac). Le diamètre du forage est surtout à adapter aux contraintes de mises en œuvre (par exemple fonction des foreuses pouvant être amenées sur site).

Plus le nombre et le diamètre de forage seront importants et plus il y aura de chance de trouver une entrée au réseau.

4.6.3. Efficacité

L'efficacité va essentiellement reposer sur l'opportunité ou non de trouver une entrée du réseau karstique avec un débit suffisant. Compte tenu de notre absence de connaissance sur la nature géologique du substratum sous le glacier, l'efficacité de cette solution ne peut être garantie aujourd'hui.

Si une entrée au réseau karstique est trouvée et que le lac se vidange. La pérennité de cette connexion ne peut être garantie en raison d'un milieu très évolutif (fonte de la glace, déformations plastiques, obstruction par la neige). Il est possible que cette (ou ces) connexion(s) se bouche(ent) d'une année sur l'autre, la robustesse de cette solution n'est donc pas garantie sur le long terme.

En synthèse, l'efficacité de cette solution ainsi que sa robustesse dans le temps sont très incertaines.

4.6.4. Impacts

Les impacts sont similaires aux ceux de réalisation d'une galerie sous-glaciaire connectée au moulin M2 : faible impact socio-économique envisagé, impact environnemental relativement faible du fait des travaux en milieu glaciaire uniquement, moyens de mise en œuvre relativement légers par rapports à d'autres solutions (cout et emprente carbone/énergétique relativement faible).

Le risque induit par l'infiltration des eaux du lacs dans le réseau karstique apparaît comme très faible.

4.7. Vidange du lac par siphonnage

Une vidange partielle du lac peut être réalisée par la mise en œuvre d'un système de siphonnage. Cette solution de vidange a été mise en œuvre à l'été 2024. Cette mise en œuvre apporte, par retour d'expérience, des premiers enseignements quant à l'efficacité et les limites de cette solution.

Le dimensionnement d'un système de siphonnage dépend en grande partie de la topographie du site et des débits entrants. Pour plus d'information sur le dimensionnement d'un système de siphonnage, il est possible de se reporter au rapport du RTM de stade AVP (RTM, 19 avril 2024).

Nous rappelons seulement ici les limites du siphonnage :

- Une vidange complète du lac ne peut pas être réalisée par siphonnage (principe physique). Par exemple, le système actuellement opérationnel sur Tignes permet un abaissement de 5 mètres maximum.
- Le gel des siphons limite aujourd'hui la capacité du système à assurer un abaissement permanent du lac au cours de l'année. En effet, lorsque le siphon est gelé, il ne permet pas d'abaisser le niveau du lac et celui-ci peut remonter. Des solutions de lutte contre le gel sont aujourd'hui à l'étude.
- La gestion des cycles de désarmoçage/amorçage des siphons implique une très grande réactivité des personnels, ce qui rend complexe le maintien opérationnel du siphon 7j/7, même en période estivale. Ainsi, une automatisation du système de siphonnage (par fermeture/ouverture automatique des vannes) est aujourd'hui à l'étude.

Le siphonnage est une solution temporaire permettant de « gagner du temps » en maîtrisant, temporairement, le volume du lac. Son efficacité est limitée à 5 mètres d'abaissement actuellement. Le système est mis à mal par les nombreux cycles de désamorçage et par le problème de gel. Des solutions de gestion de ces deux problèmes sont actuellement à l'étude et pourraient être mis en œuvre à l'été 2025.

4.8. Vidange du lac par pompage

4.8.1. Objectif

Il peut être envisagé de vidanger le lac à l'aide d'un système de pompage. Pour cela, il est nécessaire de pomper l'eau du lac à un débit supérieur aux débits entrants dans le lac.

Cette méthode a été mise en œuvre en 2018 sur le lac de Grand Croux (commune de Cognes, Italie – massif du Grand Paradis). Le pompage a été réalisé préalablement à une opération d'abaissement de l'exutoire. En début d'opération, il a été fait l'usage de 5 pompes durant 4 jours. Cependant, celles-ci n'ont pas permis de faire baisser le niveau du lac, avec une remontée nocturne du niveau lors des arrêts des pompages. La capacité in situ de ces pompes était de 40m³/h (au lieu des 100 m³/h donnés dans la fiche technique), le rendement étant diminué par l'altitude et les pertes de charges liées à la longueur des tuyaux. 10 pompes ont alors été mises en œuvre pour que le pompage devienne efficace (5 000 m³ par jour sur des durées de 13h), avec des moyens humains importants. Ne pouvant assurer un pompage du lac en permanence (accès uniquement par hélicoptage, sans électricité à proximité), cette solution sera abandonnée au profit d'un abaissement de l'exutoire existant.

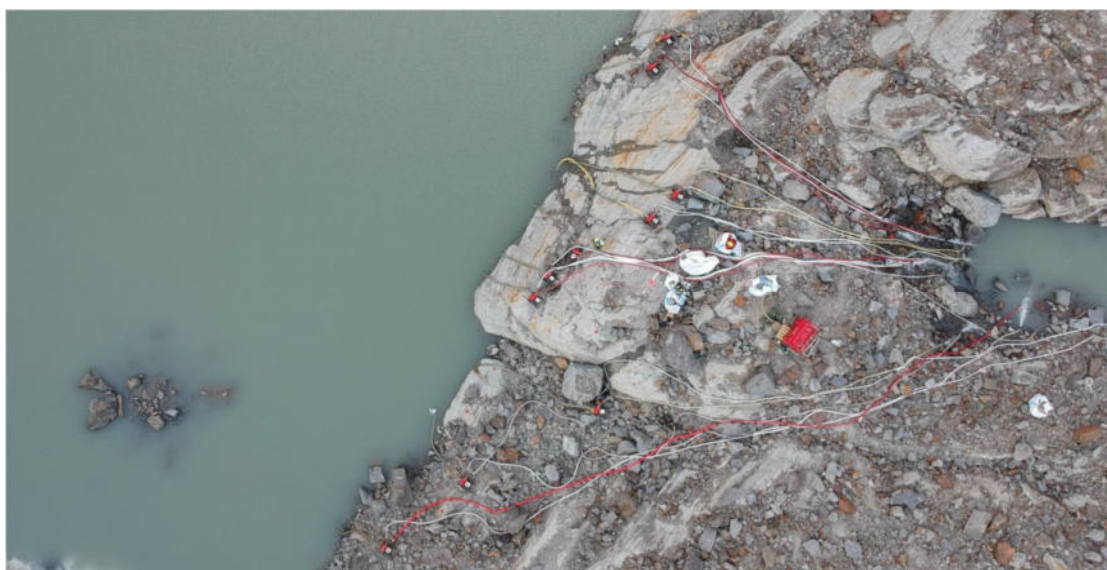


Figure 19: Pompage du Lac de Grand Croux (2018 Montagna Segura)

4.8.2. Dimensionnement

Le dimensionnement d'un système de pompage dépend essentiellement :

- Du débit de pompage souhaité ;
- De la hauteur de refoulement (hauteur verticale entre le point haut du système de pompage et la pompe) .

Sur les débits

Les débits entrants dans le lac ont été observés pendant les étés 2023 et 2024 soit par mesure du débit à l'exutoire du lac, soit par observation du niveau du lac sans déversement avec siphons désamorçés. Nous retenons :

- que les débits maximaux instantanés sont de l'ordre de 350 litres/secondes (i.e. 1260 m³/heure), observés lors d'un évènement pluvieux
- que les débits journaliers maximaux sont :
 - de 100 litres/secondes (360 m³/heure) mesuré le 30 Aout 2024, lors d'une journée ensoleillée de fonte glaciaire (température journalière moyenne de 9°C enregistré à la station nivôse de Bellecôte) ;
 - de 200 litres/secondes (720 m³/heure) enregistré lors d'un évènement pluvieux le 26 septembre 2024 .

Compte-tenu de ces observations, nous estimons qu'une capacité de pompage de :

- 500 m³/heure est un minimum à garantir pour maintenir un volume réduit du lac pendant la période estivale. Des remontées temporaires du volume du lac seraient à prévoir (lors d'évènements pluvieux)
- 1000 m³/heure permet de garantir une capacité de pompage supérieure aux évènements déjà connus. Cette capacité de pompage serait pour la plupart du temps surdimensionnée. Cependant, il pourrait être envisagé d'utiliser plusieurs unités de pompage de quelques centaines de l/s afin de créer des unités de « secours » en cas d'avarie de l'une des pompes.

Ainsi, en première approche, il semble qu'une capacité de pompage de 1000 m³/h atteinte par plusieurs pompes permet de garantir une bonne efficacité du système de pompage pour maintenir un volume réduit du lac durant la période estivale ou pendant les épisodes pluvieux importants. En cas d'avarie d'une partie des pompes (par exemple la moitié), le système devrait également permettre de maintenir un volume réduit du lac pendant la période estivale mais des remontées ponctuelles du volume du lac pourraient être possibles lors d'épisodes pluvieux importants.

Une capacité bien supérieure permettrait de pouvoir maintenir un niveau bas y compris lors d'évènement pluvieux important (et en cas d'avarie), sous réserve d'une solution de réactivité ou d'automatisation de la mise en service des pompes en cas de remontée rapide du niveau

Sur la hauteur de refoulement

La hauteur de refoulement dépend du volume cible du lac que l'on souhaite atteindre.

Compte-tenu de la fonte du glacier, le volume du lac augmente à une côte de surface libre constante. Ainsi, la hauteur de refoulement devra augmenter au fil du temps pour maintenir le lac en dessous d'un volume cible.

Des modélisations d'évolution du volume du lac ont été réalisées par le RTM (cf. rapport RTM du 07 avril 2024), elles sont rappelées dans la Figure 20.

En supposant que le volume cible soit de 50 000 m³, il faudra alors abaisser la côte du lac à l'altitude de 2798 mètres (soit environ 6m50 sous la côte actuelle) lorsque le glacier aura perdu 21 mètres d'épaisseur par rapport à son épaisseur de janvier 2023 (le dôme de glace culminera alors autour de 2810 mètres et la berge de glace aura reculé de 100 à 200 mètres).

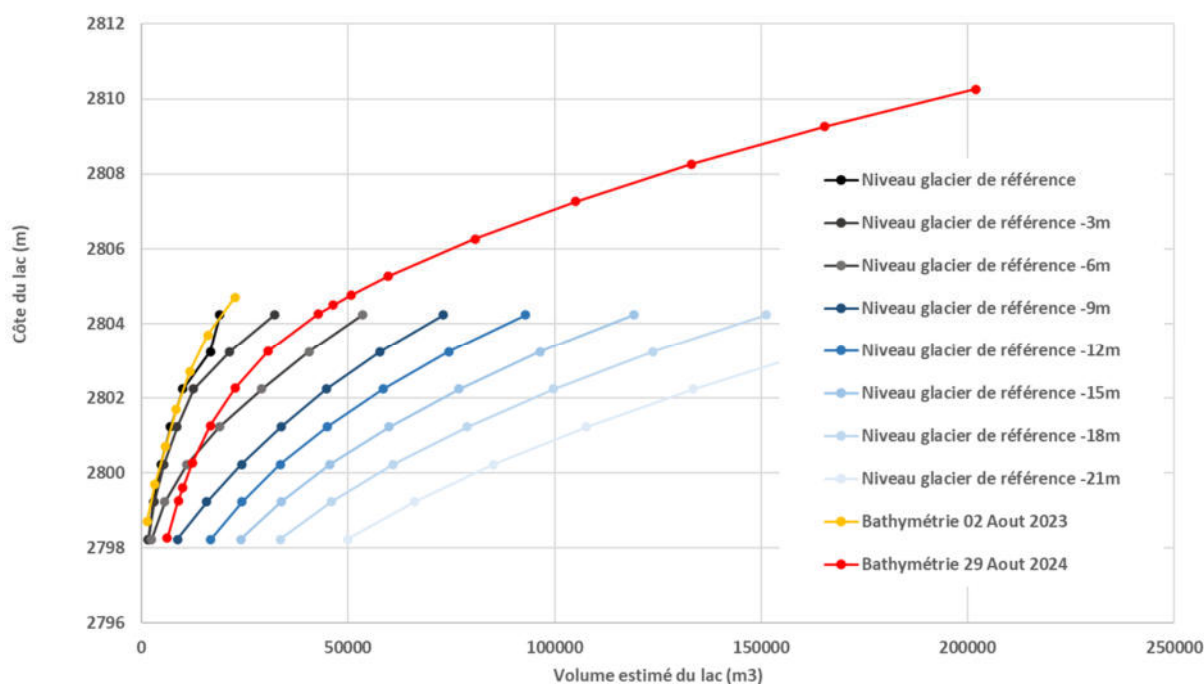


Figure 20 : courbes hypsométriques (Côte en fonction du volume du lac) mesurées et modélisées à partir d'une hypothèse de fonte homogène du glacier. Le niveau de référence du glacier correspond à des mesures réalisées entre septembre 2022 et début août 2023, soit approximativement un niveau de glacier de référence correspondant au mois de janvier 2023.

Finalement, nous proposons de retenir une hauteur de refoulement de l'ordre de 8 mètres, permettant d'immerger une pompe 1m50 sous la surface et d'abaisser la côte de la surface libre à la côte de 2798 m. Ce système de pompage pourrait permettre de maintenir le volume du lac sous 50 000 m³ avec une perte considérable d'épaisseur (de l'ordre de 20 mètres) et un recul important du glacier (de plus d'une centaine de mètres).

Sur les moyens à mettre en œuvre

Finalement nous proposons une capacité de pompage de l'ordre de 1000 m³/h (300 l/s) pour une hauteur de relevage de l'ordre de 8 mètres.

La Figure montre les caractéristiques d'une pompe permettant de fournir 150 L/s pour une hauteur de relevage supérieure à 10 mètres. Ainsi, avec deux pompes de ce type, la capacité de 300 L/s pourrait être atteinte.

MAXI

Technical data	L	N	H
Discharge connection	8"	8"	4"
Rated output	30 kW	37 kW	37 kW
Max power consumption	33 kW	41 kW	41 kW
Rated current at 400 V	57 A	65 A	65 A
Rated current at 500 V	45 A	52 A	52 A
Shaft speed	1465 RPM	2950 RPM	2950 RPM
Strainer holes	Ø 12 mm	Ø 12 mm	Ø 12 mm
Weight	285 kg	285 kg	285 kg
Height	1345 mm	1345 mm	1345 mm
Width	Ø 510 mm	Ø 510 mm	Ø 510 mm

Other voltages on request

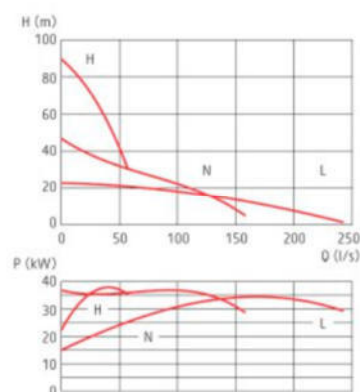


Figure : exemple de pompes pouvant être utilisées pour atteindre une capacité de pompage de 300 L/s avec deux unités (8 mètres de hauteur de relevage).

Notez que la puissance électrique nécessaire à l'utilisation d'une pompe MAXI de type L est de l'ordre de 30 kW. Il sera donc nécessaire d'acheminer suffisamment de puissance électrique pour alimenter ces pompes. D'après quelques entretiens téléphoniques avec la Régie électrique de Tignes et la STGM, il serait possible d'alimenter ce système depuis des points de livraison existants au sein du domaine skiable (appartenant aujourd'hui au réseau privé de la STGM). Plusieurs options sont possibles en fonction du linéaire/des passages d'escarpements rocheux/passes sur glacier, elles devront être étudiées au stade d'avant-projet par la suite.

Comme pour le siphonnage, une gestion automatisée du système devra être envisagée pour gérer les phases de marche/arrêt du système de pompage, variant au grés des apports d'eau dans le lac (fonction de la température extérieure, des précipitations, etc..)

Enfin, pour que le système de pompage soit utilisable toute l'année, une solution de lutte contre le gel doit être développée. A ce stade, l'étude de solutions n'est pas encore mature pour préciser les moyens à mettre en œuvre.

Une entreprise spécialisée, par exemple dans la production de neige de culture, devra être mandatée pour mener des études concernant l'ensemble des aspects mentionnés ci-dessus.

4.8.3. Efficacité

S'il est correctement dimensionné, l'efficacité d'un système de pompage devrait permettre de maintenir le volume du lac sous un volume cible. Si le système de pompage est sous-dimensionné, il sera toujours possible d'augmenter la capacité de pompage (un point limitant sera tout de même lié à l'alimentation en électricité, il semble donc intéressant de déterminer la puissance électrique maximale qui peut être délivrée au niveau du lac).

Des dysfonctionnements du système de pompage peuvent être liés :

- A une panne mécanique (par exemple pompe défectueuse). La mise en œuvre de plusieurs unités de pompage devrait permettre de réduire la vulnérabilité du système de pompage (pompe en spare).

- Au gel du dispositif en période hivernale. Un système de lutte contre le gel devra être étudié dès les phases amont du projet.

4.8.4. Impacts

L'impact environnemental sur les milieux est considéré comme faible car les eaux de pompages seront rejetées dans l'émissaire actuel du lac. Une légère variation du régime hydrologique est possible (variation des cycles journaliers, écrêtement des pics de débits) mais les débits rejetés seront en moyenne similaires aux débits naturels.

Aucun impact sur les activités du domaine skiable n'est anticipé (hormis d'éventuels arbitrages sur l'utilisation de la puissance électrique).

L'impact carbone/énergétique de la solution est potentiellement fort compte-tenu du besoin de maintenir un système de pompage en fonctionnement pendant toutes les périodes d'apport en eau (fonte du glacier et précipitations liquides).

Le chiffrage de cette solution devra être réalisé suite à une étude réalisée par une entreprise spécialisée dans le domaine.

A ce stade, nous identifions des couts associés à :

- L'amenée de l'électricité sur site : des informations recueillies auprès de la régie électrique de Tignes nous mène à un minimum de 100 k€ pour cette opération (exemple de chiffrage pour la mise en œuvre d'une ligne de 1200m en câble HTA permettant d'alimenter un système de pompage de 3 pompes de puissance de 59 kW chacune)
- La fourniture du matériel (pompes, tuyauterie, armoires électriques, ponton, système de lutte contre le gel,...). A ce jour, nous n'avons pas d'estimatif de cout d'investissement concernant un tel dispositif. Nous supposons qu'il est de l'ordre de plusieurs centaines de k€.
- La mise en œuvre du dispositif (amenée et montage du matériel sur site). Concernant la mise en œuvre du dispositif, nous pouvons imaginer une opération relativement similaire à l'opération de siphonnage réalisée sur le lac en 2023 ce qui nous amènerait à un cout d'installation de l'ordre d'au moins 200 k€ (hors achat du matériel).
- Des couts de fonctionnement liés à la maintenance du système (exemple : maintenance annuelle des pompes, réparations) et à la consommation énergétique (plus ou moins lié au volume d'eau pompé). Nous ne savons pas chiffrer le cout de maintenance d'un système de pompage actuellement. Concernant la consommation électrique, elle est directement liée au temps de fonctionnement de pompe. En appliquant un modèle hydrologique basique, nous estimons que le volume d'eau annuel à évacuer est de l'ordre de 1 000 000 de m³. En supposant un débit de pompage de 1000 m³/h pour une puissance de 60kW à 0.6 €/kWh, on obtient un cout de l'ordre de 40 k€/an. A cela doivent d'ajouter la consommation du système de lutte contre le gel.

Finalement, le cout d'une solution de vidange du lac par pompage est encore bien incertain, il est probablement de plusieurs centaines de milliers d'euros au million d'euros en investissement, et de l'ordre de la centaine de k€ par an en fonctionnement.

4.9. Conclusions sur les solutions actives

Deux tableaux synthétisent les analyses réalisées pour chacune des solutions étudiées (Annexe 1 et Annexe 2).

Dans l'objectif d'assurer une protection de tous les enjeux, l'unique solution est une vidange totale du lac.

A ce jour, la création d'un exutoire définitif vers Champagny n'a pas été retenue ni même étudiée de manière approfondie, car les solutions chenal ou tunnel en rocher apparaissant à ce stade plus complexes que les solutions sur le glacier.

De même, la solution de réalisation d'un exutoire « définitif » du lac (à la côte de 2780m) côté glacier n'a pas été approfondie au-delà de l'analyse du présent rapport, compte-tenu de la très grande masse de glacier à terrasser. Le maître d'ouvrage ne souhaite pas, à ce stade, envisager ce type de travaux.

Le siphonnage ne constitue pas une solution efficace pour vidanger durablement le lac de Rosolin puisque ce système est limité à quelques mètres d'abaissement maximum. Cette solution permet ainsi de réduire la cote et le volume du lac mais avec le recul du glacier, si le lac persiste, le siphonnage ne permettra pas de maîtriser suffisamment le volume du lac de Rosolin.

Aussi, les solutions actives semblant apporter les meilleurs compromis sont :

- la création d'une surverse sur le glacier :
 - o En créant un chenal dans le glacier : solution probablement la plus robuste mais également la plus impactante dans la configuration actuelle (le volume de glace à terrasser est encore important)
 - o En réalisant un tunnel qui traverse le glacier : 600ml de tunnel à prévoir avec encore des questionnements de faisabilité, l'efficacité de ce dispositif dépendant aussi de l'incision observée dans le tunnel et avec des questionnements sur la gestion de son obstruction au cours du temps.
 - o En réalisant un tunnel entre le lac et le moulin M2 : 300 ml de tunnel à prévoir avec encore des questionnements de faisabilité, l'efficacité de ce dispositif dépendant non seulement de l'incision observée mais également de la connexion au karst en fond de moulin ; pareillement des questionnements sur la gestion de son obstruction au cours du temps rendent l'efficacité de cette solution incertaine
- La mise en œuvre d'un système de pompage : cette solution devrait permettre de maîtriser le volume du lac au fil des années moyennant une maintenance continue du système tant que le lac existera. La puissance de pompage sera à adapter aux évolutions du lac (hauteur de relevage à augmenter d'années en années). A ce stade, la faisabilité de cette solution est dépendante de la capacité à maintenir un système de pompage opérationnel en hiver (lutte contre le gel). Si la solution semble pouvoir apporter une certaine efficacité et robustesse dans le temps, les moyens techniques devant être mis en œuvre doivent encore faire l'objet d'étude par des entreprises spécialisées (par exemple entreprises dans le domaine de la neige de culture).

5. Discussion sur une stratégie de gestion du risque

5.1. Maintenir le volume de lac au fil des années

5.1.1. Vers la définition d'un volume critique ?

Pour rappel, le risque associé au lac de Rosolin serait la conséquence d'une éventuelle vidange rapide en direction du Val Claret. L'intensité de l'aléa et l'extension de l'aléa est en grande partie déterminée par le volume du lac (cf. rapport RTM du 07 avril 2024). Ainsi, en réduisant le volume du lac, il est possible de réduire l'aléa de vidange et donc de réduire le risque. Un certain nombre de mesures ont été explorées dans ce présent document.

Pour écarter totalement le risque de vidange, il serait nécessaire de vidanger totalement le lac de Rosolin. Les solutions permettant d'arriver à cet effet (exemple : arasement complet d'une partie du glacier de la Grande Motte, ou excavation de très grande ampleur du versant côté Champagny en Vanoise) ont été exclues à ce stade par le COPIL pour des raisons économiques et environnementales en premier lieu.

Compte-tenu des fortes incertitudes liées à l'estimation du risque de vidange naturelle (exemple : probabilité d'occurrence inconnue, intensités et extensions très variables du phénomène selon les hypothèses choisies), aucun volume « acceptable » n'a pu être défini lors des différents COPIL. Aussi, aujourd'hui, s'il est convenu de maîtriser le volume du lac pour maîtriser le risque, aucun objectif de volume n'est fixé à ce jour par le COPIL.

Nous reportons ci-dessous les variations de volume du lac au cours des dernières années :

- De 2017 à 2023 : le lac s'est agrandi progressivement avec le recul du glacier pour atteindre un volume de l'ordre de 150 000 m³ (estimation IGE du 22 juin 2023 : entre 124000 à 17200 m³).
- Lors du premier COPIL le 16 juin 2023, suite aux travaux d'estimation du risque (pour un volume de lac qui n'était pas connu), il a été décidé de déclencher des travaux d'urgence qui se sont déroulés au cours de l'été 2023. Le lac a vu sa côte abaissée d'environ 6 mètres 50. Le volume du lac n'a pu être mesuré précisément en fin de travaux, il était estimé entre 30 000 et 70 000 m³ [note : des mesures réalisées à la fin Aout 2024 montreront que le volume du lac était inférieur à 45 000 m³].
- A l'automne 2023, les services RTM estiment que le volume du lac pourrait augmenter de 40 000 m³/an en moyenne [cf. ONF-RTM, 07 avril 2024]. Compte-tenu de cette information, le COPIL se décidera pour poursuivre une stratégie de gestion du risque par une maîtrise du volume du lac. Des travaux de siphonnage seront entrepris au cours de l'été 2024.

Compte-tenu de l'évolution rapide du volume du lac (en lien avec la perte de masse, de plus en plus forte, du glacier) et du temps nécessaire à mettre en œuvre des solutions de gestion (acquisition de données de terrain, études de dimensionnement des solutions, réalisation de marchés, délais réglementaires, périodes très réduites pour la réalisation des travaux...), il nous apparaît difficile de maîtriser un volume de lac inférieur à plusieurs dizaines de milliers de m³.

5.1.2. Projection d'évolution du volume du lac

Avec la perte de masse du glacier de la Grande-Motte, le lac de Rosolin est voué à s'agrandir (sauf infiltration dans le réseau karstique). Un travail de modélisation propose d'estimer le volume du lac en fonction de la perte d'épaisseur du glacier au fil du temps [pour la méthodologie appliquée, cf. ONF-RTM, 07 avril 2024]

Ces modélisations sont à nouveau présentées sur la figure ci-dessous. Les données bathymétriques/topographiques acquises le 2 Aout 2023 [IGE] et le 29 aout 2024 [Latitude Drone], sont également représentées sur ce graphique.

La côte du lac mesurée par l'IGE à l'été 2024 (avant siphonnage) est d'environ 2804.5 m, nous pouvons donc lire sur ce graphique que le volume actuel du lac (caractérisé par les données de fin aout 2024) est d'environ 50 000 m³.

Les courbes modélisées permettent de caractériser le volume du lac (pour une côte donnée) en

fonction de la perte d'épaisseur du glacier par rapport à sa situation au mois de janvier 2023.

Pour la glace émergée, nous avons pu établir par différences de modèles numériques de terrain (2019 - 2022) que le glacier perdait -en moyenne- entre 3 et 5 mètres d'épaisseur par an (3m sur la crête, 5m proche du lac).

Pour la glace immergée (sous l'eau), nous n'avons pas de données précises sur les rythmes d'abaissement du glacier.

In fine, il est difficile de prédire précisément à quelle vitesse le volume du lac augmentera les prochaines années. Cependant, ce travail permet de donner des ordres de grandeurs de vitesse d'évolution du volume.

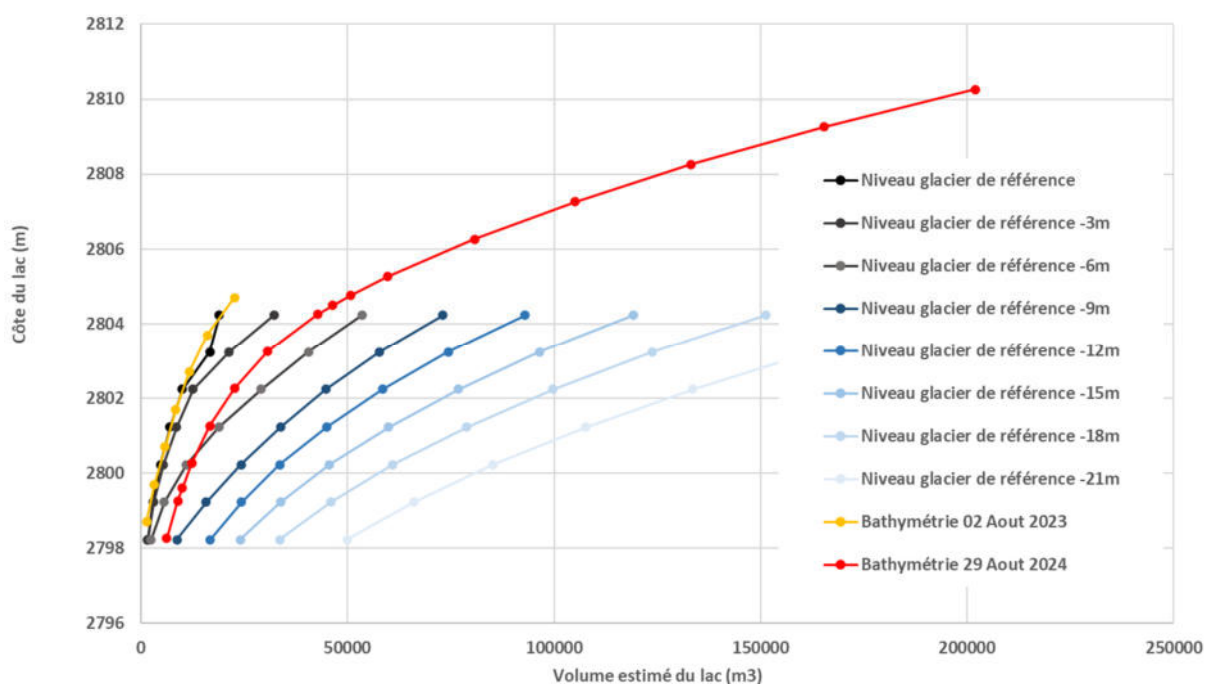


Figure : courbes hypsométriques (Côte en fonction du volume du lac) mesurées et modélisées à partir d'une hypothèse de fonte homogène du glacier. Le niveau de référence du glacier correspond à des mesures réalisées entre septembre 2022 et début aout 2023, soit approximativement un niveau de glacier de référence correspondant au mois de janvier 2023.

La figure précédente, couplée à notre connaissance des rythmes d'amincissement du glacier, nous permet de construire le Tableau 9. Ce tableau permet de lire la projection du volume du lac dans le temps, en fonction de choix d'une cote de lac.

En se fixant par exemple un objectif de 50 000 m³, ce volume serait atteint

- Dans le courant de l'année 2025 si l'on maintient la côte du lac au niveau actuel (on rappelle que la côte actuelle du lac, suite travaux 2023 et sans siphonnage, est d'environ 2804.5)
- Au courant des années 2025 ou 2027 si l'on maintient la côte à 2801 m (soit environ 3 mètres sous l'exutoire actuel)
- Entre 2027 et 2030 pour une côte de lac abaissée à 2798 m (soit environ 6 mètres sous l'exutoire actuel)

Tableau 9 : Projection d'évolution du volume de lac pour différentes côtes du lac

Etat du glacier	Hypothèse 3m/an de perte d'épaisseur du glacier	Hypothèse 5m/an de perte d'épaisseur du glacier	Volume pour la côte de 2804 m	Volume pour la côte de 2801 m	Volume pour la côte de 2798 m	Volume estimé pour réaliser un chenal de surverse côté glacier*
Niveau de référence	Janvier 2023		20 000 m ³	3000 m ³	2000 m ³	140 000 m ³
Niveau de référence - 3m	Janvier 2024	< Janvier 2024	30 000 m ³	3000 m ³	3000 m ³	110 000 m ³
Niveau de référence - 6m	Janvier 2025	~ Janvier 2024	50 000 m ³	15 000 m ³	3000 m ³	80 000 m ³
Niveau de référence - 9m	Janvier 2026	< Janvier 2025	70 000 m ³	35 000 m ³	10 000 m ³	60 000 m ³
Niveau de référence - 12m	Janvier 2027	< Janvier 2026	90 000 m ³	45 000 m ³	20 000 m ³	40 000 m ³
Niveau de référence - 15m	Janvier 2028	Janvier 2026	120 000 m ³	60 000 m ³	25 000 m ³	25 000 m ³
Niveau de référence - 18m	Janvier 2029	< Janvier 2027	150 000 m ³	80 000 m ³	35 000 m ³	12 000 m ³
Niveau de référence - 21m	Janvier 2030	~ Janvier 2027	200 000 m ³	110 000 m ³	50 000 m ³	3000 m ³

5.2. Sur la définition d'une stratégie de gestion du risque

Les stratégies de protection passives et/ou organisationnelles (cf. parties 2 et 3) peuvent apporter un gain de protection des enjeux humains vis-à-vis d'un aléa de vidange rapide du lac. Cependant, nous avons montré que ces solutions (sauf interdiction d'accès à Val Claret) n'apportent pas de garantie de protection des vies humaines. En particulier :

- La mise en œuvre de solution organisationnelle n'est garantie que si des mesures permanentes sont prises (i.e. interdiction d'accès permanent aux secteurs potentiellement exposés à l'aléa de vidange rapide). Des mesures organisationnelles basées sur une anticipation de l'évènement (pré-alerte) ou par une détection de l'évènement (alerte) semblent limitées par (1) la faisabilité de juger d'une situation de préalerte et (2) le temps disponible entre la détection de l'évènement le temps nécessaire à mettre en sécurité les personnes en cas d'alerte.
- La mise en œuvre de solutions structurelles passives (plage de dépôt) serait dimensionnée en grande partie par le volume du lac. Un ouvrage de rétention de plusieurs centaines de milliers de m³ serait nécessaire actuellement et encore plus pour un lac dont le volume atteindrait plusieurs centaines de m³ dans les années à venir. Il s'agirait donc d'un ouvrage de très grande dimension, qui dépasserait la capacité de l'ouvrage de rétention le plus imposant de la Savoie. De plus, des risques résiduels existeraient et les enjeux situés en amont de l'ouvrage ne seraient pas protégés.

Si les solutions organisationnelles ou structurelles passives n'apportent pas de garantie pour la protection des enjeux, elles apportent tout de même des effets bénéfiques à la gestion du risque en limitant les potentiels impacts d'un aléa de vidange du lac de Rosolin.

Au vu des orientations fixées lors des différents COPIL et des positions partagées sur les compromis à trouver entre les différents enjeux, nous proposons de construire la stratégie de gestion du risque autour des solutions structurelles dites actives qui viseraient à maîtriser le volume du lac de Rosolin.

Cette présente étude montre qu'il n'existe aucune solution idéale :

- Solutions efficaces (carrière côté glacier ou rocher) avec un cout économique et environnemental très élevé.
- Solutions incertaines (tunnel/chenal glaciaires, forages verticaux) en termes d'efficacité et/ou de risques résiduels.
- Solutions insuffisantes pour une gestion dite « définitive » mais permettant de gagner du temps (siphonnage, abaissement de l'exutoire côté Champagny).
- Solutions dont la faisabilité et le cout sont encore incertains. Par exemple la faisabilité d'utiliser un système de pompage dépend de la faculté à « lutter » contre le gel.

Compte-tenu de l'absence de solution idéale, nous proposons la stratégie globale d'action :

1. Se fixer un objectif de maintien du volume en dessous d'un seuil « objectif », pour des volumes de quelques dizaines de milliers de m³.
2. Mesurer ce volume et s'assurer qu'il puisse être maintenu d'une saison à l'autre.
3. Mettre en œuvre des solutions :
 - a. Temporaires le temps de murir/de se décider sur des solutions permanentes, qui pourront pour certaines devenir plus opportunes au fil des années
 - b. Permanentes avec une prise de risque (incertitudes persistantes)

En cas de volumes non maîtrisés (proche de la centaine de milliers de m³ ?) → évacuer sur alerte ? évacuer sur « signes précurseurs » avec vigie renforcée ?

A ce stade de la réflexion, les solutions présentant le plus d'efficacité à des coûts (économiques, environnementaux) importants n'ont pas été retenues par le COPIL et le maître d'ouvrage : abaissement côté Champagny jusqu'à la cote de 2780 m, galerie dans le rocher, terrassement du glacier jusqu'à la cote de 2780 m.

La solution de création d'un chenal jusqu'à la cote de 2804m (pour initier une surverse) est également exclue à ce stade en raison de la quantité de glace importante à excaver pour réaliser cette surverse en l'état actuel du glacier.

Enfin, parmi les solutions restantes :

- Une solution de type forages verticaux est très incertaine en termes d'efficacité (notez qu'elle a été très peu étudiée à ce stade). Il s'agirait d'un « coup de poker ».
- Une solution de type galerie intra-glaciaire présente des incertitudes sur l'efficacité ainsi que sur le coût de réalisation et d'entretien (potentiellement très conséquent). La gestion future de cette galerie reste incertaine et dépendra de l'évolution permanente de cet ouvrage glaciaire et de la capacité d'adaptation à des changements difficilement prévisibles. Il est quasiment certain, à l'image du Retour d'Expérience sur le glacier de Plaine Morte, que cet ouvrage nécessitera des opérations annuelles pour maintenir son fonctionnement.
- Une solution de type pompage représente probablement plus de garantie en termes d'efficacité mais à la différence d'une galerie intra-glaciaire, dont l'entretien est incertain, le pompage demandera une gestion et un entretien certain dans le temps pendant encore plusieurs années (jusqu'à ce que le lac s'infilte naturellement ?). A ce stade, l'incertitude principale d'une solution de pompage réside dans la capacité à gérer les périodes de transition (printemps/automne), où il est nécessaire d'avoir un système de pompage fonctionnel malgré le risque de gel.

Références Bibliographiques

Ancey, C., Bardou, E., Funk, M., Huss, M., Werder, M. A., & Trewthella, T. (2019). Hydraulic reconstruction of the 1818 Giétro glacial lake outburst flood. *Water Resources Research*, 55, 8840–863. <https://doi.org/10.1029/2019WR025274>

BIOTEC (octobre 2022), Renaturation du complexe milieux humides et ruisseau du Retort sur le secteur du Val Claret à Tignes, Diagnostic et proposition d'aménagement.

CorDATA (09 novembre 2023), exploration et documentation de cavités glaciaires, Glacier de la Grande Motte, rapport d'exploration pour la mairie de Tignes

IGE (27 juin 2024), Rapport d'étude sur la modélisation de la surverse du lac de Tignes.

IGE (30 janvier 2024), rapport d'expertise scientifique 2023 sur le lac du Rosolin (glacier de la Grande Motte), communes de Tignes et de Champagny-en-Vanoise.

RTM (07 Avril 2024), Etude de risque associé au développement du lac proglaciaire du Rosolin.

RTM (19 avril 2024), Dimensionnement d'un système de siphonnage permettant d'abaisser la côte du lac de Rosolin.

Weissbrodt B. (Juillet 2018), La débâcle du Giétro, aqueduc.info, lettre n°133.

Annexe 1

Le tableau suivant est une synthèse des éléments présentés dans la partie 4 de ce présent rapport.

Pour chaque mesure structurelle dite active étudiée, le tableau précise :

- Si la mesure permet de vidanger complètement le lac ou simplement partiellement
- Si l'effet de la mesure est permanent ou temporaire (par exemple, le siphonnage et le pompage sont temporaires dans le sens où lorsque l'on arrête d'entretenir ces systèmes, la côte du lac remontera au niveau de l'exutoire actuel).
- Les dimensions principales de la solution de gestion
- S'il est possible de contrôler l'efficacité du dispositif et avec quel type de mesure
- S'il est nécessaire de réaliser de la maintenance
- Si des défaillances du système sont envisagées et quelles sont les parades possibles en cas de défaillance
- S'il existe des risques induits par la mise en œuvre de cette solution
- Les incertitudes relevées à l'étude de ces solutions de gestion.

Solution de travaux dont l'objectif est de vidanger "définitivement" le lac de Rosolin	Abaissement de l'exutoire côté rocher	Galerie - Tunnel rocher	Abaissement de l'exutoire jusqu'à 2780m côté glace	Abaissement de l'exutoire jusqu'à 2804m côté glace	Galerie - Tunnel glace au front du glacier	Galerie - Tunnel glace au Moulin	Connexion au réseau Karstique (Forages Verticaux)	Siphonnage	Pompage
Vidange partielle ou complète	partielle ou complète [suivant niveau choisi]	complète	complète	partielle ou complète [suivant processus d'incision de la glace]	partielle ou complète [suivant processus d'incision de la glace]	partielle ou complète [suivant processus d'incision de la glace]	complète	partielle [abaissement du niveau < 5 m]	complète
Effet permanent ou temporaire	Permanent	Permanent	Permanent	Permanent	Permanent	Permanent	Permanent	Temporaire	Temporaire
Dimension	Volume d'excavation dépendant de la profondeur de l'exutoire choisie Excavation de grande ampleur si creusement jusqu'à 2780 m (~Carrière à ciel ouvert)	700 mètres de long + forages dans la glace de plusieurs dizaines de mètres de long pour assurer la connexion lac/tunnel	Excavation de plusieurs centaines de milliers de m3 de glace	600 mètres de long, volume de glace de plus d'une centaine de m3 à excaver en 2024 (ce volume diminue au fil des années), pente du chenal initial possible au maximum de 4 % en 2024	600 mètres de long, volume de glace excavé faible, pente moyenne du chenal initial possible au maximum de 4 %	300 mètres de long, volume de glace excavé faible, pente de chenal pouvant être forte.	Par le retour d'expérience (mesure observationnelle)	Dimensionnement suivant évolution du lac Designer le système pour un fonctionnement hivernal (lutte contre le gel)	Variable selon l'évolution du lac (abaissement du fond du lac=hauteur de refoulement à augmenter) Designer le système pour un fonctionnement hivernal (lutte contre le gel) Poste énergétique d'au moins 60 kW
Maintenance du système	Déneigement du chenal selon l'accumulation de neige	Nécessité d'assurer chaque année la connexion entre l'entrée de la galerie et le lac	Aucune maintenance envisagée	Nécessité d'assurer chaque année la connexion entre l'entrée du chenal et le lac	Nécessité d'assurer chaque année la connexion entre l'entrée de la galerie et le lac	Nécessité d'assurer chaque année la connexion entre l'entrée de la galerie et le lac ainsi qu'entre la galerie et le réseau karstique	Nécessité d'assurer chaque année la connexion entre l'entrée des forages, le réseau karstique et le lac	Gestion des arrêts et remise en marche du siphon [hivernage, désamorçages]	Maintenance régulière des installations (éviter le gel des installations, maintenances des pompes immergées,...) & Adaptation du dispositif chaque année (hauteur de refoulement de plus en plus importantes)
Défaillance [et sa gestion]	Aucune défaillance envisagée	Connexion entre le lac et la galerie inefficative [réaliser de nouveau travaux, i.e. forages dans la glace]	Aucune défaillance envisagée	Connexion entre le lac et le chenal inefficative [réaliser de nouveaux travaux, i.e. bypass ou déneigement du chenal]	Connexion entre le lac et la galerie inefficative [réaliser de nouveaux travaux, i.e. dégager l'entrée de la galerie]	Connexion galerie/karst inefficative [pas de solution envisagée] Connexion lac/galerie inefficative [réaliser de nouveaux travaux, i.e. dégager l'entrée de la galerie]	Connexion lac/karst refermée [réaliser de nouveaux travaux, i.e. refaire les forages]	Siphons gelés donc inopérants et probablement détériorés [réaliser des travaux pour réparer/remplacer les siphons]	Système de pompage gelé donc inopérant et probablement détérioré [réaliser des travaux pour réparer/remplacer le système de pompage]
Risque potentiellement induit par les travaux	Aucun risque induit identifié	Aucun risque induit identifié	Aucun risque induit identifié	Débit trop important sur Val Claret en cas de vidange rapide, endommagement des infrastructures de ski & inondation à val Claret. [étude IGE/RTM à réaliser]	Débit trop important sur Val Claret en cas de vidange trop rapide, endommagement des infrastructures de ski & inondation à val Claret. [étude IGE/RTM à réaliser]	Saturation du Karst, augmentation du débit des résurgences [risque induit non évalué]	Saturation du Karst, augmentation du débit des résurgences [risque induit non évalué]	Aucun risque induit identifié	Aucun risque induit identifié
Incertitudes [réduire les incertitudes] Code couleur (rouge=non réalisé, orange=non réalisé mais prévu, vert=réalisé)	Moyens à mettre en œuvre en fonction de la nature des terrains [consulter une entreprise de type carrier/terrassier]	Moyens à mettre en œuvre pour creuser le tunnel? [Consulter un tunnelier] Quels moyens utiliser pour assurer la connexion entre la galerie et le lac ? [étude de faisabilité RTM, IGE et entreprise type foreurs]	Moyens à mettre en œuvre [consulter un carrier, avec si possible une expérience dans la glace, ex: BOMA?]	Capacité de l'eau du lac à inciser la glace sur 600 m jusqu'à la côte de 2780m ? [étude IGE] Risque d'emballlement [étude IGE]	Capacité de l'eau du lac à inciser la glace sur 600 m? Capacité de l'eau du lac à inciser la glace sur 600 m? [étude IGE/RTM à réaliser, notez des incertitudes persistantes] Niveau de risques pour les intervenants lors de la réalisation de la galerie? [analyse des risques pour chaque partie intervenante]	Capacité de l'eau du lac à inciser la glace sur 300 m? [étude IGE/RTM à réaliser, notez des incertitudes persistantes] Niveau de risques pour les intervenants lors de la réalisation de la galerie? [analyse des risques pour chaque partie intervenante] Débit suffisant de l'entrée dans le Karst ? [instrumentation de terrain et observations]	Ou est-ce qu'on rencontre le Karst ? [Mesures observationnelles: par essais, réaliser les travaux, RTM/Entreprise de forrage]	Quelle solution pour maintenir un siphon opérationnel toute l'année en luttant contre le gel? [proposition technique à formuler par l'entreprise]	Quelle solution pour maintenir un système de pompage opérationnel toute l'année en luttant contre le gel? [A étudier par une entreprise spécialisée, besoin à intégrer au marché de travaux]

Annexe 2

Ce tableau propose de comparer les différentes solutions de gestion suivant différents critères.

La comparaison est qualitative et relative. Pour un critère donné, les couleurs vertes indiquent une meilleure performance que pour les couleurs jaunes puis rouges.

Les critères cités sont :

- La fiabilité : capacité du système à remplir ses fonctions par rapport à un objectif maintien du volume du lac sous un volume objectif. Cet objectif doit être atteint en continu, c'est-à-dire toute l'année et dans les années à venir. Plus les incertitudes sont nombreuses sur l'efficacité de la solution, plus la fiabilité est considérée comme faible.
- La robustesse : représente la capacité du système à maintenir sa performance dans le temps. Plus les défaillances potentielles sont nombreuses, plus la robustesse est considérée comme faible.
- Impact socio-économique : évalué à partir des impacts que pourraient avoir le projet sur les activités économiques et à partir de l'acceptation supposée de la société à mettre en œuvre une solution de travaux dans un milieu naturel protégé.
- Impact environnemental : estimé à partir des modifications permanentes des milieux (volume de terrassement) et des dérangements supposés pendant la phase de travaux (fonction de l'ampleur des moyens à mettre en œuvre et de la durée des chantiers)
- Impact paysager : une évaluation sommaire de l'impact des travaux sur la modification du paysage à long terme.
- Cout carbone/cout énergétique : est lié à l'ampleur des travaux à réaliser.
- Cout : évaluation économique sommaire de chacune des solutions en k€.

Solution de travaux dont l'objectif est de vidanger "définitivement" le lac de Rosolin	Abaissement de l'exutoire côté rocher	Galerie - Tunnel rocher	Abaissement de l'exutoire jusqu'à 2780m côté glace	Abaissement de l'exutoire jusqu'à 2804m côté glace	Galerie - Tunnel glace au front du glacier	Galerie - Tunnel glace au Moulin	Connexion au réseau Karstique (Forages Verticaux)	Siphonnage	Pompage
Fiabilité [la capacité d'un système ou d'un composant à remplir ses fonctions attendues dans des conditions déterminées pour une période de temps déterminé]	++++	++	++++	+++	++	+	Inconnue	Ne permet pas de vidanger complètement le lac (limite physique)	+++
Robustesse [En ingénierie, la robustesse d'un système se définit comme la « stabilité de sa performance ».]	++++	+	++++	+++	++	+	+	+	++
Impact sociaux-économiques	---- [Terrassements extrêmement importants en réserve naturelle]	~0	---- [Terrassements extrêmement importants en réserve naturelle, disparition anticipée du glacier]	---- [terrassement importants sur le glacier, accélération de la disparition du glacier sur ce secteur, domaine nordique impacté]	~0	~0	~0	~0	~0
Impact environnemental (milieu)	---- [phase chantier très impactante, volume de déblais/remblais importants]	-- [phase chantier impactante car moyen relativement important à mettre en oeuvre: barraques de chantier, tunnelier ou minage]	--- [phase chantier très impactante car moyens importants à mettre en oeuvre]	-- [phase chantier impactante car moyen relativement important à mettre en oeuvre pour creuser]	- [phase chantier peu impactante car moyens relativement réduits pour creuser]	- [phase chantier peu impactante car moyens relativement réduits pour creuser]	- [phase chantier peu impactante car moyens relativement réduits]	- [phase chantier peu impactante car moyens relativement réduits pour siphonner]	- [phase chantier peu impactante car moyens relativement réduits pour installer de matériel]
Impact paysager	---	-	---	--	~0	~0	~0	~0	~0
Cout carbone / Cout énergétique	++++	+++	+++	++	+	+	+	~0	++
Cout	++++ (plusieurs M€)	+++ (quelques M€)	++++ (plusieurs M€)	+++ (quelques M€)	++ (plusieurs centaines de k€ à quelques M€)	++ (plusieurs centaines de k€ à quelques M€)	+ (quelques centaines de k€ ?)	+ (quelques centaines de k€)	+++ Cout du dispositif (plusieurs centaines de k€) + Cout annuel (de l'ordre de 100 k€/an)



Agence RTM Alpes du Nord
Service RTM de la Haute-Savoie
6 avenue de France
74000 ANNECY

ANNEXE 2 : LISTE DES ESPECES FLORISTIQUES ISSUE DE LA BIBLIOGRAPHIE

Liste des espèces floristiques issue de la bibliographie

RNN	PNV	CD NOM	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Groupe	Présente	Potentielle	Potentielle hors éboulis/roche de la ZE	Protection européenne	Protection nationale	Protection régionale	Liste rouge monde	Liste rouge Europe	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale
x		130729	<i>Achillea erba-rotta</i> subsp. <i>moschata</i> (Wulfen) Vacc., 1909		Angiospermes		X							NT	
x	x	79913	<i>Achillea nana</i> L., 1753	Achillée naine, Faux génepi	Angiospermes	X									
x		132364	<i>Adenostyles alliariae</i> (Gouan) A.Kern., 1871		Angiospermes			X							
x		80184	<i>Adenostyles alpina</i> (L.) Bluff & Fingerh., 1825		Angiospermes		X								
x		87153	<i>Adenostyles leucophylla</i> (Willd.) Rchb., 1831		Angiospermes		X								
	x	80564	<i>Agrostis alpina</i> Scop., 1771	Agrostide des Alpes	Angiospermes	X									
x	x	613160	<i>Agrostis rupestris</i> var. <i>rupestris</i> All., 1785	Agrostide rupestre, Agrostide des rochers, Agrostis rupestre	Angiospermes	X									
x	x	80556	<i>Agrostis schraderiana</i> Bech., 1938	Agrostide de Schrader, Agrostide délicate, Agrostide poilue, Agrostis de Schrader	Angiospermes	X									
	x	81059	<i>Alchemilla coriacea</i> Buser, 1891	Alchémille coriace	Angiospermes	X									
x	x	81140	<i>Alchemilla pentaphyllea</i> L., 1753	Alchémille à cinq feuilles, Alchémille à cinq folioles	Angiospermes	X									
	x	81171	<i>Alchemilla subsericea</i> Reut., 1854	Alchémille un peu soyeuse	Angiospermes	X									
x		81614	<i>Alopecurus gerardi</i> Vill., 1786		Angiospermes			X							
x	x	82478	<i>Androsace alpina</i> (L.) Lam., 1779	Androsace des Alpes	Angiospermes	X				X					NT
x		82504	<i>Androsace helvetica</i> (L.) All., 1785	Androsace de Suisse	Angiospermes	X				X					
x		82519	<i>Androsace obtusifolia</i> All., 1785		Angiospermes		X								
x		82529	<i>Androsace pubescens</i> DC., 1805	Androsace pubescente	Angiospermes	X				X					
x		82600	<i>Anemone baldensis</i> L., 1767		Angiospermes		X								
x	x	82794	<i>Antennaria carpatica</i> (Wahlenb.) Bluff & Fingerh., 1825	Antennaire des Carpates, Pied-de-chat des Carpates	Angiospermes	X		X							
x	x	718308	<i>Antennaria carpatica</i> subsp. <i>helvetica</i> (Chrtek & Pouzar) Chrtek & Pouzar, 1985	Antennaire de Suisse	Angiospermes	X									
x		82796	<i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertn., 1791		Angiospermes		X							NT	
	x	131446	<i>Anthoxanthum alpinum</i> Á.Löve & D.Löve, 1948	Flouve du Japon	Angiospermes	X									
x		82999	<i>Anthyllis vulneraria</i> L., 1753		Angiospermes			X							
x	x	131467	<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>alpestris</i> (Kit. ex Schult.) Asch. & Graebn., 1908	Anthyllide alpestre	Angiospermes	X									
x	x	83279	<i>Arabis alpina</i> L., 1753	Arabette des Alpes, Corbeille d'argent	Angiospermes	X									
x	x	83296	<i>Arabis caerulea</i> (All.) Haenke, 1789	Arabette bleuâtre, Arabette bleue	Angiospermes	X									
x		131560	<i>Arabis soyeri</i> subsp. <i>subcoriacea</i> (Gren.) Breistr., 1947		Angiospermes		X								
x	x	83546	<i>Arenaria biflora</i> L., 1767	Sabline à deux fleurs, Sabline biflore	Angiospermes	X									
x	x	83973	<i>Artemisia genipi</i> Weber, 1775	Armoise génepi, Génepi vrai, Génepi noir	Angiospermes	X									
x	x	84053	<i>Artemisia umbelliformis</i> Lam., 1783	Armoise en forme d'ombelle, Génepi jaune, Génepi blanc, Armoise lâche	Angiospermes	X									
x	x	84622	<i>Aster alpinus</i> L., 1753	Aster des Alpes	Angiospermes	X									
x		85439	<i>Avenula pubescens</i> (Huds.) Dumort., 1868		Angiospermes			X							
x	x	85602	<i>Bartsia alpina</i> L., 1753	Bartsie des Alpes	Angiospermes	X									
x	x	84632	<i>Bellidiastrum michelii</i> Cass., 1817	Bellidiastre de Michel, Aster fausse pâquerette, Fausse pâquerette, Grande pâquerette des montagnes	Angiospermes	X									
x		85740	<i>Bellis perennis</i> L., 1753		Angiospermes			X							
x		124801	<i>Betonica hirsuta</i> L., 1771		Angiospermes			X							
	x	86082	<i>Bistorta vivipara</i> (L.) Delarbre, 1800	Bistorte vivipare, Renouée vivipare, Persicaire vivipare	Angiospermes	X									
		90697	<i>Blitum bonus-henricus</i> (L.) Rchb., 1832		Angiospermes		X								
x	x	86183	<i>Botrychium lunaria</i> (L.) Sw., 1801	Botryche lunaire, Botrychium lunaire	Angiospermes	X									
x		132356	<i>Bupleurum ranunculoides</i> L., 1753 subsp. <i>ranunculoides</i>		Angiospermes										
	x	87453	<i>Callianthemum coriandrifolium</i> Rchb., 1832	Callianthème à feuilles de Coriandre, Renoncule à feuilles de rue	Angiospermes	X									
x		87604	<i>Campanula alpestris</i> All., 1773		Angiospermes		X								
x	x	87618	<i>Campanula cenisia</i> L., 1763	Campanule du mont Cenis	Angiospermes	X									
x	x	87622	<i>Campanula cochleariifolia</i> Lam., 1785	Campanule à feuilles de cranson, Campanule à feuilles de cochléaire, Campanule à feuilles de raifort	Angiospermes	X									
	x	132515	<i>Campanula rotundifolia</i> subsp. <i>rotundifolia</i> L., 1753	Campanule à feuilles rondes	Angiospermes	X									
x	x	132522	<i>Campanula scheuchzeri</i> subsp. <i>scheuchzeri</i> Vill., 1779	Campanule de Scheuchzer	Angiospermes	X									
	x	88108	<i>Carduus defloratus</i> L., 1759	Chardon à pédoncules nus, Chardon décapité, Chardon défloré	Angiospermes	X									
x	x	88359	<i>Carex atrata</i> L., 1753	Laîche noirâtre	Angiospermes	X									
x	x	88380	<i>Carex bicolor</i> All., 1785	Laîche bicolore	Angiospermes	X				X					EN
x		88400	<i>Carex brunnescens</i> (Pers.) Poir., 1813		Angiospermes			X							NT
x	x	88412	<i>Carex capillaris</i> L., 1753	Laîche capillaire, Laîche à feuilles capillaires	Angiospermes	X									
x		88453	<i>Carex curvula</i> All., 1785		Angiospermes		X								
x	x	132674	<i>Carex curvula</i> subsp. <i>rosae</i> Gilomen, 1937	Laîche du mont Rose	Angiospermes	X									
x	x	132700	<i>Carex ferruginea</i> Scop., 1772	Laîche ferrugineuse	Angiospermes	X									
	x	88515	<i>Carex foetida</i> All., 1785	Laîche fétide	Angiospermes	X									
x	x	88519	<i>Carex frigida</i> All., 1785	Laîche des lieux froids, Laîche des régions froides	Angiospermes	X					X				

RNN	PNV	CD NOM	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Groupe	Présente	Potentielle	Potentielle hors éboulis/roche de la ZE	Protection européenne	Protection nationale	Protection régionale	Liste rouge monde	Liste rouge Europe	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale
x		88606	Carex lachenalii Schkuhr, 1801 [nom. cons.]		Angiospermes			X			X				NT
x		88662	Carex maritima Gunnerus, 1772		Angiospermes			X						NT	EN
	x	88708	Carex myosuroides Vill., 1779	Laïche fausse ratoncule, Kobrésie fausse ratoncule, Kobrésie fausse queue-de-souris, Elyne queue-de-souris	Angiospermes	X									
x		88720	Carex nigra (L.) Reichard, 1778		Angiospermes			X							
x	x	132776	Carex ornithopoda subsp. ornithopodioides (Hausm.) Nyman, 1882	Laïche faux pied-d'oiseau, Laïche fausse laïche pied-d'oiseau	Angiospermes	X									
x		132775	Carex ornithopoda Willd., 1805 subsp. ornithopoda		Angiospermes		X								
x	x	88756	Carex parviflora Host, 1801	Laïche à petites fleurs	Angiospermes	X									
	x	88845	Carex rupestris All., 1785	Laïche des rochers, Laïche rupestre	Angiospermes	X									
x	x	132810	Carex sempervirens subsp. sempervirens Vill., 1787	Laïche toujours verte	Angiospermes	X									
x	x	133087	Cerastium arvense subsp. strictum Gaudin, 1828	Céraiste raide	Angiospermes	X									
x	x	90042	Cerastium latifolium L., 1753	Céraiste à feuilles larges, Céraiste à larges feuilles	Angiospermes	X									
x	x	90561	Chamorchis alpina (L.) Rich., 1817	Chamorchis des Alpes, Orchis des Alpes, Orchis nain des Alpes, Herminie des Alpes	Angiospermes	X					X			NT	
x		108616	Cherleria sedoides L., 1753		Angiospermes		X								
x	x	91410	Cirsium spinosissimum (L.) Scop., 1769	Cirse épineux	Angiospermes	X									
x	x	99989	Comastoma tenellum (Rottb.) Toyok., 1961	Gentianelle délicate, Gentiane délicate, Comastome délicate	Angiospermes	X									
x		93004	Crepis aurea (L.) Tausch, 1828		Angiospermes		X								
x	x	93122	Crepis rhaetica Hegetschw., 1839	Crépide des Alpes rhétiques, Crépide de Rhétie, Crépis de Rhétie	Angiospermes	X				X				NT	VU
x	x	94435	Daphne mezereum L., 1753	Daphné bois-joli, Daphné bois-gentil, Bois-joli, Bois-gentil, Daphné mézéréon	Angiospermes	X									
	x	89986	Dichodon cerastoides (L.) Bartl. ex Rchb., 1841	Céraiste faux céraiste, Stellaire faux Céraiste	Angiospermes	X									
x	x	95225	Doronicum grandiflorum Lam., 1786	Doronic à grandes fleurs	Angiospermes	X									
x	x	95289	Draba aizoides L., 1767	Drave faux aizoon	Angiospermes	X									
x	x	95312	Draba dubia Suter, 1807	Drave douteuse	Angiospermes	X									
	x	95322	Draba hoppeana Rchb., 1828	Drave de Hoppe	Angiospermes	X									
x	x	95461	Dryas octopetala L., 1753	Dryade à huit pétales, Chênette, Thé des alpes, Herbe à plumets	Angiospermes	X									
x		96130	Epilobium alsinifolium Vill., 1779		Angiospermes			X							
x	x	96136	Epilobium angustifolium L., 1753	Epilobe à feuilles étroites, Epilobe en épi, Laurier de saint Antoine	Angiospermes	X									
x	x	134114	Epilobium dodonaei subsp. fleischeri (Hochst.) Schinz & Thell., 1923	Epilobe de Fleischer	Angiospermes	X									
	x	96736	Erigeron alpinus L., 1753	Erigéron des Alpes, Vergerette des alpes	Angiospermes	X									
	x	96761	Erigeron glabratus Hoppe & Hornsch. ex Bluff & Fingerh., 1825	Erigéron glabre, Vergerette glabre, Vergerette polymorphe, Vergerette glabrescente	Angiospermes	X									
	x	96790	Erigeron neglectus A.Kern., 1871	Erigéron négligé, Vergerette négligée	Angiospermes	X									
x	x	134221	Erigeron uniflorus subsp. uniflorus L., 1753	Erigéron à une tête, Vergerette à une tête, Vergerette à une fleur, Erigéron à une fleur, Erigéron uniflore	Angiospermes	X									
	x	97759	Euphrasia hirtella Jord. ex Reut., 1856	Euphraise un peu hérissée, Euphraise hérissée	Angiospermes	X									
	x	97772	Euphrasia minima Jacq. ex DC., 1805	Euphraise minime, Petite euphraise	Angiospermes	X									
x		98272	Festuca halleri All., 1785		Angiospermes		X								
x		98370	Festuca melanopsis Foggj, Gr.Rossi & Signorini, 1999		Angiospermes		X								
x		98404	Festuca nigrescens Lam., 1788		Angiospermes			X							
x	x	98486	Festuca pumila Chaix, 1785	Fétuque naine, Fétuque à quatre fleurs	Angiospermes	X									
x	x	98607	Festuca violacea Ser. ex Gaudin, 1808	Fétuque violacée, Fétuque violette	Angiospermes	X									
	x	99372	Galium anisophyllum Vill., 1779	Gaillet à feuilles inégales	Angiospermes	X									
x		99854	Gentiana acaulis L., 1753		Angiospermes			X							
x		135010	Gentiana bavarica L., 1753 subsp. bavarica		Angiospermes			X							
	x	99870	Gentiana brachyphylla Vill., 1779	Gentiane à feuilles courtes	Angiospermes	X									
x	x	99910	Gentiana nivalis L., 1753	Gentiane des neiges	Angiospermes	X									
x	x	99914	Gentiana orbicularis Schur, 1852	Gentiane à feuilles orbiculaires, Gentiane orbiculaire	Angiospermes	X									
x		99928	Gentiana punctata L., 1753		Angiospermes			X							
	x	99939	Gentiana schleicheri (Vacc.) Kunz, 1939	Gentiane de Schleicher	Angiospermes	X									
x	x	99953	Gentiana verna L., 1753	Gentiane printanière	Angiospermes	X									
	x	135048	Gentiana verna var. verna L., 1753	Gentiane printanière	Angiospermes	X									
x	x	99982	Gentianella campestris (L.) Börner, 1912	Gentianelle des champs, Gentiane champêtre	Angiospermes	X									
	x	100208	Geum montanum L., 1753	Benoîte des montagnes	Angiospermes	X									
x	x	100214	Geum reptans L., 1753	Benoîte rampante	Angiospermes	X									
x	x	100340	Globularia cordifolia L., 1753	Globulaire à feuilles en cœur, Globulaire à feuilles cordées, Veuve-céleste	Angiospermes	X									
x		162148	Gymnadenia nigra subsp. rhellicani (Teppner & E.Klein) J.-M. Tison, 2010		Angiospermes			X							

RNN	PNV	CD NOM	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Groupe	Présente	Potentielle	Potentielle hors éboulis/roche de la ZE	Protection européenne	Protection nationale	Protection régionale	Liste rouge monde	Liste rouge Europe	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale
x		100686	<i>Gypsophila repens</i> L., 1753		Angiospermes		X								
x		132055	<i>Helictochloa versicolor</i> (Vill.) Romero Zarco, 2011 subsp. <i>versicolor</i>		Angiospermes			X							
	x	718360	<i>Helictochloa versicolor</i> subsp. <i>versicolor</i> (Vill.) Romero Zarco, 2011	Hélictochloa versicolore, Avénule bigarrée, Avoine bigarrée, Avoine panachée	Angiospermes	X									
	x	101394	<i>Herniaria alpina</i> Chaix, 1785	Herniaire des Alpes	Angiospermes	X									
	x	102041	<i>Hieracium halleri</i> Vill., 1788	Epervière de Haller	Angiospermes	X									
x		102350	<i>Hieracium piliferum</i> Hoppe, 1799		Angiospermes			X							
	x	102925	<i>Homogyne alpina</i> (L.) Cass., 1821	Homogyne des Alpes	Angiospermes	X									
x		103018	<i>Hornungia alpina</i> (L.) O.Appel, 1997	Hornungie des Alpes, Hutchinsie des Alpes, Passerage des Alpes, Pritzelago des Alpes	Angiospermes	X									
x	x	718363	<i>Hornungia alpina</i> subsp. <i>alpina</i> (L.) O.Appel, 1997	Hornungie des Alpes, Hutchinsie des Alpes, Passerage des Alpes, Pritzelago des Alpes	Angiospermes	X									
x		103578	<i>Imperatoria ostruthium</i> L., 1753		Angiospermes			X							
x		610642	<i>Jacobaea incana</i> (L.) Veldkamp, 2006	Jacobée blanchie, Sénéçon blanchi, Sénéçon blanc, Sénéçon blanchâtre	Angiospermes	X									
x		104123	<i>Juncus arcticus</i> Willd., 1799		Angiospermes			X			X				EN
x	x	104221	<i>Juncus jacquinii</i> L., 1767	Jonc de Jacquin	Angiospermes	X									
x		106457	<i>Kalmia procumbens</i> (L.) Gift, Kron & P.F.Stevens ex Galasso, Banfi & F.Conti, 2005		Angiospermes		X								
	x	137189	<i>Leontodon hispidus</i> subsp. <i>hispidus</i> L., 1753	Liondent hispide, Liondent variable	Angiospermes	X									
x	x	611031	<i>Leontopodium nivale</i> (Ten.) A.L.P.Huet ex Hand.-Mazz., 1927	Edelweiss des neiges	Angiospermes	X									
x	x	612632	<i>Leontopodium nivale</i> subsp. <i>alpinum</i> (Cass.) Greuter, 2003	Edelweiss des Alpes	Angiospermes	X									
x	x	159722	<i>Leucanthemopsis alpina</i> subsp. <i>alpina</i> (L.) Heywood, 1975	Marguerite des Alpes, Leucanthémopsis des Alpes, Fausse marguerite des Alpes	Angiospermes	X									
x	x	106144	<i>Linaria alpina</i> (L.) Mill., 1768	Linaire des Alpes	Angiospermes	X									
x	x	137320	<i>Linaria alpina</i> subsp. <i>alpina</i> (L.) Mill., 1768	Linaire des Alpes	Angiospermes	X									
x		106275	<i>Linum alpinum</i> Jacq., 1762		Angiospermes			X							
x		106653	<i>Lotus corniculatus</i> L., 1753		Angiospermes		X								
	x	106630	<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>alpinus</i> (DC.) Rothm., 1963	Lotier des Alpes	Angiospermes	X									
	x	106838	<i>Luzula lutea</i> (All.) DC., 1805	Luzule jaune	Angiospermes	X									
x	x	137520	<i>Luzula spicata</i> subsp. <i>spicata</i> (L.) DC., 1805	Luzule en épi	Angiospermes	X									
x	x	717310	<i>Micranthes stellaris</i> (L.) Galasso, Banfi & Soldano, 2005	Micranthe étoilé, Saxifrage étoilée	Angiospermes	X									
x	x	610917	<i>Mutellina adonidifolia</i> (J.Gay) Gutermann, 2006	Mutelline à feuilles d'adonis, Ligustique à feuilles d'Adonis, Mutelline pourpre, Ligustique mutelline	Angiospermes	X		X							
x	x	108987	<i>Myosotis alpestris</i> F.W.Schmidt, 1794	Myosotis alpestre, Myosotis des Alpes	Angiospermes	X									
	x	110061	<i>Omalotheca hoppeana</i> (W.D.J.Koch) Sch.Bip. & F.W.Schultz, 1861	Gnaphale de Hoppe, Omalothèque de Hoppe	Angiospermes	X									
x		110062	<i>Omalotheca norvegica</i> (Gunnerus) Sch.Bip. & F.W.Schultz, 1861		Angiospermes		X								
x		110063	<i>Omalotheca supina</i> (L.) DC., 1838		Angiospermes		X								
	x	111974	<i>Oxytropis campestris</i> (L.) DC., 1802	Oxytropide champêtre, Oxytropide des champs, Oxytropis des champs, Oxytropis champêtre, Astragale champêtre	Angiospermes	X									
	x	111981	<i>Oxytropis helvetica</i> Scheele, 1843	Oxytropide de Suisse, Oxytropis de Suisse, Oxytropis de Gaudin	Angiospermes	X									
x	x	112011	<i>Pachypleurum mutellinoides</i> (Crantz) Holub, 1983	Ligustique fausse mutelline, Pachypleure fausse mutelline, Ligustique naine	Angiospermes	X									
	x	112426	<i>Parnassia palustris</i> L., 1753	Parnassie des marais, Hépatique blanche	Angiospermes	X									
x		112573	<i>Pedicularis cenisia</i> Gaudin, 1829		Angiospermes			X							
x	x	138636	<i>Pedicularis rosea</i> subsp. <i>allionii</i> (Rchb.f.) Arcang., 1882	Pédiculaire d'Allioni	Angiospermes	X									
x		112595	<i>Pedicularis rosea</i> Wulfen, 1781		Angiospermes		X								
x		155066	<i>Pedicularis rostratospicata</i> Crantz, 1769	Pédiculaire à épi rostré, Pédiculaire à bec en épi	Angiospermes	X									
x	x	112604	<i>Pedicularis verticillata</i> L., 1753	Pédiculaire verticillée	Angiospermes	X		X							
x	x	112788	<i>Petasites paradoxus</i> (Retz.) Baumg., 1816	Pétasite paradoxal	Angiospermes	X									
x	x	112803	<i>Petrocallis pyrenaica</i> (L.) W.T.Aiton, 1812	Pétrocallide des Pyrénées, Pétrocallis des Pyrénées, Drave des Pyrénées	Angiospermes	X									
	x	138751	<i>Phyteuma globulariifolium</i> subsp. <i>pedemontanum</i> (Rich.Schulz) Bech., 1956	Raiponce du Piémont	Angiospermes	X									
x	x	113609	<i>Pinguicula alpina</i> L., 1753	Grassette des Alpes	Angiospermes	X									
	x	113806	<i>Plantago alpina</i> L., 1753	Plantain des Alpes	Angiospermes	X									
x		113815	<i>Plantago atrata</i> Hoppe, 1799		Angiospermes		X								
	x	138872	<i>Plantago atrata</i> subsp. <i>atrata</i> Hoppe, 1799	Plantain noirâtre	Angiospermes	X									
x	x	114105	<i>Poa alpina</i> L., 1753	Pâturin des Alpes	Angiospermes	X									
x	x	114287	<i>Poa minor</i> Gaudin, 1808	Pâturin mineur, Petit pâturin	Angiospermes	X									
x		114523	<i>Polygala alpina</i> (DC.) Steud., 1821		Angiospermes		X								



RNN	PNV	CD NOM	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Groupe	Présente	Potentielle	Potentielle hors éboulis/roche de la ZE	Protection européenne	Protection nationale	Protection régionale	Liste rouge monde	Liste rouge Europe	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale
x	x	115414	Potentilla aurea L., 1756	Potentille dorée	Angiospermes	X									
x		115425	Potentilla brauneana Hoppe, 1806		Angiospermes			X							
x		115449	Potentilla crantzii (Crantz) Beck ex Fritsch, 1897	Potentille de Crantz, Potentille de Salzbourg	Angiospermes	X									
x		115498	Potentilla grandiflora L., 1753		Angiospermes			X							
x		115868	Primula farinosa L., 1753		Angiospermes			X							
x		115903	Primula pedemontana E.Thomas ex Gaudin, 1828		Angiospermes		X			X					NT
x	x	116459	Pulsatilla vernalis (L.) Mill., 1768		Angiospermes			X							
x	x	116543	Pyrola minor L., 1753	Pyrole mineure, Petite pyrole	Angiospermes	X									
x		117081	Ranunculus kuepferi Greuter & Burdet, 1987		Angiospermes			X							
x	x	117222	Ranunculus sartorianus Boiss. & Heldr., 1854	Renoncule de Sartori, Renoncule du Roussillon	Angiospermes	X									
	x	117679	Rhododendron ferrugineum L., 1753	Rhododendron ferrugineux, Laurier-rose des Alpes	Angiospermes	X									
x	x	108621	Sabulina verna (L.) Rchb., 1832	Minuartie printanière, Sabline printanière, Alsine printanière, Minuartie du printemps	Angiospermes	X									
x	x	140428	Sagina saginoides (L.) H.Karst., 1882	Sagine fausse sagine, Sagine de Linné	Angiospermes	X									
	x	119968	Salix breviserrata Flod., 1940	Saule brièvement denté, Saule à feuilles de myrte	Angiospermes	X				X					NT
x	x	120037	Salix foetida Schleich. ex DC., 1805	Saule fétide	Angiospermes	X									
x	x	120048	Salix glaucosericea Flod., 1943	Saule glauque soyeux, Saule glauque	Angiospermes	X					X				
x	x	120052	Salix hastata L., 1753	Saule hasté, Saule hastifolié, Saule à feuilles hastées	Angiospermes	X									
x	x	120057	Salix herbacea L., 1753	Saule herbacé	Angiospermes	X									
x	x	120135	Salix myrsinifolia Salisb., 1796	Saule noirissant, Saule à feuilles de fenouil sauvage	Angiospermes	X									
x	x	120193	Salix reticulata L., 1753	Saule réticulé, Saule à réseau, Saule à feuilles réticulées	Angiospermes	X									
x	x	120195	Salix retusa L., 1759	Saule tronqué, Saule à feuilles émoussées, Saule à feuilles tronquées	Angiospermes	X									
x	x	120219	Salix serpillifolia Scop., 1772	Saule à feuilles de serpolet	Angiospermes	X									
x	x	120965	Saxifraga aizoides L., 1753	Saxifrage faux aizoon, Saxifrage cilié, Faux aizoon	Angiospermes	X									
x	x	120973	Saxifraga androsacea L., 1753	Saxifrage androsace, Saxifrage fausse androsace	Angiospermes	X									
x	x	120987	Saxifraga biflora All., 1773	Saxifrage à deux fleurs, Saxifrage à fleurs par deux	Angiospermes	X									
	x	120988	Saxifraga bryoides L., 1753	Saxifrage faux bryum, Saxifrage d'Auvergne	Angiospermes	X									
x	x	120994	Saxifraga caesia L., 1753	Saxifrage glauque, Saxifrage bleue, Saxifrage bleuâtre	Angiospermes	X					X				
x		121039	Saxifraga diapensioides Bellardi, 1792		Angiospermes		X								
x	x	121047	Saxifraga exarata Vill., 1779	Saxifrage sillonnée, Saxifrage faux orpin	Angiospermes	X									
x	x	121115	Saxifraga moschata Wulfen, 1781	Saxifrage musquée	Angiospermes	X									
x	x	121120	Saxifraga muscoides All., 1773	Saxifrage fausse mousse	Angiospermes	X									
x	x	121132	Saxifraga oppositifolia L., 1753	Saxifrage à feuilles opposées, Saxifrage glanduleuse	Angiospermes	X									
x	x	121139	Saxifraga paniculata Mill., 1768	Saxifrage paniculée, Saxifrage aizoon	Angiospermes	X									
x	x	121367	Scabiosa lucida Vill., 1779	Scabieuse luisante	Angiospermes	X		X							
	x	121989	Scorzoneroides montana (Lam.) Holub, 1977	Liondent des montagnes, Fausse scorsonère des montagnes	Angiospermes	X									
	x	611356	Scorzoneroides pyrenaica (Gouan) Holub, 1977	Liondent des Pyrénées, Fausse scorsonère des Pyrénées	Angiospermes	X									
x	x	122107	Sedum alpestre Vill., 1779	Orpin alpestre, Orpin des Alpes	Angiospermes	X									
x	x	122124	Sedum atratum L., 1763	Orpin noirâtre	Angiospermes	X									
x	x	122419	Sempervivum arachnoideum L., 1753	Joubarbe toile-d'araignée, Joubarbe-araignée, Joubarbe à toiles d'araignée	Angiospermes	X									
	x	613604	Sempervivum montanum subsp. burnatii Wettst. ex Hayek, 1922	Joubarbe de Burnat	Angiospermes	X									
x		122593	Senecio doronicum (L.) L., 1759		Angiospermes			X							
x	x	123071	Sesleria caerulea (L.) Ard., 1763	Seslérie bleue, Seslérie blanchâtre	Angiospermes	X									
x	x	123176	Sibbaldia procumbens L., 1753	Sibbaldie couchée, Sibbaldie à tiges couchées, Sibbaldie rampante	Angiospermes	X									
x	x	123374	Silene acaulis (L.) Jacq., 1762	Silène acaule	Angiospermes	X									
x	x	141110	Silene acaulis subsp. bryoides (Jord.) Nyman, 1878	Silène fausse mousse	Angiospermes	X									
x		141182	Silene nutans L., 1753 subsp. nutans		Angiospermes			X			X				
x	x	124139	Soldanella alpina L., 1753	Soldanelle des Alpes	Angiospermes	X		X							
x	x	127237	Trifolium badium Schreb., 1804	Trèfle bai, Trèfle brun	Angiospermes	X									
x	x	127503	Trifolium thalii Vill., 1779	Trèfle de Thalius	Angiospermes	X									
x		127660	Trisetum flavescens (L.) P.Beauv., 1812	Triseté jaunissant, Triseté commun, Avoine dorée, Avoine jaunâtre, Triseté jaunâtre	Angiospermes	X									
x	x	141953	Trisetum spicatum subsp. ovatipaniculatum Hultén ex Jonsell, 1975	Triseté en panicule ovale, Triseté en épi à panicule ovale, Triseté à panicules ovales, Avoine en panicule ovale	Angiospermes	X									
x	x	128042	Tussilago farfara L., 1753	Tussilage pas-d'âne, Tussilage, Pas-d'âne, Herbe de Saint-Quirin	Angiospermes	X									
	x	142047	Vaccinium uliginosum subsp. microphyllum (Lange) Tolm., 1936	Airelle à petites feuilles	Angiospermes	X									
x		128416	Valeriana montana L., 1753	Valériane des montagnes	Angiospermes	X									
x		128787	Veronica allionii Vill., 1779 [nom. et typ. cons.]		Angiospermes		X								
x	x	128789	Veronica alpina L., 1753	Véronique des Alpes	Angiospermes	X									



RNN	PNV	CD NOM	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Groupe	Présente	Potentielle	Potentielle hors éboulis/roche de la ZE	Protection européenne	Protection nationale	Protection régionale	Liste rouge monde	Liste rouge Europe	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale
x		128797	Veronica aphylla L., 1753		Angiospermes		X								
x	x	128810	Veronica bellidioides L., 1753	Véronique fausse pâquerette	Angiospermes	X									
x	x	128871	Veronica fruticans Jacq., 1762	Véronique arbustive, Véronique des rochers	Angiospermes	X									
	x	128872	Veronica fruticulosa L., 1762	Véronique ligneuse, Véronique sous-ligneuse, Véronique en buisson, Véronique buissonnante	Angiospermes	X									
x		129520	Viola biflora L., 1753		Angiospermes		X								
x	x	129898	Viscaria alpina (L.) G.Don, 1831	Viscaire des Alpes, Silène de Suède	Angiospermes	X					X				NT
x		6605	Anthelia juratzkana (Limpr.) Trevis., 1877		Hépatiques et Anthocérotes		X								
	x	6148	Asterella lindenbergiana (Corda ex Nees) Lindb. ex Arnell, 1892		Hépatiques et Anthocérotes	X									
	x	6319	Barbilophozia lycopodioides (Wallr.) Loeske, 1907		Hépatiques et Anthocérotes	X									
	x	59469	Thamnolia vermicularis (Sw.) Schaer., 1850		Lichens	X									
	x	6028	Campylium bambergeri (Schimp.) Hedenäs, Schlesak & D.Quandt, 2018		Mousses	X									
x		5276	Didymodon asperifolius (Mitt.) H.A.Crum, Steere & L.E.Anderson, 1964		Mousses	X							NT		
x		433979	Polytrichastrum sexangulare (Flörke ex Brid.) G.L.Sm., 1971		Mousses		X						NT		
x		3875	Polytrichum piliferum Hedw., 1801		Mousses		X								
	x	434237	Syntrichia norvegica F.Weber, 1804		Mousses	X									
x	x	84540	Asplenium viride Huds., 1762	Doradille verte, Asplénium à pétiole vert	Ptéridophytes	X									
	x	94056	Cystopteris alpina (Lam.) Desv., 1827	Cystoptéride des Alpes, Cystoptéris des Alpes	Ptéridophytes	X									
x		94066	Cystopteris fragilis (L.) Bernh., 1805	Cystoptéride fragile, Cystoptéris fragile, Capillaire blanc	Ptéridophytes	X									
x		95056	Diphasiastrum alpinum (L.) Holub, 1975		Ptéridophytes			X		X					
x		95567	Dryopteris filix-mas (L.) Schott, 1834	Dryoptéride fougère-mâle, Fougère-mâle, Dryoptéris fougère-mâle	Ptéridophytes	X									
x	x	100640	Gymnocarpium robertianum (Hoffm.) Newman, 1851	Gymnocarpium de Robert, Polypode du calcaire, Gymnocarpium du calcaire	Ptéridophytes	X									
x	x	115041	Polystichum aculeatum (L.) Roth, 1799	Polystic à aiguillons, Polystic à frondes munies d'aiguillons	Ptéridophytes	X									
x	x	115061	Polystichum lonchitis (L.) Roth, 1799	Polystic lonchite, Polystic en fer de lance, Polystic en forme de lance	Ptéridophytes	X									
x	x	122308	Selaginella selaginoides (L.) P.Beauv. ex Schrank & Mart., 1829	Sélaginelle fausse sélagine, Sélaginelle fausse sélaginelle, Sélaginelle épineuse, Sélaginelle spinuleuse	Ptéridophytes	X									

ANNEXE 3 : LISTE DES ESPECES FAUNISTIQUES ISSUE DE LA BIBLIOGRAPHIE

Liste des espèces faunistiques issue de la bibliographie

RNN	PNV	CD NOM	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Groupe	Groupe	Présente	Potentielle	Intérêt communautaire	Protection nationale	Liste rouge monde	Liste rouge Europe	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale
x		11165	<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758	Coccinelle à 7 points, Coccinelle, Bête à bon Dieu	Insectes	Coleoptères	X							
x		51508	<i>Dolycoris baccarum</i> (Linnaeus, 1758)	Punaise brune à antennes & bords panachés	Insectes	Hemiptères	X							
x	x	53754	<i>Aglais urticae</i> (Linnaeus, 1758)	Petite Tortue (La), Vanesse de l'Ortie (La), Petit-Renard (Le)	Insectes	Lepidoptères	X							
	x	54843	<i>Hyles euphorbiae</i> (Linnaeus, 1758)	Sphinx de l'Euphorbe	Insectes	Lepidoptères		En limite altitudinale						
	x	248378	<i>Hyles livornica</i> (Esper, 1780)	Sphinx livournien	Insectes	Lepidoptères		Attendue						
	x	54366	<i>Pontia callidice</i> (Hübner, 1800)	Piérde du Vélar	Insectes	Lepidoptères		Attendue						
x	x	53747	<i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)	Vanesse des Chardons	Insectes	Lepidoptères	X							
	x	247050	<i>Zygaena exulans</i> (Hohenwarth, 1792)	Zygène des sommets	Insectes	Lepidoptères		Attendue						
	x	65425	<i>Aeshna juncea</i> (Linnaeus, 1758)	Aeschne des joncs	Insectes	Odonates		En limite altitudinale					NT	
	x	65352	<i>Leucorrhinia dubia</i> (Vander Linden, 1825)	Leucorrhine douteuse	Insectes	Odonates		En limite altitudinale					NT	
	x	65391	<i>Somatochlora alpestris</i> (Selys, 1840)	Cordulie alpestre	Insectes	Odonates		En limite altitudinale					NT	
	x	66116	<i>Aeropedellus variegatus</i> (Fischervon Waldheim, 1846)	Gomphocère des moraines	Insectes	Orthoptères		Attendue				EN		NT
	x	65748	<i>Anonconotus alpinus</i> (Yersin, 1858)	Decticelle montagnarde	Insectes	Orthoptères		En limite altitudinale						
	x	66067	<i>Arcyptera fusca</i> (Pallas, 1773)	Arcyptère bariolée	Insectes	Orthoptères		En limite altitudinale						
	x	65687	<i>Decticus verrucivorus</i> (Linnaeus, 1758)	Dectique verrucivore	Insectes	Orthoptères		En limite altitudinale						
x	x	65496	<i>Euthystira brachyptera</i> (Ocskay, 1826)	Criquet des Genévriers	Insectes	Orthoptères		En limite altitudinale						
	x	66130	<i>Gomphocerippus apricarius</i> (Linnaeus, 1758)		Insectes	Orthoptères		En limite altitudinale						
x	x	66111	<i>Gomphocerus sibiricus</i> (Linnaeus, 1767)	Gomphocère des alpages	Insectes	Orthoptères		Attendue						
	x	66240	<i>Melanoplus frigidus</i> (Boheman, 1846)		Insectes	Orthoptères		Attendue						
x		65719	<i>Metrioptera saussuriana</i> (Frey-Gessner, 1872)	Decticelle des alpages	Insectes	Orthoptères		En limite altitudinale						
	x	66085	<i>Omocestus haemorrhoidalis</i> (Charpentier, 1825)	Criquet rouge-queue	Insectes	Orthoptères		En limite altitudinale						
x	x	66090	<i>Omocestus viridulus</i> (Linnaeus, 1758)	Criquet verdelet	Insectes	Orthoptères		Attendue						
	x	66235	<i>Podisma pedestris</i> (Linnaeus, 1758)		Insectes	Orthoptères		En limite altitudinale						
	x	66178	<i>Psophus stridulus</i> (Linnaeus, 1758)	OEdipode stridulante	Insectes	Orthoptères		En limite altitudinale						
	x	66129	<i>Stauroderus scalaris</i> (Fischervon Waldheim, 1846)	Criquet jacasseur	Insectes	Orthoptères		En limite altitudinale						
	x	66100	<i>Stenobothrus lineatus</i> (Panzer, 1796)	Criquet de la Palène,	Insectes	Orthoptères		En limite altitudinale						
x	x	65487	<i>Stethophyma grossum</i> (Linnaeus, 1758)	Criquet ensanglanté	Insectes	Orthoptères		En limite altitudinale						
	x	60577	<i>Canis lupus</i> Linnaeus, 1758	Loup gris, Loup	Mammifères	Mammifères		Attendue	X				VU	
	x	61098	<i>Capra ibex</i> Linnaeus, 1758	Bouquetin des Alpes, Bouquetin	Mammifères	Mammifères	X			X			NT	
	x	61000	<i>Cervus elaphus</i> Linnaeus, 1758	Cerf élaphe	Mammifères	Mammifères		En limite altitudinale						
	x	61283	<i>Chionomys nivalis</i> (Martins, 1842)	Campagnol des neiges	Mammifères	Mammifères		Attendue						
	x	61699	<i>Lepus timidus</i> Linnaeus, 1758	Lièvre variable	Mammifères	Mammifères		En limite altitudinale						
x		61143	<i>Marmota marmota</i> (Linnaeus, 1758)	Marmotte des Alpes	Mammifères	Mammifères		En limite altitudinale						
	x	61145	<i>Marmota marmota marmota</i> (Linnaeus, 1758)	Marmotte des Alpes	Mammifères	Mammifères		En limite altitudinale						
	x	60686	<i>Mustela erminea</i> Linnaeus, 1758	Hermine	Mammifères	Mammifères		En limite altitudinale						
	x	61119	<i>Rupicapra rupicapra</i> (Linnaeus, 1758)	Chamois des Alpes	Mammifères	Mammifères	X							
	x	60585	<i>Vulpes vulpes</i> (Linnaeus, 1758)	Renard roux, Renard, Goupil	Mammifères	Mammifères		Attendue						
x	x	2895	<i>Accipiter nisus</i> (Linnaeus, 1758)	Épervier d'Europe	Oiseaux	Oiseaux	X			X				
x	x	4510	<i>Corvus corax</i> Linnaeus, 1758	Grand corbeau	Oiseaux	Oiseaux	X			X				
x	x	2669	<i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus, 1758	Faucon crécerelle	Oiseaux	Oiseaux	X			X			NT	
x	x	2951	<i>Lagopus muta</i> (Montin, 1776)	Lagopède alpin	Oiseaux	Oiseaux	X						NT	
x	x	4537	<i>Montifringilla nivalis</i> (Linnaeus, 1766)	Niverolle alpine, Niverolle des Alpes	Oiseaux	Oiseaux	X			X				
x	x	3984	<i>Prunella collaris</i> (Scopoli, 1769)	Accenteur alpin	Oiseaux	Oiseaux	X			X				
x	x	4485	<i>Pyrrhocorax graculus</i> (Linnaeus, 1766)	Chocard à bec jaune	Oiseaux	Oiseaux	X			X				
	x	67778	<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	Truite commune	Poissons	Poissons	X			X				
	x	67817	<i>Salvelinus fontinalis</i> (Mitchill, 1814)	Saumon de fontaine	Poissons	Poissons	X							
	x	78130	<i>Vipera aspis</i> (Linnaeus, 1758)	Vipère aspic	Reptiles	Reptiles		En limite altitudinale		X				
	x	79278	<i>Zootoca vivipara</i> (Lichtenstein, 1823)	Lézard vivipare	Reptiles	Reptiles		En limite altitudinale		X				NT

ANNEXE 4 : LISTE DES ESPECES PRESENTES DANS LA RESERVE NATURELLE NATIONALE TIGNES- CHAMPAGNY

Espèces de la réserve naturelle Tignes-Champagny (source INPN-Export du 01/12/2023)

Nom valide	Groupe simplifié	CD_NOM	Date de la dernière observation
<i>Euthystira brachyptera</i> (Ocskay, 1826)	Insectes et araignées	65496	26/08/1986
<i>Gomphocerippus apricarius</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	66130	26/08/1986
<i>Gomphocerus sibiricus</i> (Linnaeus, 1767)	Insectes et araignées	66111	26/08/1986
<i>Omocestus viridulus</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	66090	26/08/1986
<i>Pseudochorthippus parallelus parallelus</i> (Zetterstedt, 1821)	Insectes et araignées	66162	26/08/1986
<i>Stethophyma grossum</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	65487	26/08/1986
<i>Metrioptera saussuriana</i> (Frey-Gessner, 1872)	Insectes et araignées	65719	26/08/1986
<i>Marmota marmota</i> (Linnaeus, 1758)	Mammifères	61143	25/12/2016
<i>Aquila chrysaetos</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	2645	03/06/2015
<i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	2623	03/06/2015
<i>Gypaetus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	2852	05/02/2015
<i>Apus apus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	3551	03/06/2015
<i>Falco subbuteo</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	2679	19/08/1994
<i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	2669	03/06/2015
<i>Corvus corax</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	4510	05/03/2019
<i>Corvus corone</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	4503	03/06/2015
<i>Pyrhocorax graculus</i> (Linnaeus, 1766)	Oiseaux	4485	30/12/2019
<i>Carduelis carduelis</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	4583	03/06/2015
<i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	4564	03/06/2015
<i>Linaria cannabina</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	889047	03/06/2015
<i>Delichon urbicum</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	459478	03/06/2015
<i>Ptyonoprogne rupestris</i> (Scopoli, 1769)	Oiseaux	3692	03/06/2015
<i>Anthus spinoletta</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	3733	03/06/2015
<i>Motacilla alba</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	3941	03/06/2015
<i>Oenanthe oenanthe</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	4064	19/08/1994
<i>Phoenicurus ochrurus</i> (S. G. Gmelin, 1774)	Oiseaux	4035	03/06/2015
<i>Saxicola rubetra</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	4049	03/06/2015
<i>Periparus ater</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	534751	03/06/2015
<i>Montifringilla nivalis</i> (Linnaeus, 1766)	Oiseaux	4537	30/12/2019
<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	4525	03/06/2015
<i>Prunella collaris</i> (Scopoli, 1769)	Oiseaux	3984	05/03/2019
<i>Bupleurum ranunculoides</i> L., 1753 subsp. <i>ranunculoides</i>	Plantes, mousses et fougères	132356	17/07/2014
<i>Chaerophyllum villarsii</i> W.D.J.Koch, 1837	Plantes, mousses et fougères	90359	02/08/2016
<i>Imperatoria ostruthium</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	103578	02/08/2016
<i>Mutellina adonidifolia</i> (J.Gay) Gutermann, 2006	Plantes, mousses et fougères	610917	02/08/2016
<i>Pachypleurum mutellinoides</i> (Crantz) Holub, 1983	Plantes, mousses et fougères	112011	16/07/2019
<i>Chamorchis alpina</i> (L.) Rich., 1817	Plantes, mousses et fougères	90561	16/07/2019
<i>Coeloglossum viride</i> (L.) Hartm., 1820	Plantes, mousses et fougères	92097	02/08/2016

Nom valide	Groupe simplifié	CD_NOM	Date de la dernière observation
<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R.Br., 1813	Plantes, mousses et fougères	100607	16/07/2019
<i>Gymnadenia nigra</i> subsp. <i>rhellicani</i> (Teppner & E.Klein) J.-M.Tison, 2010	Plantes, mousses et fougères	162148	16/07/2019
<i>Achillea erba-rotta</i> subsp. <i>moschata</i> (Wulfen) Vacc., 1909	Plantes, mousses et fougères	130729	18/07/2012
<i>Achillea nana</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	79913	02/08/2016
<i>Adenostyles alliariae</i> (Gouan) A.Kern., 1871	Plantes, mousses et fougères	132364	02/08/2016
<i>Adenostyles alpina</i> (L.) Bluff & Fingerh., 1825	Plantes, mousses et fougères	80184	16/07/2019
<i>Adenostyles leucophylla</i> (Willd.) Rchb., 1831	Plantes, mousses et fougères	87153	02/08/2016
<i>Antennaria carpatica</i> (Wahlenb.) Bluff & Fingerh., 1825	Plantes, mousses et fougères	82794	16/07/2019
<i>Antennaria carpatica</i> subsp. <i>helvetica</i> (Chrtek & Pouzar) Chrtek & Pouzar, 1985	Plantes, mousses et fougères	718308	02/08/2016
<i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertn., 1791	Plantes, mousses et fougères	82796	16/07/2019
<i>Artemisia genipi</i> Weber, 1775	Plantes, mousses et fougères	83973	18/08/2013
<i>Aster alpinus</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	84622	16/07/2019
<i>Bellidiastrum michelii</i> Cass., 1817	Plantes, mousses et fougères	84632	02/08/2016
<i>Bellis perennis</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	85740	20/08/2016
<i>Cirsium spinosissimum</i> (L.) Scop., 1769	Plantes, mousses et fougères	91410	16/07/2019
<i>Crepis aurea</i> (L.) Tausch, 1828	Plantes, mousses et fougères	93004	02/08/2016
<i>Crepis rhaetica</i> Hegetschw., 1839	Plantes, mousses et fougères	93122	18/08/2013
<i>Doronicum grandiflorum</i> Lam., 1786	Plantes, mousses et fougères	95225	16/07/2019
<i>Erigeron uniflorus</i> L., 1753 subsp. <i>uniflorus</i>	Plantes, mousses et fougères	134221	02/08/2016
<i>Hieracium piliferum</i> Hoppe, 1799	Plantes, mousses et fougères	102350	16/07/2019
<i>Jacobaea incana</i> (L.) Veldkamp, 2006	Plantes, mousses et fougères	122632	02/08/2016
<i>Leontopodium nivale</i> subsp. <i>alpinum</i> (Cass.) Greuter, 2003	Plantes, mousses et fougères	105544	16/07/2019
<i>Leucanthemopsis alpina</i> (L.) Heywood, 1975 subsp. <i>alpina</i>	Plantes, mousses et fougères	159722	02/08/2016
<i>Omalotheca norvegica</i> (Gunnerus) Sch.Bip. & F.W.Schultz, 1861	Plantes, mousses et fougères	110062	02/08/2016
<i>Omalotheca supina</i> (L.) DC., 1838	Plantes, mousses et fougères	110063	02/08/2016
<i>Senecio doronicum</i> (L.) L., 1759	Plantes, mousses et fougères	122593	16/07/2019
<i>Solidago virgaurea</i> L., 1753 subsp. <i>virgaurea</i>	Plantes, mousses et fougères	141299	02/08/2016
<i>Tussilago farfara</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	128042	02/08/2016
<i>Campanula alpestris</i> All., 1773	Plantes, mousses et fougères	87604	04/08/1913
<i>Campanula rhomboidalis</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	87716	02/08/2016
<i>Campanula scheuchzeri</i> Vill., 1779 subsp. <i>scheuchzeri</i>	Plantes, mousses et fougères	132522	02/08/2016
<i>Myosotis alpestris</i> F.W.Schmidt, 1794	Plantes, mousses et fougères	108987	02/08/2016
<i>Arabis alpina</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	83279	16/07/2019
<i>Arabis caerulea</i> (All.) Haenke, 1789	Plantes, mousses et fougères	83296	16/07/2019
<i>Arabis soyeri</i> subsp. <i>subcoriacea</i> (Gren.) Breistr., 1947	Plantes, mousses et fougères	131560	02/08/2016
<i>Draba aizoides</i> L., 1767	Plantes, mousses et fougères	95289	16/07/2019
<i>Hornungia alpina</i> (L.) O.Appel, 1997	Plantes, mousses et fougères	115967	16/07/2019
<i>Rorippa islandica</i> (Oeder ex Gunnerus) Borbás, 1900	Plantes, mousses et fougères	117940	02/08/2016
<i>Blitum bonus-henricus</i> (L.) Rchb., 1832	Plantes, mousses et fougères	90697	02/08/2016
<i>Arenaria biflora</i> L., 1767	Plantes, mousses et fougères	83546	16/07/2019

Nom valide	Groupe simplifié	CD_NOM	Date de la dernière observation
<i>Cerastium arvense subsp. strictum</i> Gaudin, 1828	Plantes, mousses et fougères	133087	02/08/2016
<i>Cherleria sedoides</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	108616	16/07/2019
<i>Gypsophila repens</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	100686	16/07/2019
<i>Sabulina verna</i> (L.) Rchb., 1832	Plantes, mousses et fougères	108621	02/08/2016
<i>Silene acaulis</i> (L.) Jacq., 1762	Plantes, mousses et fougères	123374	30/06/2020
<i>Silene acaulis subsp. bryoides</i> (Jord.) Nyman, 1878	Plantes, mousses et fougères	141110	02/08/2016
<i>Silene nutans</i> L., 1753 subsp. <i>nutans</i>	Plantes, mousses et fougères	141182	02/08/2016
<i>Viscaria alpina</i> (L.) G.Don, 1831	Plantes, mousses et fougères	123651	05/07/2009
<i>Scabiosa lucida</i> Vill., 1779	Plantes, mousses et fougères	121367	02/08/2016
<i>Valeriana tripteris</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	128445	02/08/2016
<i>Equisetum palustre</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	96534	02/08/2016
<i>Equisetum variegatum</i> Schleich. ex F.Weber & D.Mohr, 1807	Plantes, mousses et fougères	96553	02/08/2016
<i>Kalmia procumbens</i> (L.) Gift, Kron & P.F.Stevens ex Galasso, Banfi & F.Conti, 2005	Plantes, mousses et fougères	106457	16/07/2019
<i>Pyrola minor</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	116543	02/08/2016
<i>Androsace alpina</i> (L.) Lam., 1779	Plantes, mousses et fougères	82478	05/08/2014
<i>Androsace helvetica</i> (L.) All., 1785	Plantes, mousses et fougères	82504	19/08/1995
<i>Androsace obtusifolia</i> All., 1785	Plantes, mousses et fougères	82519	02/08/2016
<i>Androsace pubescens</i> DC., 1805	Plantes, mousses et fougères	82529	05/08/2014
<i>Primula farinosa</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	115868	16/07/2019
<i>Primula pedemontana</i> E.Thomas ex Gaudin, 1828	Plantes, mousses et fougères	115903	17/07/2014
<i>Soldanella alpina</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	124139	13/07/2019
<i>Anthyllis vulneraria</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	82999	30/06/2020
<i>Anthyllis vulneraria subsp. alpestris</i> (Kit. ex Schult.) Asch. & Graebn., 1908	Plantes, mousses et fougères	131467	02/08/2016
<i>Lotus corniculatus</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	106653	18/08/2019
<i>Trifolium badium</i> Schreb., 1804	Plantes, mousses et fougères	127237	02/08/2016
<i>Trifolium repens</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	127454	02/08/2016
<i>Trifolium thalii</i> Vill., 1779	Plantes, mousses et fougères	127503	02/08/2016
<i>Polygala alpina</i> (DC.) Steud., 1821	Plantes, mousses et fougères	114523	16/07/2019
<i>Comastoma tenellum</i> (Rottb.) Toyok., 1961	Plantes, mousses et fougères	99989	02/08/2016
<i>Gentiana acaulis</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	99854	02/08/2016
<i>Gentiana bavarica</i> L., 1753 subsp. <i>bavarica</i>	Plantes, mousses et fougères	135010	02/08/2016
<i>Gentiana nivalis</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	99910	02/08/2016
<i>Gentiana orbicularis</i> Schur, 1852	Plantes, mousses et fougères	99914	19/07/1998
<i>Gentiana punctata</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	99928	15/08/2016
<i>Gentiana verna</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	99953	16/07/2019
<i>Gentianella campestris</i> (L.) Börner, 1912	Plantes, mousses et fougères	99982	29/08/2019
<i>Galium pumilum</i> Murray, 1770	Plantes, mousses et fougères	99511	02/08/2016
<i>Anthelia juratzkana</i> (Limpr.) Trevis., 1877	Plantes, mousses et fougères	6605	02/08/2016
<i>Betonica hirsuta</i> L., 1771	Plantes, mousses et fougères	124801	02/08/2016
<i>Pinguicula alpina</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	113609	16/07/2019

Nom valide	Groupe simplifié	CD_NOM	Date de la dernière observation
<i>Bartsia alpina</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	85602	29/07/2020
<i>Pedicularis cenisia</i> Gaudin, 1829	Plantes, mousses et fougères	112573	16/07/2019
<i>Pedicularis rosea</i> subsp. <i>allionii</i> (Rchb.f.) Arcang., 1882	Plantes, mousses et fougères	138636	15/08/2016
<i>Pedicularis rosea</i> Wulfen, 1781	Plantes, mousses et fougères	112595	16/07/2019
<i>Pedicularis verticillata</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	112604	16/07/2019
<i>Rhinanthus minor</i> L., 1756	Plantes, mousses et fougères	117616	02/08/2016
<i>Globularia cordifolia</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	100340	16/07/2019
<i>Linaria alpina</i> (L.) Mill., 1768	Plantes, mousses et fougères	106144	16/07/2019
<i>Linaria alpina</i> (L.) Mill., 1768 subsp. <i>alpina</i>	Plantes, mousses et fougères	137320	15/08/2016
<i>Plantago atrata</i> Hoppe, 1799	Plantes, mousses et fougères	113815	16/07/2019
<i>Veronica allionii</i> Vill., 1779 [nom. et typ. cons.]	Plantes, mousses et fougères	128787	19/08/2008
<i>Veronica alpina</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	128789	02/08/2016
<i>Veronica aphylla</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	128797	16/07/2019
<i>Veronica bellidioides</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	128810	02/08/2016
<i>Veronica fruticans</i> Jacq., 1762	Plantes, mousses et fougères	128871	02/08/2016
<i>Gagea liottardii</i> (Sternb.) Schult. & Schult.f., 1829	Plantes, mousses et fougères	99180	16/07/2019
<i>Gagea serotina</i> (L.) Ker Gawl., 1816	Plantes, mousses et fougères	106424	06/08/2016
<i>Diphysastrum alpinum</i> (L.) Holub, 1975	Plantes, mousses et fougères	95056	14/09/2016
<i>Linum alpinum</i> Jacq., 1762	Plantes, mousses et fougères	106275	16/07/2019
<i>Salix caesia</i> Vill., 1789	Plantes, mousses et fougères	119970	02/08/2016
<i>Salix daphnoides</i> Vill., 1779	Plantes, mousses et fougères	120009	02/08/2016
<i>Salix foetida</i> Schleich. ex DC., 1805	Plantes, mousses et fougères	120037	02/08/2016
<i>Salix glaucosericea</i> Flod., 1943	Plantes, mousses et fougères	120048	02/08/2016
<i>Salix hastata</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	120052	02/08/2016
<i>Salix herbacea</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	120057	02/08/2016
<i>Salix myrsinifolia</i> Salisb., 1796	Plantes, mousses et fougères	120135	02/08/2016
<i>Salix reticulata</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	120193	16/07/2019
<i>Salix retusa</i> L., 1759	Plantes, mousses et fougères	120195	02/08/2016
<i>Viola biflora</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	129520	02/08/2016
<i>Viola calcarata</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	129527	02/08/2016
<i>Viola palustris</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	129639	23/08/2009
<i>Daphne mezereum</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	94435	02/08/2016
<i>Epilobium alsinifolium</i> Vill., 1779	Plantes, mousses et fougères	96130	02/08/2016
<i>Epilobium dodonaei</i> subsp. <i>fleischeri</i> (Hochst.) Schinz & Thell., 1923	Plantes, mousses et fougères	134114	02/08/2016
<i>Carex atrata</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	88359	02/08/2016
<i>Carex bicolor</i> All., 1785	Plantes, mousses et fougères	88380	02/08/2016
<i>Carex brunnescens</i> (Pers.) Poir., 1813	Plantes, mousses et fougères	88400	02/08/2016
<i>Carex capillaris</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	88412	02/08/2016
<i>Carex curvula</i> All., 1785	Plantes, mousses et fougères	88453	16/07/2019
<i>Carex curvula</i> subsp. <i>rosae</i> Gilomen, 1937	Plantes, mousses et fougères	132674	02/08/2016

Nom valide	Groupe simplifié	CD_NOM	Date de la dernière observation
<i>Carex ferruginea</i> Scop., 1772	Plantes, mousses et fougères	132700	02/08/2016
<i>Carex frigida</i> All., 1785	Plantes, mousses et fougères	88519	02/08/2016
<i>Carex lachenalii</i> Schkuhr, 1801 [nom. cons.]	Plantes, mousses et fougères	88606	08/08/2012
<i>Carex maritima</i> Gunnerus, 1772	Plantes, mousses et fougères	88662	02/08/2016
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard, 1778	Plantes, mousses et fougères	88720	16/07/2019
<i>Carex ornithopoda</i> subsp. <i>ornithopodioides</i> (Hausm.) Nyman, 1882	Plantes, mousses et fougères	132776	15/08/2016
<i>Carex ornithopoda</i> Willd., 1805 subsp. <i>ornithopoda</i>	Plantes, mousses et fougères	132775	02/08/2016
<i>Carex parviflora</i> Host, 1801	Plantes, mousses et fougères	88756	16/07/2019
<i>Carex sempervirens</i> Vill., 1787 subsp. <i>sempervirens</i>	Plantes, mousses et fougères	132810	02/08/2016
<i>Juncus arcticus</i> Willd., 1799	Plantes, mousses et fougères	104123	21/07/2008
<i>Juncus jacquinii</i> L., 1767	Plantes, mousses et fougères	104221	02/08/2016
<i>Luzula spicata</i> (L.) DC., 1805 subsp. <i>spicata</i>	Plantes, mousses et fougères	137520	02/08/2016
<i>Agrostis rupestris</i> All., 1785 var. <i>rupestris</i>	Plantes, mousses et fougères	613160	02/08/2016
<i>Agrostis schraderiana</i> Bech., 1938	Plantes, mousses et fougères	80556	02/08/2016
<i>Alopecurus gerardi</i> Vill., 1786	Plantes, mousses et fougères	81614	02/08/2016
<i>Avenula pubescens</i> (Huds.) Dumort., 1868	Plantes, mousses et fougères	85439	02/08/2016
<i>Festuca halleri</i> All., 1785	Plantes, mousses et fougères	98272	02/08/2016
<i>Festuca melanopsis</i> Foggi, Gr.Rossi & Signorini, 1999	Plantes, mousses et fougères	98370	02/08/2016
<i>Festuca nigrescens</i> Lam., 1788	Plantes, mousses et fougères	98404	02/08/2016
<i>Helictochloa versicolor</i> (Vill.) Romero Zarco, 2011 subsp. <i>versicolor</i>	Plantes, mousses et fougères	132055	02/08/2016
<i>Poa bulbosa</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	114136	16/07/2019
<i>Sesleria caerulea</i> (L.) Ard., 1763	Plantes, mousses et fougères	123071	02/08/2016
<i>Trisetum spicatum</i> subsp. <i>ovatipaniculatum</i> Hultén ex Jonsell, 1975	Plantes, mousses et fougères	141953	06/08/2003
<i>Asplenium viride</i> Huds., 1762	Plantes, mousses et fougères	84516	02/08/2016
<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh., 1805	Plantes, mousses et fougères	94066	16/07/2019
<i>Polystichum lonchitis</i> (L.) Roth, 1799	Plantes, mousses et fougères	115061	16/07/2019
<i>Polytrichastrum sexangulare</i> (Flörke ex Brid.) G.L.Sm., 1971	Plantes, mousses et fougères	433979	02/08/2016
<i>Polytrichum piliferum</i> Hedw., 1801	Plantes, mousses et fougères	3875	02/08/2016
<i>Anemone baldensis</i> L., 1767	Plantes, mousses et fougères	82600	16/07/2019
<i>Pulsatilla vernalis</i> (L.) Mill., 1768	Plantes, mousses et fougères	116459	16/07/2019
<i>Ranunculus kuepferi</i> Greuter & Burdet, 1987	Plantes, mousses et fougères	117081	02/08/2016
<i>Ranunculus sartorianus</i> Boiss. & Heldr., 1854	Plantes, mousses et fougères	117222	02/08/2016
<i>Alchemilla pentaphyllea</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	81140	02/08/2016
<i>Geum reptans</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	100214	20/08/2018
<i>Potentilla aurea</i> L., 1756	Plantes, mousses et fougères	115414	18/08/2019
<i>Potentilla brauneana</i> Hoppe, 1806	Plantes, mousses et fougères	115425	16/07/2019
<i>Potentilla grandiflora</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	115498	16/07/2019
<i>Rubus idaeus</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	119149	02/08/2016
<i>Sedum alpestre</i> Vill., 1779	Plantes, mousses et fougères	122107	16/07/2019
<i>Sedum atratum</i> L., 1763	Plantes, mousses et fougères	122124	16/07/2019

Nom valide	Groupe simplifié	CD_NOM	Date de la dernière observation
<i>Micranthes stellaris</i> (L.) Galasso, Banfi & Soldano, 2005	Plantes, mousses et fougères	140693	02/08/2016
<i>Saxifraga aizoides</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	120965	06/08/2019
<i>Saxifraga androsacea</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	120973	16/07/2019
<i>Saxifraga biflora</i> All., 1773	Plantes, mousses et fougères	120987	20/07/2004
<i>Saxifraga caesia</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	120994	16/07/2019
<i>Saxifraga diapensioides</i> Bellardi, 1792	Plantes, mousses et fougères	121039	18/08/2013
<i>Saxifraga exarata</i> Vill., 1779	Plantes, mousses et fougères	121047	16/07/2019
<i>Saxifraga muscoides</i> All., 1773	Plantes, mousses et fougères	121120	18/08/2013
<i>Saxifraga oppositifolia</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	121132	16/07/2019
<i>Saxifraga paniculata</i> Mill., 1768	Plantes, mousses et fougères	121139	16/07/2019
<i>Saxifraga rotundifolia</i> L., 1753	Plantes, mousses et fougères	121177	02/08/2016
<i>Selaginella selaginoides</i> (L.) P.Beauv. ex Schrank & Mart., 1829	Plantes, mousses et fougères	122308	02/08/2016

ANNEXE 5 : LISTE DES ESPECES PRESENTES DANS LE PARC NATUREL NATIONAL DE VANOISE

Espèces du Parc national de la Vanoise (source INPN-Export du 01/12/2023)

Nom valide	Groupe simplifié	Ordre	Famille	CD_NOM
<i>Rana temporaria</i> Linnaeus, 1758	Amphibiens et reptiles	Anura	Ranidae	351
<i>Ichthyosaura alpestris</i> (Laurenti, 1768)	Amphibiens et reptiles	Urodela	Salamandridae	444430
<i>Coronella austriaca</i> Laurenti, 1768	Amphibiens et reptiles	Squamata	Colubridae	77955
<i>Podarcis muralis</i> (Laurenti, 1768)	Amphibiens et reptiles	Squamata	Lacertidae	77756
<i>Zootoca vivipara</i> (Lichtenstein, 1823)	Amphibiens et reptiles	Squamata	Lacertidae	79278
<i>Natrix helvetica</i> (Lacepède, 1789)	Amphibiens et reptiles	Squamata	Natricidae	78064
<i>Vipera aspis</i> (Linnaeus, 1758)	Amphibiens et reptiles	Squamata	Viperidae	78130
<i>Glomeris marginata</i> (Villers, 1789)	Crabes, crevettes, cloportes et mille-pattes	Glomerida	Glomeridae	64859
<i>Eresus kollari</i> Rossi, 1846	Insectes et araignées	Araneae	Eresidae	233297
<i>Anthaxia helvetica</i> Stierlin, 1868	Insectes et araignées	Coleoptera	Buprestidae	222097
<i>Anthaxia istriana</i> Rosenhauer, 1847	Insectes et araignées	Coleoptera	Buprestidae	11330
<i>Amara equestris equestris</i> (Duftschmid, 1812)	Insectes et araignées	Coleoptera	Carabidae	251034
<i>Anisodactylus nemorivagus</i> (Duftschmid, 1812)	Insectes et araignées	Coleoptera	Carabidae	9293
<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Coleoptera	Carabidae	8784
<i>Calathus mollis</i> (Marsham, 1802)	Insectes et araignées	Coleoptera	Carabidae	8785
<i>Carabus problematicus</i> Herbst, 1786	Insectes et araignées	Coleoptera	Carabidae	8428
<i>Cicindela campestris</i> Linnaeus, 1758	Insectes et araignées	Coleoptera	Carabidae	8321
<i>Cicindela gallica</i> Brullé, 1834	Insectes et araignées	Coleoptera	Carabidae	8324
<i>Cicindela hybrida</i> Linnaeus, 1758	Insectes et araignées	Coleoptera	Carabidae	8326
<i>Cychrus attenuatus</i> (Fabricius, 1792)	Insectes et araignées	Coleoptera	Carabidae	8347
<i>Cymindis humeralis</i> (Geoffroy in Fourcroy, 1785)	Insectes et araignées	Coleoptera	Carabidae	9170
<i>Leistus nitidus</i> (Duftschmid, 1812)	Insectes et araignées	Coleoptera	Carabidae	8499
<i>Licinus depressus</i> (Paykull, 1790)	Insectes et araignées	Coleoptera	Carabidae	9364
<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1779)	Insectes et araignées	Coleoptera	Carabidae	8526
<i>Pterostichus externepunctatus</i> (Dejean, 1828)	Insectes et araignées	Coleoptera	Carabidae	9114
<i>Pterostichus multipunctatus</i> (Dejean, 1828)	Insectes et araignées	Coleoptera	Carabidae	222602
<i>Anastrangalia dubia</i> (Scopoli, 1763)	Insectes et araignées	Coleoptera	Cerambycidae	12282
<i>Anastrangalia sanguinolenta</i> (Linnaeus, 1761)	Insectes et araignées	Coleoptera	Cerambycidae	12280
<i>Asemum striatum</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Coleoptera	Cerambycidae	12304
<i>Brachyta interrogationis</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Coleoptera	Cerambycidae	223182
<i>Dinoptera collaris</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Coleoptera	Cerambycidae	12222
<i>Judolia sexmaculata</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Coleoptera	Cerambycidae	223158
<i>Oxymirus cursor</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Coleoptera	Cerambycidae	12211
<i>Pachytodes cerambyciformis</i> (Schränk, 1781)	Insectes et araignées	Coleoptera	Cerambycidae	12261
<i>Rhagium inquisitor</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Coleoptera	Cerambycidae	12206
<i>Stictoleptura hybrida</i> (Rey, 1885)	Insectes et araignées	Coleoptera	Cerambycidae	223160
<i>Tetropium gabrieli</i> Weise, 1905	Insectes et araignées	Coleoptera	Cerambycidae	223147
<i>Thanasimus formicarius</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Coleoptera	Cleridae	11867
<i>Trichodes apiarius</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Coleoptera	Cleridae	11871

Nom valide	Groupe simplifié	Ordre	Famille	CD_NOM
<i>Dascillus cervinus</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Coleoptera	Dascillidae	11853
<i>Ampedus scrofa</i> Germar, 1844	Insectes et araignées	Coleoptera	Elateridae	240361
<i>Athous emaciatu</i> s Candèze, 1860	Insectes et araignées	Coleoptera	Elateridae	240379
<i>Ctenicera cuprea</i> (Fabricius, 1775)	Insectes et araignées	Coleoptera	Elateridae	11416
<i>Ctenicera pectinicornis</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Coleoptera	Elateridae	240428
<i>Ctenicera virens</i> (Schränk, 1781)	Insectes et araignées	Coleoptera	Elateridae	240429
<i>Dalopius marginatus</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Coleoptera	Elateridae	240430
<i>Melanotus castanipes</i> (Paykull, 1800)	Insectes et araignées	Coleoptera	Elateridae	240460
<i>Selatosomus aeneus</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Coleoptera	Elateridae	240492
<i>Anoplotrupes stercorosus</i> (Hartmann in Scriba, 1791)	Insectes et araignées	Coleoptera	Geotrupidae	10539
<i>Geotrupes stercorarius</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Coleoptera	Geotrupidae	10548
<i>Trypocopris alpinus</i> (Sturm & Hagenbach, 1825)	Insectes et araignées	Coleoptera	Geotrupidae	10567
<i>Lampyris noctiluca</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Coleoptera	Lampyridae	11545
<i>Enicmus testaceus</i> (Stephens, 1830)	Insectes et araignées	Coleoptera	Latridiidae	235086
<i>Agathidium nigrinum</i> Sturm, 1807	Insectes et araignées	Coleoptera	Leiodidae	223745
<i>Platycerus caprea</i> (De Geer, 1774)	Insectes et araignées	Coleoptera	Lucanidae	200542
<i>Dictyoptera aurora</i> (Herbst, 1784)	Insectes et araignées	Coleoptera	Lycidae	235102
<i>Lygistopterus sanguineus</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Coleoptera	Lycidae	11542
<i>Marolia leseigneuri</i> Nicolas, 1977	Insectes et araignées	Coleoptera	Melandryidae	223983
<i>Zilora obscura</i> (Fabricius, 1794)	Insectes et araignées	Coleoptera	Melandryidae	223986
<i>Meloe proscarabaeus</i> Linnaeus, 1758	Insectes et araignées	Coleoptera	Meloidae	12111
<i>Pytho depressus</i> Linnaeus, 1767	Insectes et araignées	Coleoptera	Pythidae	224101
<i>Acrossus depressus</i> (Kugelann, 1792)	Insectes et araignées	Coleoptera	Scarabaeidae	200331
<i>Acrossus rufipes</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Coleoptera	Scarabaeidae	200334
<i>Agoliinus satyrus</i> (Reitter, 1892)	Insectes et araignées	Coleoptera	Scarabaeidae	200338
<i>Agolius abdominalis</i> (Bonelli, 1812)	Insectes et araignées	Coleoptera	Scarabaeidae	200341
<i>Amidorus immaturus</i> (Mulsant, 1842)	Insectes et araignées	Coleoptera	Scarabaeidae	200355
<i>Amidorus obscurus</i> (Fabricius, 1792)	Insectes et araignées	Coleoptera	Scarabaeidae	200354
<i>Caccobius schreberi</i> (Linnaeus, 1767)	Insectes et araignées	Coleoptera	Scarabaeidae	10836
<i>Colobopterus erraticus</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Coleoptera	Scarabaeidae	200426
<i>Esymus pusillus</i> (Herbst, 1789)	Insectes et araignées	Coleoptera	Scarabaeidae	200434
<i>Euheptaulacus carinatus</i> (Germar, 1823)	Insectes et araignées	Coleoptera	Scarabaeidae	200440
<i>Hoplia argentea</i> (Poda, 1761)	Insectes et araignées	Coleoptera	Scarabaeidae	10936
<i>Onthophagus braudi</i> Nicolas, 1964	Insectes et araignées	Coleoptera	Scarabaeidae	10855
<i>Onthophagus fracticornis</i> (Preyssl, 1790)	Insectes et araignées	Coleoptera	Scarabaeidae	10861
<i>Oromus alpinus</i> (Scopoli, 1763)	Insectes et araignées	Coleoptera	Scarabaeidae	200513
<i>Otophorus haemorrhoidalis</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Coleoptera	Scarabaeidae	200521
<i>Oxythyrea funesta</i> (Poda, 1761)	Insectes et araignées	Coleoptera	Scarabaeidae	11030
<i>Rhodaphodius foetens</i> (Fabricius, 1787)	Insectes et araignées	Coleoptera	Scarabaeidae	10670
<i>Quedius dubius dubius</i> (Heer, 1839)	Insectes et araignées	Coleoptera	Staphylinidae	252974
<i>Tachinus humeralis</i> Gravenhorst, 1802	Insectes et araignées	Coleoptera	Staphylinidae	9768

Nom valide	Groupe simplifié	Ordre	Famille	CD_NOM
<i>Hallomenus binotatus</i> (Quensel, 1790)	Insectes et araignées	Coleoptera	Tetratomidae	224164
<i>Tetratoma ancora</i> Fabricius, 1790	Insectes et araignées	Coleoptera	Tetratomidae	224166
<i>Anechura bipunctata</i> (Fabricius, 1781)	Insectes et araignées	Dermaptera	Forficulidae	65863
<i>Pentatoma rufipes</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Hemiptera	Pentatomidae	51637
<i>Lemonia taraxaci</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Brahmaeidae	54703
<i>Anania funebris</i> (Strøm, 1768)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Crambidae	248124
<i>Catharia pyrenaealis</i> (Duponchel, 1843)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Crambidae	248196
<i>Metaxmeste phrygialis</i> (Hübner, 1796)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Crambidae	248218
<i>Metaxmeste schrankiana</i> (Hochenwarth, 1785)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Crambidae	248219
<i>Apantesis quenseli</i> (Paykull, 1793)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Erebidae	249071
<i>Arctia caja</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Erebidae	249053
<i>Arctia plantaginis</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Erebidae	249072
<i>Euclidia glyphica</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Erebidae	249776
<i>Ocnogyna parasita</i> (Hübner, 1790)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Erebidae	249080
<i>Setina aurita</i> (Esper, 1787)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Erebidae	249090
<i>Chiasmia clathrata</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Geometridae	248995
<i>Crocota tinctaria</i> (Hübner, 1799)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Geometridae	248910
<i>Ematurga atomaria</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Geometridae	248867
<i>Lythria plumularia</i> (Freyer, 1831)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Geometridae	248705
<i>Lythria purpuraria</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Geometridae	248706
<i>Psodos quadrifaria</i> (Sulzer, 1776)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Geometridae	248946
<i>Thera juniperata</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Geometridae	248563
<i>Xanthorhoe montanata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Geometridae	248791
<i>Hesperia comma</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Hesperiidae	53332
<i>Muschampia floccifera</i> (Zeller, 1847)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Hesperiidae	219749
<i>Pyrgus malvoides</i> (Elwes & Edwards, 1897)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Hesperiidae	219744
<i>Lasiocampa quercus</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lasiocampidae	54770
<i>Malacosoma neustria</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lasiocampidae	54744
<i>Agriades glandon</i> (Prunner, 1798)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lycaenidae	54200
<i>Agriades glandon</i> (Prunner, 1798)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lycaenidae	219781
<i>Agriades optilete</i> (Knoch, 1781)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lycaenidae	219779
<i>Agriades orbitulus</i> (Prunner, 1798)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lycaenidae	219782
<i>Callophrys rubi</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lycaenidae	54307
<i>Cupido alcetas</i> (Hoffmannsegg, 1804)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lycaenidae	219794
<i>Cupido minimus</i> (Fuessly, 1775)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lycaenidae	54029
<i>Eumedonia eumedon</i> (Esper, 1780)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lycaenidae	54191
<i>Lycaena hippothoe</i> (Linnaeus, 1761)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lycaenidae	219753
<i>Lycaena tityrus</i> (Poda, 1761)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lycaenidae	219751
<i>Lysandra bellargus</i> (Rottemburg, 1775)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lycaenidae	219767
<i>Lysandra coridon</i> (Poda, 1761)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lycaenidae	54265
<i>Lysandra coridon</i> (Poda, 1761)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lycaenidae	219768

Nom valide	Groupe simplifié	Ordre	Famille	CD_NOM
<i>Phengaris arion</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lycaenidae	219788
<i>Phengaris arion</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lycaenidae	54085
<i>Plebejus idas</i> (Linnaeus, 1761)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lycaenidae	219776
<i>Polyommatus damon</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lycaenidae	219773
<i>Polyommatus eros</i> (Ochsenheimer, 1808)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lycaenidae	54283
<i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Lycaenidae	54279
<i>Acronicta euphorbiae</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Noctuidae	249827
<i>Autographa gamma</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Noctuidae	249151
<i>Ceramica pisi</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Noctuidae	249499
<i>Cerapteryx graminis</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Noctuidae	249498
<i>Orthosia incerta</i> (Hufnagel, 1766)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Noctuidae	249574
<i>Aglais io</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53736
<i>Aglais urticae</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53754
<i>Boloria napaea</i> (Hoffmannsegg, 1804)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53923
<i>Boloria pales</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53918
<i>Boloria titania</i> (Esper, 1793)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	219816
<i>Coenonympha gardetta</i> (Prunner, 1798)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53659
<i>Coenonympha glycerion</i> (Borkhausen, 1788)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53663
<i>Erebia alberganus</i> (Prunner, 1798)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53497
<i>Erebia arvernensis</i> Oberthür, 1908	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	219802
<i>Erebia arvernensis</i> Oberthür, 1908	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53524
<i>Erebia epiphron</i> (Knoch, 1783)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53467
<i>Erebia euryale</i> (Esper, 1805)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53451
<i>Erebia gorge</i> (Hübner, 1804)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53506
<i>Erebia melampus</i> (Fuessly, 1775)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53479
<i>Erebia mnestra</i> (Hübner, 1804)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53518
<i>Erebia pandrose</i> (Borkhausen, 1788)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53576
<i>Erebia pharte</i> (Hübner, 1804)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53477
<i>Erebia pluto</i> (Prunner, 1798)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53500
<i>Erebia triarius</i> (Prunner, 1798)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53485
<i>Euphydryas aurinia</i> (Rottemburg, 1775)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53865
<i>Euphydryas aurinia sareptana</i> (Staudinger, 1871)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53870
<i>Euphydryas cynthia</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53859
<i>Euphydryas cynthia</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	392385
<i>Euphydryas intermedia</i> (Ménétrières, 1859)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53851
<i>Issoria lathonia</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53908
<i>Lasiommata maera</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53609
<i>Lasiommata petropolitana</i> (Fabricius, 1787)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53611
<i>Melanargia galathea</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53700
<i>Melitaea cinxia</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53817
<i>Melitaea didyma</i> (Esper, 1778)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53794

Nom valide	Groupe simplifié	Ordre	Famille	CD_NOM
<i>Melitaea varia</i> Herrich-Schaeffer, 1851	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	219809
<i>Nymphalis antiopa</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53733
<i>Oeneis glacialis</i> (Moll, 1785)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53586
<i>Polygonia c-album</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53759
<i>Speyeria aglaja</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	219820
<i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53741
<i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53749
<i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Nymphalidae	53747
<i>Papilio machaon</i> Linnaeus, 1758	Insectes et araignées	Lepidoptera	Papilionidae	54468
<i>Parnassius apollo</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Papilionidae	54496
<i>Parnassius corybas</i> Fischer de Waldheim, 1823	Insectes et araignées	Lepidoptera	Papilionidae	54499
<i>Parnassius mnemosyne</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Papilionidae	159451
<i>Parnassius mnemosyne</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Papilionidae	54502
<i>Anthocharis cardamines</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Pieridae	54451
<i>Aporia crataegi</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Pieridae	54339
<i>Colias alfacariensis</i> Ribbe, 1905	Insectes et araignées	Lepidoptera	Pieridae	219826
<i>Colias palaeno</i> (Linnaeus, 1761)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Pieridae	54400
<i>Colias phicomone</i> (Esper, 1780)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Pieridae	54397
<i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Pieridae	54417
<i>Pieris bryoniae</i> (Hübner, 1800)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Pieridae	219834
<i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Pieridae	219831
<i>Pontia callidice</i> (Hübner, 1800)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Pieridae	54366
<i>Hamearis lucina</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Riodinidae	53969
<i>Saturnia pavonia</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Saturniidae	248375
<i>Agrius convolvuli</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Sphingidae	54795
<i>Hyles euphorbiae</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Sphingidae	54843
<i>Hyles livornica</i> (Esper, 1780)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Sphingidae	248378
<i>Macroglossum stellatarum</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Sphingidae	54829
<i>Zygaena exulans</i> (Hohenwarth, 1792)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Zygaenidae	247050
<i>Zygaena purpuralis</i> (Brünnich, 1763)	Insectes et araignées	Lepidoptera	Zygaenidae	247042
<i>Libelloides coccajus</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	Insectes et araignées	Neuroptera	Ascalaphidae	52121
<i>Aeshna cyanea</i> (O.F. Müller, 1764)	Insectes et araignées	Odonata	Aeshnidae	65440
<i>Aeshna juncea</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Odonata	Aeshnidae	65425
<i>Calopteryx virgo</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Odonata	Calopterygidae	65080
<i>Coenagrion puella</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Odonata	Coenagrionidae	65141
<i>Enallagma cyathigerum</i> (Charpentier, 1840)	Insectes et araignées	Odonata	Coenagrionidae	65155
<i>Somatochlora alpestris</i> (Selys, 1840)	Insectes et araignées	Odonata	Corduliidae	65391
<i>Leucorrhinia dubia</i> (Vander Linden, 1825)	Insectes et araignées	Odonata	Libellulidae	65352
<i>Sympetrum danae</i> (Sulzer, 1776)	Insectes et araignées	Odonata	Libellulidae	65312
<i>Aeropedellus variegatus</i> (Fischer von Waldheim, 1846)	Insectes et araignées	Orthoptera	Acrididae	66116
<i>Arcyptera fusca</i> (Pallas, 1773)	Insectes et araignées	Orthoptera	Acrididae	66067

Nom valide	Groupe simplifié	Ordre	Famille	CD_NOM
<i>Euthystira brachyptera</i> (Ocskay, 1826)	Insectes et araignées	Orthoptera	Acrididae	65496
<i>Gomphocerippus apricarius</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Orthoptera	Acrididae	66130
<i>Gomphocerus sibiricus</i> (Linnaeus, 1767)	Insectes et araignées	Orthoptera	Acrididae	66111
<i>Melanoplus frigidus</i> (Boheman, 1846)	Insectes et araignées	Orthoptera	Acrididae	66240
<i>Omocestus haemorrhoidalis</i> (Charpentier, 1825)	Insectes et araignées	Orthoptera	Acrididae	66085
<i>Omocestus viridulus</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Orthoptera	Acrididae	66090
<i>Podisma pedestris</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Orthoptera	Acrididae	66235
<i>Pseudochorthippus parallelus</i> (Zetterstedt, 1821)	Insectes et araignées	Orthoptera	Acrididae	66161
<i>Pseudochorthippus parallelus parallelus</i> (Zetterstedt, 1821)	Insectes et araignées	Orthoptera	Acrididae	66162
<i>Psophus stridulus</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Orthoptera	Acrididae	66178
<i>Stauroderus scalaris</i> (Fischer von Waldheim, 1846)	Insectes et araignées	Orthoptera	Acrididae	66129
<i>Stenobothrus lineatus</i> (Panzer, 1796)	Insectes et araignées	Orthoptera	Acrididae	66100
<i>Stethophyma grossum</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Orthoptera	Acrididae	65487
<i>Gryllus campestris</i> Linnaeus, 1758	Insectes et araignées	Orthoptera	Gryllidae	65910
<i>Anonconotus alpinus</i> (Yersin, 1858)	Insectes et araignées	Orthoptera	Tettigoniidae	65748
<i>Antaxius pedestris</i> (Fabricius, 1787)	Insectes et araignées	Orthoptera	Tettigoniidae	65765
<i>Barbitistes serricauda</i> (Fabricius, 1794)	Insectes et araignées	Orthoptera	Tettigoniidae	65627
<i>Bicolorana bicolor</i> (Philippi, 1830)	Insectes et araignées	Orthoptera	Tettigoniidae	65721
<i>Decticus verrucivorus</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Orthoptera	Tettigoniidae	65687
<i>Decticus verrucivorus verrucivorus</i> (Linnaeus, 1758)	Insectes et araignées	Orthoptera	Tettigoniidae	250699
<i>Metrioptera brachyptera</i> (Linnaeus, 1761)	Insectes et araignées	Orthoptera	Tettigoniidae	65718
<i>Roeseliana roeselii roeselii</i> (Hagenbach, 1822)	Insectes et araignées	Orthoptera	Tettigoniidae	65722
<i>Canis lupus</i> Linnaeus, 1758	Mammifères	Carnivora	Canidae	60577
<i>Vulpes vulpes vulpes</i> (Linnaeus, 1758)	Mammifères	Carnivora	Canidae	60588
<i>Martes foina</i> (Erleben, 1777)	Mammifères	Carnivora	Mustelidae	60674
<i>Meles meles</i> (Linnaeus, 1758)	Mammifères	Carnivora	Mustelidae	60636
<i>Mustela erminea</i> Linnaeus, 1758	Mammifères	Carnivora	Mustelidae	60686
<i>Capra ibex</i> Linnaeus, 1758	Mammifères	Cetartiodactyla	Bovidae	61098
<i>Ovis gmelinii musimon</i> (Pallas, 1811)	Mammifères	Cetartiodactyla	Bovidae	61112
<i>Rupicapra rupicapra</i> (Linnaeus, 1758)	Mammifères	Cetartiodactyla	Bovidae	61119
<i>Capreolus capreolus</i> (Linnaeus, 1758)	Mammifères	Cetartiodactyla	Cervidae	61057
<i>Cervus elaphus</i> Linnaeus, 1758	Mammifères	Cetartiodactyla	Cervidae	61000
<i>Sus scrofa</i> Linnaeus, 1758	Mammifères	Cetartiodactyla	Suidae	60981
<i>Hypsugo savii</i> (Bonaparte, 1837)	Mammifères	Chiroptera	Vespertilionidae	60506
<i>Nyctalus leisleri</i> (Kuhl, 1817)	Mammifères	Chiroptera	Vespertilionidae	60461
<i>Plecotus auritus auritus</i> (Linnaeus, 1758)	Mammifères	Chiroptera	Vespertilionidae	60520
<i>Sorex alpinus</i> Schinz, 1837	Mammifères	Eulipotyphla	Soricidae	60106
<i>Sorex araneus</i> Linnaeus, 1758	Mammifères	Eulipotyphla	Soricidae	60062
<i>Sorex coronatus</i> Millet, 1828	Mammifères	Eulipotyphla	Soricidae	60102
<i>Sorex minutus</i> Linnaeus, 1766	Mammifères	Eulipotyphla	Soricidae	60038
<i>Talpa europaea</i> Linnaeus, 1758	Mammifères	Eulipotyphla	Talpidae	60249

Nom valide	Groupe simplifié	Ordre	Famille	CD_NOM
<i>Lepus europaeus</i> Pallas, 1778	Mammifères	Lagomorpha	Leporidae	61678
<i>Lepus timidus</i> Linnaeus, 1758	Mammifères	Lagomorpha	Leporidae	61699
<i>Arvicola amphibius</i> (Linnaeus, 1758)	Mammifères	Rodentia	Cricetidae	61260
<i>Chionomys nivalis</i> (Martins, 1842)	Mammifères	Rodentia	Cricetidae	61283
<i>Clethrionomys glareolus</i> (Schreber, 1780)	Mammifères	Rodentia	Cricetidae	61290
<i>Eliomys quercinus</i> (Linnaeus, 1766)	Mammifères	Rodentia	Gliridae	61618
<i>Apodemus alpicola</i> Heinrich, 1952	Mammifères	Rodentia	Muridae	61494
<i>Apodemus flavicollis</i> (Melchior, 1834)	Mammifères	Rodentia	Muridae	61498
<i>Marmota marmota marmota</i> (Linnaeus, 1758)	Mammifères	Rodentia	Sciuridae	61145
<i>Sciurus vulgaris</i> Linnaeus, 1758	Mammifères	Rodentia	Sciuridae	61153
<i>Accipiter gentilis</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Accipitriformes	Accipitridae	2891
<i>Accipiter nisus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Accipitriformes	Accipitridae	2895
<i>Aegypius monachus</i> (Linnaeus, 1766)	Oiseaux	Accipitriformes	Accipitridae	2869
<i>Aquila chrysaetos</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Accipitriformes	Accipitridae	2645
<i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Accipitriformes	Accipitridae	2623
<i>Circus gallicus</i> (Gmelin, 1788)	Oiseaux	Accipitriformes	Accipitridae	2873
<i>Circus aeruginosus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Accipitriformes	Accipitridae	2878
<i>Circus cyaneus</i> (Linnaeus, 1766)	Oiseaux	Accipitriformes	Accipitridae	2881
<i>Circus pygargus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Accipitriformes	Accipitridae	2887
<i>Elanus caeruleus</i> (Desfontaines, 1789)	Oiseaux	Accipitriformes	Accipitridae	2836
<i>Gypaetus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Accipitriformes	Accipitridae	2852
<i>Gyps fulvus</i> (Hablizl, 1783)	Oiseaux	Accipitriformes	Accipitridae	2860
<i>Milvus migrans</i> (Boddaert, 1783)	Oiseaux	Accipitriformes	Accipitridae	2840
<i>Milvus milvus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Accipitriformes	Accipitridae	2844
<i>Pernis apivorus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Accipitriformes	Accipitridae	2832
<i>Anas crecca</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Anseriformes	Anatidae	1958
<i>Anas platyrhynchos</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Anseriformes	Anatidae	1966
<i>Aythya fuligula</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Anseriformes	Anatidae	1998
<i>Upupa epops</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Bucerotiformes	Upupidae	3590
<i>Apus apus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Caprimulgiformes	Apodidae	3551
<i>Tachymarptis melba</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Caprimulgiformes	Apodidae	3561
<i>Caprimulgus europaeus</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	3540
<i>Vanellus vanellus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Charadriiformes	Charadriidae	3187
<i>Chroicocephalus ridibundus</i> (Linnaeus, 1766)	Oiseaux	Charadriiformes	Laridae	3283
<i>Larus michahellis</i> Naumann, 1840	Oiseaux	Charadriiformes	Laridae	199374
<i>Actitis hypoleucos</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Charadriiformes	Scolopacidae	2616
<i>Calidris alpina</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Charadriiformes	Scolopacidae	2911
<i>Gallinago gallinago</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Charadriiformes	Scolopacidae	2543
<i>Lymnocyrtus minimus</i> (Brünnich, 1764)	Oiseaux	Charadriiformes	Scolopacidae	2538
<i>Tringa glareola</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Charadriiformes	Scolopacidae	2607
<i>Tringa ochropus</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Charadriiformes	Scolopacidae	2603

Nom valide	Groupe simplifié	Ordre	Famille	CD_NOM
<i>Tringa totanus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Charadriiformes	Scolopacidae	2586
<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	Oiseaux	Columbiformes	Columbidae	3420
<i>Columba oenas</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Columbiformes	Columbidae	3422
<i>Columba palumbus</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Columbiformes	Columbidae	3424
<i>Streptopelia decaocto</i> (Frivaldszky, 1838)	Oiseaux	Columbiformes	Columbidae	3429
<i>Streptopelia turtur</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Columbiformes	Columbidae	3439
<i>Cuculus canorus</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Cuculiformes	Cuculidae	3465
<i>Falco peregrinus</i> Tunstall, 1771	Oiseaux	Falconiformes	Falconidae	2938
<i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Falconiformes	Falconidae	2669
<i>Alectoris graeca</i> (Meisner, 1804)	Oiseaux	Galliformes	Phasianidae	2971
<i>Bonasa bonasia</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Galliformes	Phasianidae	199294
<i>Coturnix coturnix</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Galliformes	Phasianidae	2996
<i>Lagopus muta</i> (Montin, 1776)	Oiseaux	Galliformes	Phasianidae	2951
<i>Lyrurus tetrix</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Galliformes	Phasianidae	2960
<i>Grus grus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Gruiformes	Gruidae	3076
<i>Rallus aquaticus</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Gruiformes	Rallidae	3036
<i>Acrocephalus palustris</i> (Bechstein, 1798)	Oiseaux	Passeriformes	Acrocephalidae	4192
<i>Hippolais icterina</i> (Vieillot, 1817)	Oiseaux	Passeriformes	Acrocephalidae	4212
<i>Aegithalos caudatus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Aegithalidae	4342
<i>Alauda arvensis</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Alaudidae	3676
<i>Certhia familiaris</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Certhiidae	3784
<i>Cinclus cinclus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Cinclidae	3958
<i>Corvus corax</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Corvidae	4510
<i>Corvus corone</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Corvidae	4503
<i>Corvus monedula</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Corvidae	4494
<i>Garrulus glandarius</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Corvidae	4466
<i>Nucifraga caryocatactes</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Corvidae	4480
<i>Pica pica</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Corvidae	4474
<i>Pyrhacorax graculus</i> (Linnaeus, 1766)	Oiseaux	Passeriformes	Corvidae	4485
<i>Pyrhacorax pyrrhacorax</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Corvidae	4488
<i>Emberiza cia</i> Linnaeus, 1766	Oiseaux	Passeriformes	Emberizidae	4663
<i>Emberiza citrinella</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Emberizidae	4657
<i>Emberiza hortulana</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Emberizidae	4665
<i>Acanthis flammea</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Fringillidae	4595
<i>Carduelis carduelis</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Fringillidae	4583
<i>Carduelis citrinella</i> (Pallas, 1764)	Oiseaux	Passeriformes	Fringillidae	4576
<i>Chloris chloris</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Fringillidae	4580
<i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Fringillidae	4564
<i>Fringilla montifringilla</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Fringillidae	4568
<i>Linaria cannabina</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Fringillidae	4588
<i>Loxia curvirostra</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Fringillidae	4603

Nom valide	Groupe simplifié	Ordre	Famille	CD_NOM
<i>Pyrrhula pyrrhula</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Fringillidae	4619
<i>Serinus serinus</i> (Linnaeus, 1766)	Oiseaux	Passeriformes	Fringillidae	4571
<i>Spinus spinus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Fringillidae	4586
<i>Delichon urbicum</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Hirundinidae	3703
<i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Hirundinidae	3696
<i>Ptyonoprogne rupestris</i> (Scopoli, 1769)	Oiseaux	Passeriformes	Hirundinidae	3692
<i>Lanius collurio</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Laniidae	3807
<i>Anthus pratensis</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Motacillidae	3726
<i>Anthus spinoletta</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Motacillidae	3733
<i>Anthus trivialis</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Motacillidae	3723
<i>Motacilla alba alba</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Motacillidae	3943
<i>Motacilla cinerea</i> Tunstall, 1771	Oiseaux	Passeriformes	Motacillidae	3755
<i>Motacilla flava</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Motacillidae	3741
<i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Muscicapidae	4001
<i>Ficedula hypoleuca</i> (Pallas, 1764)	Oiseaux	Passeriformes	Muscicapidae	4330
<i>Monticola saxatilis</i> (Linnaeus, 1766)	Oiseaux	Passeriformes	Muscicapidae	4084
<i>Oenanthe oenanthe</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Muscicapidae	4064
<i>Phoenicurus ochruros</i> (S. G. Gmelin, 1774)	Oiseaux	Passeriformes	Muscicapidae	4035
<i>Phoenicurus phoenicurus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Muscicapidae	4040
<i>Saxicola rubetra</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Muscicapidae	4049
<i>Saxicola rubicola</i> (Linnaeus, 1766)	Oiseaux	Passeriformes	Muscicapidae	199425
<i>Oriolus oriolus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Oriolidae	3803
<i>Cyanistes caeruleus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Paridae	3760
<i>Lophophanes cristatus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Paridae	4361
<i>Parus major</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Paridae	3764
<i>Periparus ater</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Paridae	4367
<i>Poecile montanus</i> (Conrad von Balenstein, 1827)	Oiseaux	Passeriformes	Paridae	4355
<i>Montifringilla nivalis</i> (Linnaeus, 1766)	Oiseaux	Passeriformes	Passeridae	4537
<i>Phylloscopus bonelli</i> (Vieillot, 1819)	Oiseaux	Passeriformes	Phylloscopidae	4269
<i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot, 1817)	Oiseaux	Passeriformes	Phylloscopidae	4280
<i>Phylloscopus trochilus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Phylloscopidae	4289
<i>Prunella collaris</i> (Scopoli, 1769)	Oiseaux	Passeriformes	Prunellidae	3984
<i>Prunella modularis</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Prunellidae	3978
<i>Regulus ignicapilla</i> (Temminck, 1820)	Oiseaux	Passeriformes	Regulidae	4314
<i>Regulus regulus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Regulidae	4308
<i>Sitta europaea</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Sittidae	3774
<i>Tichodroma muraria</i> (Linnaeus, 1766)	Oiseaux	Passeriformes	Sittidae	3780
<i>Sturnus vulgaris</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Sturnidae	4516
<i>Sylvia atricapilla</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Sylviidae	4257
<i>Sylvia borin</i> (Boddaert, 1783)	Oiseaux	Passeriformes	Sylviidae	4254
<i>Sylvia communis</i> Latham, 1787	Oiseaux	Passeriformes	Sylviidae	4252

Nom valide	Groupe simplifié	Ordre	Famille	CD_NOM
<i>Sylvia curruca</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Sylviidae	4247
<i>Troglodytes troglodytes</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Passeriformes	Troglodytidae	3967
<i>Turdus merula</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Turdidae	4117
<i>Turdus philomelos</i> C. L. Brehm, 1831	Oiseaux	Passeriformes	Turdidae	4129
<i>Turdus pilaris</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Turdidae	4127
<i>Turdus torquatus</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Turdidae	4112
<i>Turdus viscivorus</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Passeriformes	Turdidae	4142
<i>Ardea cinerea</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Pelecaniformes	Ardeidae	2506
<i>Phalacrocorax carbo</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	2440
<i>Podiceps nigricollis</i> Brehm, 1831	Oiseaux	Phoenicopteriformes	Podicipedidae	974
<i>Tachybaptus ruficollis</i> (Pallas, 1764)	Oiseaux	Phoenicopteriformes	Podicipedidae	977
<i>Dendrocopos major</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Piciformes	Picidae	3611
<i>Dryocopus martius</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Piciformes	Picidae	3608
<i>Picus viridis</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Piciformes	Picidae	3603
<i>Aegolius funereus</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Strigiformes	Strigidae	3533
<i>Bubo bubo</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Strigiformes	Strigidae	3493
<i>Glaucidium passerinum</i> (Linnaeus, 1758)	Oiseaux	Strigiformes	Strigidae	3507
<i>Strix aluco</i> Linnaeus, 1758	Oiseaux	Strigiformes	Strigidae	3518
<i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758)	Poissons	Cypriniformes	Leuciscidae	67404
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	Poissons	Salmoniformes	Salmonidae	67778
<i>Salvelinus fontinalis</i> (Mitchill, 1814)	Poissons	Salmoniformes	Salmonidae	67817
<i>Salvelinus namaycush</i> (Walbaum, 1792)	Poissons	Salmoniformes	Salmonidae	67819

ANNEXE 6 : HABITATS ET ESPECES DU SITE NATURA 2000 FR8201783 – MASSIF DE LA VANOISE

Types d'habitats présents sur le site et évaluations

Types d'habitats inscrits à l'annexe I					Evaluation du site			
Code	PF	Superficie (ha) (% de couverture)	Grottes (nb)	Qualité des données	A B C D	A B C		
					Représentativité	Superficie relative	Conservation	Evaluation globale
3130 <i>Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des Littorelletea uniflorae et/ou des Isoeto-Nanojuncetea</i>		10 (0,02 %)		P	A	C	B	B
3140 <i>Eaux oligomésotrophes calcaires avec végétation benthique à Chara spp.</i>		540,3 (1 %)		P	A	C	B	B
3220 <i>Rivières alpines avec végétation ripicole herbacée</i>		540,3 (1 %)		P	A	C	A	B
3230 <i>Rivières alpines avec végétation ripicole ligneuse à Myricaria germanica</i>		0,1 (0 %)		P	D			
3240 <i>Rivières alpines avec végétation ripicole ligneuse à Salix elaeagnos</i>		0,1 (0 %)		P	D			
4060 <i>Landes alpines et boréales</i>		1620,9 (3 %)		P	A	C	A	B
4080 <i>Fourrés de Salix spp. subarctiques</i>		540,3 (1 %)		P	A	C	A	B
6150 <i>Pelouses boréo-alpines siliceuses</i>		1000 (1,85 %)		P	A	C	A	B
6170 <i>Pelouses calcaires alpines et subalpines</i>		8644,8 (16 %)		P	A	C	B	B
6230 <i>Formations herbeuses à Nardus, riches en espèces, sur substrats siliceux des zones montagnardes (et des zones submontagnardes de l'Europe continentale)</i>	X	5403 (10,02 %)		P	B	B	B	B
6430 <i>Mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin</i>		540,3 (1 %)		P	A	C	A	B
6520 <i>Prairies de fauche de montagne</i>		540,3 (1 %)		P	A	C	B	B
7110 <i>Tourbières hautes actives</i>	X	540,3 (1 %)		P	A	B	A	A
7220 <i>Sources pétrifiantes avec formation de tuf (Cratoneurion)</i>	X	1 (0 %)		P	D			
7230 <i>Tourbières basses alcalines</i>		540,3 (1 %)		P	A	C	A	B

Types d'habitats inscrits à l'annexe I					Evaluation du site			
Code	PF	Superficie (ha) (% de couverture)	Grottes (nb)	Qualité des données	A B C D	A B C		
					Représentativité	Superficie relative	Conservation	Evaluation globale
7240 <i>Formations pionnières alpines du Caricion bicoloris-atrofuscae</i>	X	100 (0,19 %)		P	A	B	A	A
8110 <i>Eboulis siliceux de l'étage montagnard à nival (Androsacetalia alpinae et Galeopsietalia ladani)</i>		4862,7 (9,02 %)		P	A	B	A	A
8120 <i>Eboulis calcaires et de schistes calcaires des étages montagnard à alpin (Thlaspietalia rotundifolii)</i>		9725,4 (18,03 %)		P	A	A	A	A
8130 <i>Eboulis ouest-méditerranéens et thermophiles</i>		540,3 (1 %)		P	A	C	B	B
8210 <i>Pentes rocheuses calcaires avec végétation chasmophytique</i>		3241,8 (6 %)		P	A	C	A	B
8220 <i>Pentes rocheuses siliceuses avec végétation chasmophytique</i>		3241,8 (6 %)		P	A	C	A	B
8230 <i>Roches siliceuses avec végétation pionnière du Sedo-Scleranthion ou du Sedo albi-Veronicion dillenii</i>		540,3 (1 %)		P	A	C	A	B
8310 <i>Grottes non exploitées par le tourisme</i>		1 (0 %)		P	A	C	B	B
8340 <i>Glaciers permanents</i>		8104,5 (15 %)		P	A	B	A	A
9410 <i>Forêts acidophiles à Picea des étages montagnard à alpin (Vaccinio-Piceetea)</i>		540,3 (1 %)		P	A	C	B	B
9420 <i>Forêts alpines à Larix decidua et/ou Pinus cembra</i>		540,3 (1 %)		P	A	B	B	B
9430 <i>Forêts montagnardes et subalpines à Pinus uncinata (* si sur substrat gypseux ou calcaire)</i>		540,3 (1 %)		P	B	C	B	B

PF : Forme prioritaire de l'habitat.

Qualité des données : G = «Bonne» (données reposant sur des enquêtes, par exemple); M = «Moyenne» (données partielles + extrapolations, par exemple); P = «Médiocre» (estimation approximative, par exemple).

Représentativité : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Significative» ; D = «Présence non significative».

Superficie relative : A = $100 \geq p > 15 \%$; B = $15 \geq p > 2 \%$; C = $2 \geq p > 0 \%$.

Conservation : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Moyenne / réduite».

Evaluation globale : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Significative»

Espèces inscrites à l'annexe II de la directive 92/43/CEE et évaluations

Espèce			Population présente sur le site						Évaluation du site			
Groupe	Code	Nom scientifique	Type	Taille		Unité	Cat.	Qualité des données	A B C D	A B C		
				Min	Max				Pop.	Cons.	Isol.	Glob.
M	1352	Canis lupus	p			i	P	P	C	A	C	B
M	1361	Lynx lynx	p			i	P	P	D			
P	1384	Riccia breidleri	p			i	P	P	C	B	C	C
P	1386	Buxbaumia viridis	p			i	R	P	C	B	C	C
P	1545	Trifolium saxatile	p			i	P	P	A	B	B	A
P	1604	Eryngium alpinum	p			i	P	P	B	B	C	A
P	1689	Dracocephalum austriacum	p			i	P	P	B	B	B	B
P	1902	Cynricedum calceolus	p			i	P	P	C	B	C	B
I	1065	Euphydryas aurinia	p			i	P	P	C	C	B	C

Groupe : A = Amphibiens, B = Oiseaux, F = Poissons, I = Invertébrés, M = Mammifères, P = Plantes, R = Reptiles

Type : p = espèce résidente (sédentaire), r = reproduction (migratrice), c = concentration (migratrice), w = hivernage (migratrice)

Unité : i = individus, p = couples, adults = Adultes matures, area = Superficie en m2, bfemales = Femelles reproductrices, cmales = Mâles chanteurs, colonies = Colonies, fstems = Tiges florales, grids1x1 = Grille 1x1 km, grids10x10 = Grille 10x10 km, grids5x5 = Grille 5x5 km, length = Longueur en km, localities = Stations, logs = Nombre de branches, males = Mâles, shoots = Pousses, stones = Cavités rocheuses, subadults = Sub-adultes, trees = Nombre de troncs, tufts = Touffes

Catégories du point de vue de l'abondance (Cat.) : C = espèce commune, R = espèce rare, V = espèce très rare, P: espèce présente.

Qualité des données : G = «Bonne» (données reposant sur des enquêtes, par exemple); M = «Moyenne» (données partielles + extrapolations, par exemple); P = «Médiocre» (estimation approximative, par exemple); DD = Données insuffisantes

Population : A = $100 \geq p > 15 \%$; B = $15 \geq p > 2 \%$; C = $2 \geq p > 0 \%$; D = Non significative

Conservation : A = «Excellente»; B = «Bonne»; C = «Moyenne / réduite»

Isolement : A = population (presque) isolée; B = population non isolée, mais en marge de son aire de répartition; C = population non isolée dans son aire de répartition élargie

Évaluation globale : A = «Excellente»; B = «Bonne»; C = «Significative»

Autres espèces importantes de faune et de flore

Espèce			Population présente sur le site			Motivation						
Groupe	Code	Nom scientifique	Taille		Unité	Cat.	Annexe Dir. Hab.		Autres catégories			
			Min	Max			IV	V	A	B	C	D
B		Streptopelia turtur	2	21	p	P			X		X	
M		Nyctalus leisler			i	P	X		X			
M		Hypsugo savii			i	P	X		X			

Groupe : A = Amphibiens, B = Oiseaux, F = Poissons, Fu = Champignons, I = Invertébrés, L = Lichens, M = Mammifères, P = Plantes, R = Reptiles

Unité : i = individus, p = couples, adults = Adultes matures, area = Superficie en m2, bfemales = Femelles reproductrices, cmales = Mâles chanteurs, colonies = Colonies, fstems = Tiges florales, grids1x1 = Grille 1x1 km, grids10x10 = Grille 10x10 km, grids5x5 = Grille 5x5 km, length = Longueur en km, localities = Stations, logs = Nombre de branches, males = Mâles, shoots = Pousses, stones = Cavités rocheuses, subadults = Sub-adultes, trees = Nombre de troncs, tufts = Touffes

Catégories du point de vue de l'abondance (Cat.) : C = espèce commune, R = espèce rare, V = espèce très rare, P: espèce présente

Motivation : IV, V : annexe où est inscrite l'espèce (directive «Habitats») ; A : liste rouge nationale ; B : espèce endémique ; C : conventions internationales ; D : autres raisons

ANNEXE 7 : ESPECES DU SITE NATURA 2000 FR8210032 - LA VANOISE

Espèces visées à l'article 4 de la directive 2009/147/CE et évaluations

Espèce			Population présente sur le site						Évaluation du site			
Groupe	Code	Nom scientifique	Type	Taille		Unité	Cat.	Qualité des données	A B C D	A B C		
				Min	Max		C R V P		Pop.	Cons.	Isol.	Glob.
B	A215	Bubo bubo	p			p	V	DD	D			
B	A217	Glaucidium passerinum	p			p	V	DD	D			
B	A223	Aegolius funereus	p			p	R	P	C	B	C	C
B	A236	Dryocopus martius	p			p	R	P	C	B	C	C
B	A338	Lanius collurio	r			i	P	M	D			
B	A346	Pyrrhocorax pyrrhocorax	p			p	P	M	C	B	C	B
B	A408	Lagopus mutus helveticus	p			p	C	P	B	C	C	B
B	A409	Tetrao tetrix tetrix	p			p	P	DD	D			
B	A412	Alectoris graeca saxatilis	r			p	P	DD	B	B	C	B
B	A072	Pernis apivorus	r			p	C	DD	D			
B	A073	Milvus migrans	r			p	P	DD	D			
B	A076	Gypaetus barbatus	p	5	5	p	V	G	B	B	C	B
B	A078	Gyps fulvus	c	0	18	i	P	P	C	B	C	C
B	A079	Aegypius monachus	p	0	1	p	V	DD	D			
B	A080	Circus gallicus	r			p	R	DD	D			
B	A091	Aquila chrysaetos	p			p	C	P	B	B	C	B
B	A103	Falco peregrinus	p			p	R	P	C	B	C	B
B	A104	Bonasa bonasia	r			p	P	M	D			

Groupe : A = Amphibiens, B = Oiseaux, F = Poissons, I = Invertébrés, M = Mammifères, P = Plantes, R = Reptiles

Type : p = espèce résidente (sédentaire), r = reproduction (migratrice), c = concentration (migratrice), w = hivernage (migratrice)

Unité : i = individus, p = couples, adults = Adultes matures, area = Superficie en m2, bfemales = Femelles reproductrices, cmales = Mâles chanteurs, colonies = Colonies, fstems = Tiges florales, grids1x1 = Grille 1x1 km, grids10x10 = Grille 10x10 km, grids5x5 = Grille 5x5 km, length = Longueur en km, localities = Stations, logs = Nombre de branches, males = Mâles, shoots = Pousses, stones = Cavités rocheuses, subadults = Sub-adultes, trees = Nombre de troncs, tufts = Touffes

Catégories du point de vue de l'abondance (Cat.) : C = espèce commune, R = espèce rare, V = espèce très rare, P: espèce présente.

Qualité des données : G = «Bonne» (données reposant sur des enquêtes, par exemple); M = «Moyenne» (données partielles + extrapolations, par exemple); P = «Médiocre» (estimation approximative, par exemple); DD = Données insuffisantes

Population : A = $100 \geq p > 15 \%$; B = $15 \geq p > 2 \%$; C = $2 \geq p > 0 \%$; D = Non significative

Conservation : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Moyenne / réduite»

Isolement : A = population (presque) isolée ; B = population non isolée, mais en marge de son aire de répartition ; C = population non isolée dans son aire de répartition élargie

Evaluation globale : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Significative»

Autres espèces importantes de faune et de flore

Espèce			Population présente sur le site				Motivation					
Groupe	Code	Nom scientifique	Taille		Unité	Cat.	Annexe Dir. Hab.		Autres catégories			
			Min	Max			IV	V	A	B	C	D
B		Buteo buteo	5	10	p	P						X
B		Falco tinnunculus	20	50	p	P						X
B		Accipiter gentilis	1	1	p	P						X
B		Accipiter nisus	10	50	p	P						X
B		Streptopelia turtur	2	20	p	P			X		X	
B		Strix aluco			i	R			X			
B		Apus melba			i	P						X
B		Ptyonoprogne rupestris			i	P			X		X	
B		Anthus spinoletta			i	C			X		X	
B		Tichodroma muraria			i	P			X		X	
B		Cinclus cinclus			i	P			X		X	
B		Prunella collaris			i	C			X		X	
B		Saxicola rubetra			p	R			X		X	
B		Oenanthe oenanthe			i	C			X		X	
B		Monticola saxatilis	5	10	p	P						X
B		Turdus torquatus			i	P						X
B		Acrocephalus palustris			p	R			X		X	
B		Phylloscopus bonelli			p	R			X		X	
B		Nucifraga caryocatactes			i	P			X		X	
B		Pyrrhonorax graculus			i	C			X		X	
B		Montifringilla nivalis			i	C			X		X	
B		Serinus citrinella			i	P						X

Espèce			Population présente sur le site				Motivation					
Groupe	Code	Nom scientifique	Taille		Unité	Cat.	Annexe Dir. Hab.		Autres catégories			
			Min	Max			IV	V	A	B	C	D
B		Carduelis spinus			i	P			X		X	
B		Carduelis flammea			i	P			X		X	
B		Emberiza citrinella			i	R			X		X	
B		Emberiza cia			p	R			X		X	

Groupe : A = Amphibiens, B = Oiseaux, F = Poissons, Fu = Champignons, I = Invertébrés, L = Lichens, M = Mammifères, P = Plantes, R = Reptiles

Unité : i = individus, p = couples, adults = Adultes matures, area = Superficie en m2, bfemales = Femelles reproductrices, cmales = Mâles chanteurs, colonies = Colonies, fstems = Tiges florales, grids1x1 = Grille 1x1 km, grids10x10 = Grille 10x10 km, grids5x5 = Grille 5x5 km, length = Longueur en km, localities = Stations, logs = Nombre de branches, males = Mâles, shoots = Pousses, stones = Cavités rocheuses, subadults = Sub-adultes, trees = Nombre de troncs, tufts = Touffes

Catégories du point de vue de l'abondance (Cat.) : C = espèce commune, R = espèce rare, V = espèce très rare, P: espèce présente

Motivation : IV, V : annexe où est inscrite l'espèce (directive «Habitats») ; A : liste rouge nationale ; B : espèce endémique ; C : conventions internationales ; D : autres raisons

ANNEXE 8 : LISTE DES ESPECES INVENTORIEES EN 2024

Règne	Classe	Ordre	Nom scientifique	CD REF	Nom vernaculaire	Nb d'observation	Date
Animalia	Arachnides	Araignées	Agyneta gulosa (L. Koch, 1869)	806881		2	28/08/2024
Animalia	Arachnides	Araignées	Agyneta nigripes (Simon, 1884)	806884		1	28/08/2024
Animalia	Arachnides	Araignées	Diplocephalus helleri (L. Koch, 1869)	233528		1	28/08/2024
Animalia	Arachnides	Araignées	Entelecara errata O. Pickard-Cambridge, 1913	303235		1	28/08/2024
Animalia	Arachnides	Araignées	Erigone remota L. Koch, 1869	233559		1	28/08/2024
Animalia	Arachnides	Araignées	Pardosa Koch, 1847	195830		3	28/08/2024
Animalia	Arachnides	Araignées	Pardosa nigra (C.L. Koch, 1834)	303984		4	28/08/2024
Animalia	Arachnides	Opilions	Mitopus glacialis (Heer, 1845)	337313		1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Autres	Stenophylax sequax (McLachlan, 1875)	935420		1	29/08/2024
Animalia	Insectes	Coléoptères	Bembidion bipunctatum bipunctatum (Linnaeus, 1761)	795403		1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Coléoptères	Carabidae Latreille, 1802	184615		1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Coléoptères	Nebria angusticollis angusticollis (Bonelli, 1810)	795359		1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Diptères	Diptera Linnaeus, 1758	184803	Mouches, Moustiques, Cousins	1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Diptères	Eristalis tenax (Linnaeus, 1758)	23915	Eristale gluante, Mouche pourceau	2	28/08/2024
Animalia	Insectes	Diptères	Scaeva selenitica (Meigen, 1822)	23156		1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Diptères	Syrphidae Latreille, 1802	184888	Syrphes	2	28/08/2024
Animalia	Insectes	Hyménoptères	Bombus alpinus (Linnaeus, 1758)	239526	Bourdon alpin	5	28/08/2024
Animalia	Insectes	Hyménoptères	Bombus Latreille, 1802	189947		1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Hyménoptères	Bombus monticola Smith, 1849	239544	Bourdon montagnard	1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Aglais urticae (Linnaeus, 1758)	53754	Petite Tortue (La), Vanesse de l'Ortie (La), Petit-Renard (Le)	5	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Agrotis ipsilon (Hufnagel, 1766)	249200	Noctuelle baignée (La)	1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Alcis repandata (Linnaeus, 1758)	248880	Boarmie recourbée (La)	1	26/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Apamea lateritia (Hufnagel, 1766)	249392	Abromiade latéritique (L')	1	26/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Aplocera praeformata (Hübner, 1826)	248537	Rayure montagnarde (La)	1	26/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Catharia pyrenaeealis (Duponchel, 1843)	248196		4	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Chloroclysta miata (Linnaeus, 1758)	248570	Cidarie fasciée (La)	1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Dysstroma citrata (Linnaeus, 1761)	248568	Cidarie de la Myrtille (La)	2	26/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Eana argentana (Clerck, 1759)	247659		1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Eana osseana (Scopoli, 1763)	247658		1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Eana penziana (Thunberg, 1791)	247670		1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Entephria flavicinctata (Hübner, 1813)	248701	Entéphrie ceinture-jaune (L')	1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Entephria nobiliaria (Herrich-Schäffer, 1852)	248699	Entéphrie du Saxifrage (L')	1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Erebia pluto (Prunner, 1798)	647144	Moiré velouté (Le), Moiré des glaciers (Le)	2	29/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Hyles gallii (Rottemburg, 1775)	54847	Sphinx de la Garance (Le)	1	29/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Lepidoptera Linnaeus, 1758	185214	Papillons	2	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Leucania loreyi (Duponchel, 1827)	249569	Leucanie irisée (La)	1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Mesapamea secalis (Linnaeus, 1758)	249344	Hiéroglyphe (L')	1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Mesotype verberata (Scopoli, 1763)	248729	Larentie rupestre (La)	1	26/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Mythimna vitellina (Hübner, 1808)	249551	Leucanie vitelline (La)	1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Nomophila noctuella (Denis & Schiffermüller, 1775)	248088	Nomophile	3	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Pieridae Swainson, 1820	714314	Piérides	1	29/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Pontia callidice (Hübner, 1800)	54366	Piéride du Vêlar (La), Veiné-de-vert (Le), Piéride callidice (La), Piéride preste (La)	1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Psodos alticolaria Mann, 1853	918956	Psodos des sommets (La)	2	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Sciadia unicoloraria (Staudinger, 1871)	931370	Gnophos concolore (La), Gnophos monochrome (La)	1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Sphaleroptera occidentana Whitebread, 2006	814552		7	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Stenoptilia islandica (Staudinger, 1857)	701545		1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Udea ferrugalis (Hübner, 1796)	248172	Botys ferrugineux	1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Udea muralis (Fischer von Röslerstamm, 1842)	248191	Botys cendré	1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Xestia c-nigrum (Linnaeus, 1758)	249219	C-noir (Le)	1	28/08/2024
Animalia	Insectes	Lépidoptères	Zeiraphera griseana (Hübner, 1799)	247328		2	28/08/2024
Animalia	Oiseaux	Autres	Corvus corax Linnaeus, 1758	4510	Grand corbeau	1	28/08/2024
Animalia	Oiseaux	Autres	Lagopus muta (Montin, 1776)	459629	Lagopède alpin	8	19/06/2024
Animalia	Oiseaux	Autres	Montifringilla nivalis (Linnaeus, 1766)	4537	Niverolle alpine, Niverolle des Alpes	1	28/08/2024
Animalia	Oiseaux	Autres	Motacilla alba Linnaeus, 1758	3941	Bergeronnette grise	3	28/08/2024
Animalia	Oiseaux	Autres	Phoenicurus ochruros (S. G. Gmelin, 1774)	4035	Rougequeue noir	1	19/06/2024
Animalia	Oiseaux	Autres	Pyrrhocorax graculus (Linnaeus, 1766)	4485	Chocard à bec jaune	4	14/03/2024
Animalia	Oiseaux	Autres	Pyrrhocorax pyrrhocorax (Linnaeus, 1758)	4488	Crave à bec rouge	3	19/06/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Arabis alpina L., 1753	83279	Arabette des Alpes, Corbeille d'argent	2	28/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Arabis bellidifolia Crantz, 1762	83286	Arabette à feuilles de pâquerette, Arabette naine	1	28/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Arabis caerulea (All.) Haenke, 1789	83296	Arabette bleuâtre, Arabette bleue	2	28/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Arabis collina Ten., 1815	83306	Arabette des collines, Arabette des murailles	1	29/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Artemisia genipi Weber, 1775	83973	Armoise génépi, Génépi vrai, Génépi noir	1	28/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Campanula cenisia L., 1763	87618	Campanule du mont Cenis	1	28/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Campanula cochleariifolia Lam., 1785	87622	Campanule à feuilles de cranson, Campanule à feuilles de cochléaire, Campanule à feuilles de raifort	2	28/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Cerastium latifolium L., 1753	90042	Céraiste à feuilles larges, Céraiste à larges feuilles	3	28/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Chamaenerion angustifolium (L.) Scop., 1771	90483	Epilobe à feuilles étroites, Epilobe en épi, Laurier de saint Antoine	1	29/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Festuca alpina Suter, 1802	98054	Fétuque des Alpes	1	29/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Galium anisophyllum Vill., 1779	99372	Gailllet à feuilles inégales	1	29/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Herniaria alpina Chaix, 1785	101394	Herniaire des Alpes	1	28/08/2024

Règne	Classe	Ordre	Nom scientifique	CD REF	Nom vernaculaire	Nb d'observation	Date
Plantae	Angiospermes	Autres	Leontopodium nivale (Ten.) A.L.P.Huet ex Hand.-Mazz., 1927	611031	Edelweiss des neiges	1	29/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Linaria alpina (L.) Mill., 1768	106144	Linaire des Alpes	2	28/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Poa alpina L., 1753	114105	Pâturin des Alpes	2	28/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Sabulina verna (L.) Rchb., 1832	119754	Minuartie printanière, Sabline printanière, Alsine printanière, Minuartie du printemps	2	28/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Sagina glabra (Willd.) Fenzl, 1833	119798	Sagine glabre	1	28/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Salix foetida Schleich. ex DC., 1805	120037	Saule fétide	1	29/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Salix hastata L., 1753	120052	Saule hasté, Saule hastifolié, Saule à feuilles hastées	1	29/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Salix reticulata L., 1753	120193	Saule réticulé, Saule à réseau, Saule à feuilles réticulées	2	28/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Salix retusa L., 1759	120195	Saule tronqué, Saule à feuilles émoussées, Saule à feuilles tronquées	1	28/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Saxifraga aizoides L., 1753	120965	Saxifrage faux aizoon, Saxifrage cilié, Faux aizoon	2	28/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Saxifraga exarata Vill., 1779	121047	Saxifrage sillonnée, Saxifrage faux orpin	2	28/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Saxifraga oppositifolia L., 1753	121132	Saxifrage à feuilles opposées, Saxifrage glanduleuse	2	28/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Sedum atratum L., 1763	122124	Orpin noirâtre	2	28/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Silene acaulis (L.) Jacq., 1762	123374	Silène acaule	2	28/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Tussilago farfara L., 1753	128042	Tussilage pas-d'âne, Tussilage, Pas-d'âne, Herbe de Saint-Quirin	2	28/08/2024
Plantae	Angiospermes	Autres	Veronica alpina L., 1753	128789	Véronique des Alpes	2	28/08/2024
Plantae	Hépatiques et Anthocérotes	Autres	Mesoptychia badensis (Gottsche ex Rabenh.) L.Söderstr. & Váňa, 2012	786447		1	29/08/2024
Plantae	Mousses	Autres	Aongstroemia grevilleana (Brid.) Müll.Hal., 1848	1036886		2	29/08/2024
Plantae	Mousses	Autres	Aongstroemia schreberiana (Hedw.) Bonfim Santos & Fedosov, 2023	1036888		1	28/08/2024
Plantae	Mousses	Autres	Barbula unguiculata Hedw., 1801	5266		1	28/08/2024
Plantae	Mousses	Autres	Blindia acuta (Hedw.) Bruch & Schimp., 1846	5600		3	28/08/2024
Plantae	Mousses	Autres	Bryum argenteum Hedw., 1801	5715		5	28/08/2024
Plantae	Mousses	Autres	Calcidicranella varia (Hedw.) Bonfim Santos, Fedosov & Jan Kučera, 2023	1036884		3	28/08/2024
Plantae	Mousses	Autres	Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid., 1826	4802		1	28/08/2024
Plantae	Mousses	Autres	Didymodon fallax (Hedw.) R.H.Zander, 1978	5279		4	28/08/2024
Plantae	Mousses	Autres	Distichium capillaceum (Hedw.) Bruch & Schimp., 1846	4808		1	28/08/2024
Plantae	Mousses	Autres	Distichium inclinatum (Hedw.) Bruch & Schimp., 1846	4809		2	28/08/2024
Plantae	Mousses	Autres	Oncophorus integerrimus Hedenäs, 2017	886248		1	28/08/2024
Plantae	Mousses	Autres	Pohlia cruda (Hedw.) Lindb., 1879	4887		1	29/08/2024
Plantae	Mousses	Autres	Pohlia wahlenbergii (F.Weber & D.Mohr) A.L.Andrews, 1935	4906		6	28/08/2024
Plantae	Mousses	Autres	Ptychostomum pseudotriquetrum (Hedw.) J.R.Spence & H.P.Ramsay ex Holyoak & N.Pedersen, 2007	770929		4	28/08/2024
Plantae	Mousses	Autres	Streblotrichum convolutum var. convolutum (Hedw.) P.Beauv., 1805	786528		1	29/08/2024
Plantae	Mousses	Autres	Tortella tortuosa (Hedw.) Limpr., 1888	5350		3	28/08/2024
Plantae	Mousses	Autres	Tortula subulata Hedw., 1801	5243		1	28/08/2024