

**PLAN LOCAL D'URBANISME
DE CHAMROUSSE**

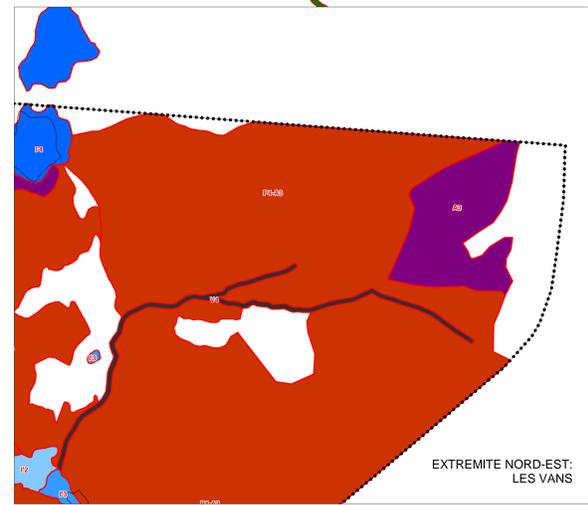
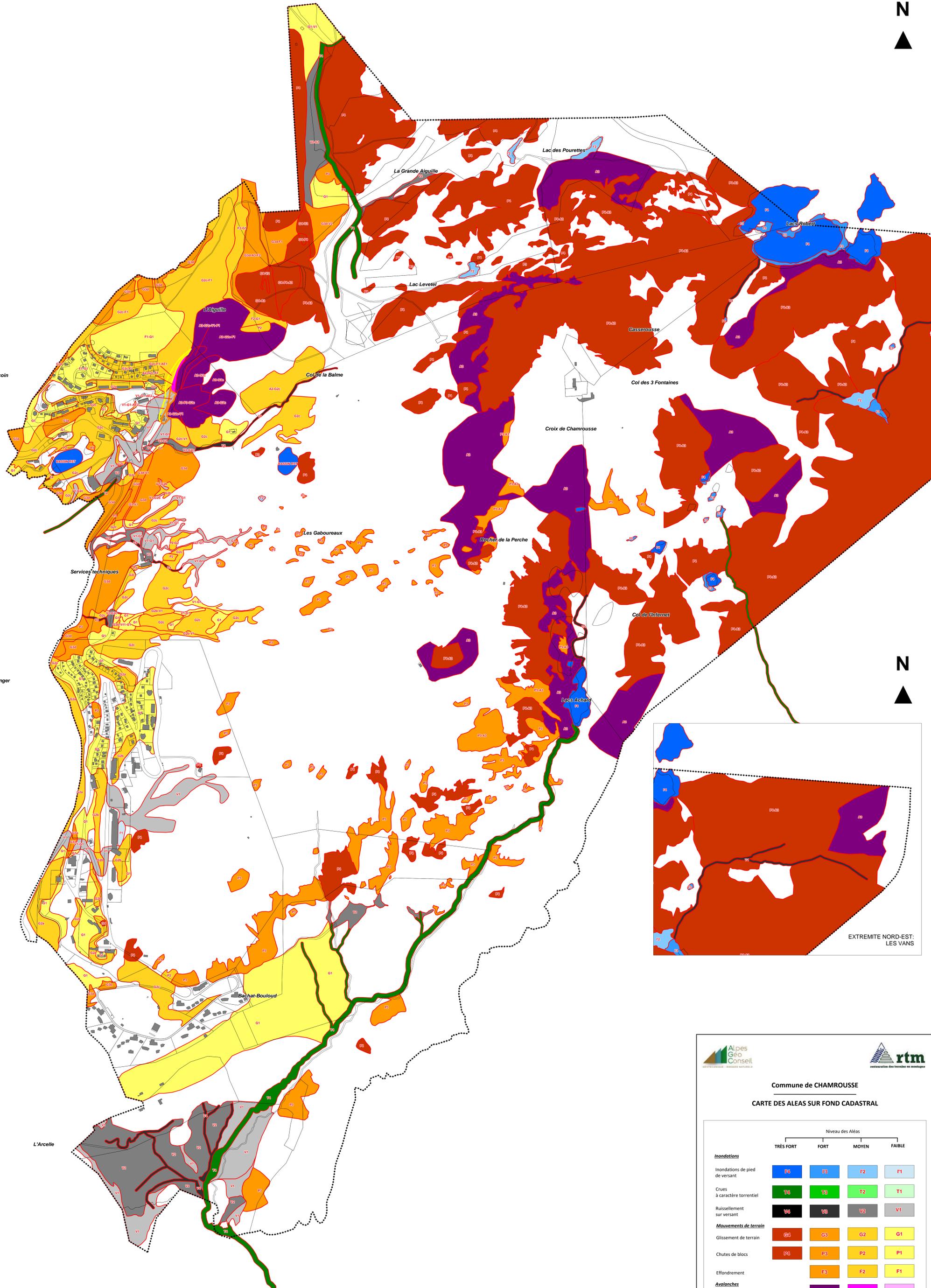


ANNEXES DU DIAGNOSTIC TERRITORIAL

**5 - CARTE ALÉAS- DÉCEMBRE 2018
MISE À JOUR JUILLET 2019**

Dossier d'approbation par
le Conseil Municipal en
date du 25 Novembre
2019

Le Maire
Philippe CORDON



Alpes Géo Conseil  

Commune de CHAMROUSSE

CARTE DES ALEAS SUR FOND CADASTRAL

	Niveau des Aleas			
	TRÈS FORT	FORT	MOYEN	FAIBLE
Inondations				
Inondations de pied de versant	I3	I3	I2	I1
Crues à caractère torrentiel	T3	T3	T2	T1
Ruissellement sur versant	V3	V3	V2	V1
Mouvements de terrain				
Glissement de terrain	G3	G3	G2	G1
Chutes de blocs	P3	P3	P2	P1
Effondrement		F3	F2	F1
Avalanches				
Aleá centennal		A3	A2	A1
Aleá exceptionnel			AE2	AE1

Edition 25/07/2019
Version v4.0

Réalisation : Alpes-Géo-Conseil
Dossier n° 2720.17

Echelle 1/5000

CARTE DES ALEAS

CHAMROUSSE

Rapport de présentation

Version v.3 du 25/07/2019

Maître d'ouvrage
Commune de CHAMROUSSE

Réalisation



Identification du document

Dossier	Carte des aléas de CHAMROUSSE	
Référence du dossier	2720.16	
Réalisation	ALPES-GEO-CONSEIL	St-Philibert, 73670 St-Pierre-d'Entremont postmaster@alpesgeoconseil.com
Chargé d'études	Vanessa Defourneaux	vdefourneaux@alpesgeoconseil.com
Validation technique	Nicolas Ducastel	nducastel@alpesgeoconseil.com
Assistant Maître d'ouvrage	ONF/RTM	olivier.newinger@onf.fr
Maître d'ouvrage	Commune de CHAMROUSSE	

Versions

Version du rapport	Date	Version de la carte correspondante	Auteur	Vérification	Modifications
V1	23/02/2018	V1	VD	VD	Version soumise à relecture du RTM
V1.2	12/03/2018	V1.2	VD	ON	Remarques et corrections du RTM
V2	21/12/2018	V3	VD	ON	Prise en compte des études complémentaires réalisées en 2018 : SAGE -2018. Etude globale de stabilité des terrains. Secteur du Recoin. Station de Chamrousse. RP 8432. TORAVAL-2018. Etude des risques d'avalanche sur le quartier du Recoin. Commune de Chamrousse, Isère.
V3	25/07/2019	V4	VD	ON	Prise en compte des réserves de la DDT sur le dossier PLUI concernant la carte des aléas : - Plans d'eau à ne pas classer en aléa d'inondation de plaine - Spécification de la grille de caractérisation des aléas de ruissellement. - Ajout de la définition de l'aléa torrentiel

Diffusion

Destinataire	Support	Pointage	Nombre d'exemplaires
Commune	Papier		1
Commune	Numérique		-
RTM	Numérique		1
Bureau d'urbanisme	Numérique		-

SOMMAIRE

1.	<u>PREAMBULE</u>	<u>7</u>
1.1.	AVERTISSEMENT	7
1.1.1.	Responsabilités du bureau d'études	7
1.1.2.	Documents de références	7
1.2.	CONTENU DU DOSSIER	7
1.3.	CONTEXTE DE L'ETUDE.....	7
1.3.1.	Objet de l'étude.....	7
1.3.2.	Périmètre d'étude et aléas concernés.....	8
2.	<u>PRESENTATION GENERALE</u>	<u>10</u>
2.1.	CADRE GEOGRAPHIQUE GENERAL	10
2.1.1.	Situation géographique de la commune	10
2.1.2.	Conditions géologiques.....	11
2.2.	PRECIPITATIONS	12
2.2.1.	Précipitations journalières pour les périodes de retour décennales et centennales.....	12
2.2.2.	Précipitations exceptionnelles	12
2.2.1.	Chutes de neige sur 24 heures	13
2.2.2.	Chutes de neige sur 3 jours	13
3.	<u>METHODOLOGIE DE RECENSEMENT DES PHENOMENES.....</u>	<u>14</u>
3.1.	SOURCES DES DONNEES SUR LES PHENOMENES HISTORIQUES ET ACTUELS	14
3.1.1.	Principales sources des observations hydro-géomorphologiques	14
3.1.2.	Principales sources des informations historiques figurées dans la carte des phénomènes et dans les explications fournies par secteur	14
3.1.3.	Autres services consultés.....	14
4.	<u>METHODOLOGIE DE QUALIFICATION DES ALEAS</u>	<u>15</u>
4.1.	PRINCIPES GENERAUX.....	15
4.1.1.	Notion d'aléa	15
4.1.2.	Notion d'intensité et de fréquence	15
4.1.3.	Prise en compte des ouvrages de protection	15
4.2.	REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE	16
4.2.1.	Fond cartographique de référence.....	16
4.2.2.	Qualification et niveaux des aléas.....	16
4.3.	LES INONDATIONS DE PIED DE VERSANT	17
4.3.1.	Définition.....	20
4.3.2.	Principe de qualification de l'aléa	20

4.4.	LE RUISSELLEMENT DE VERSANT	20
4.4.1.	Définition.....	20
4.4.2.	Principe de qualification de l'aléa	20
4.5.	LES GLISSEMENTS DE TERRAIN.....	21
4.5.1.	Définition.....	21
4.5.2.	Principe de qualification de l'aléa	21
4.6.	LES CHUTES DE PIERRES ET DE BLOCS	22
4.6.1.	Définition.....	22
4.6.2.	Principes de qualification de l'aléa.....	22
4.6.3.	Prise en compte des ouvrages de protection pare-blocs	24
4.7.	LES EFFONDREMENTS	24
4.7.4.	Définition.....	24
4.7.5.	Principes de qualification de l'aléa.....	24
4.8.	LES AVALANCHES.....	25
4.8.4.	Définition.....	25
4.8.5.	Principes de qualification de l'aléa.....	25
5.	<u>ANALYSE PAR SECTEUR</u>	27
5.1.	SECTEUR I : LE RECOIN	28
5.1.1.	Descriptif général du site	28
5.1.2.	Ruissellement [V].....	28
5.1.3.	Crues torrentielles [T]	29
5.1.4.	Glissement de terrain [G].....	29
5.1.5.	Effondrement [F]	30
5.1.6.	Chutes de blocs [P]	31
5.1.7.	Avalanches [A].....	31
5.2.	SECTEUR II : ROCHE BERANGER, BACHAT-BOULLOUD ET L'ARSELLE	34
7.2.1.	Descriptif général du site	34
7.2.2.	Ruissellement [V].....	34
7.2.3.	Crues torrentielles [T]	35
7.2.4.	Glissement de terrain [G].....	35
7.2.5.	Chutes de blocs [P]	35
5.3.	SECTEUR III : DOMAINE SKIABLE	36
7.3.1.	Descriptif général du site	36
7.3.2.	Glissement de terrain [G].....	36
7.3.3.	Chutes de blocs [P]	36
7.3.4.	Avalanches [A].....	36
5.4.	SECTEUR IV : COMBE DU TELESIEGE DE CASSE ROUSSE.....	37
7.4.1.	Descriptif général du site	37
7.4.2.	Ruissellement [V].....	37

7.4.3.	Glissement de terrain [G].....	37
7.4.4.	Effondrement [F]	38
7.4.5.	Chutes de blocs [P]	38
7.4.6.	Avalanches [A].....	38
5.5.	SECTEUR V : VALLON DU LAC ACHARD, VALLONS DES LACS ROBERT, LES VANS.....	39
7.5.1.	Descriptif général du site.....	39
7.5.2.	Inondation de plaine [I]	39
7.5.3.	Crues torrentielles [T].....	39
7.5.4.	Chutes de blocs [P]	39
7.5.5.	Avalanches [A].....	39
8.	<u>SISMICITE</u>	40
8.1.	REGLEMENTATION PARASISMIQUE GENERALE.....	40
8.2.	NIVEAU DE SISMICITE DE LA COMMUNE.....	40
9.	<u>BIBLIOGRAPHIE - SOURCES DE DONNEES</u>	41
10.	<u>GLOSSAIRE</u>	42
11.	<u>ANNEXES</u>	44
11.1.	CARTES INFORMATIVES DIVERSES ANNEXEES EN FIN DE RAPPORT	44
11.1.1.	Carte de situation générale de la commune.....	45
3.1.1.	Carte de Localisation des Phénomènes Avalancheux (CLPA) réalisée par l'IRSTEA – édition 2016 (www.avalanches.fr) 46	
3.1.2.	Plan des pistes et des remontées mécaniques de la station de Chamrousse - Hiver 2017-2018 (source: www.chamrousse.com).....	47
3.1.3.	Plan d'Intervention pour le Déclenchement Préventif des Avalanches (PIDA) - mise à jour de janvier 2015: pentes et couloir concernés	48
3.1.4.	Carte géologique (extrait de la carte BRGM).....	49
3.1.5.	Carte des phénomènes	50

1. PREAMBULE

1.1. AVERTISSEMENT

1.1.1. Responsabilités du bureau d'études

Ce rapport, ses annexes et les cartes qui l'accompagnent constituent un ensemble indissociable.

La mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle, sans l'accord écrit d'Alpes-Géo-Conseil, ne saurait engager la responsabilité de la société ou de ses collaborateurs.

L'utilisation des informations contenues dans ce rapport, ses annexes ou les cartes qui l'accompagnent en dehors de leur strict domaine d'application ne saurait engager la responsabilité d'Alpes-Géo-Conseil.

L'utilisation des cartes, ou des données numériques géographiques correspondantes, à une échelle différente de leur échelle nominale ou leur report sur des fonds cartographiques différents de ceux utilisés pour l'établissement des cartographies originales relève de la seule responsabilité de l'utilisateur.

Alpes-Géo-Conseil ne peut être tenu pour responsable des modifications apportées à ce rapport, à ses annexes ou aux cartes qui l'accompagnent sans un accord écrit préalable de la société.

Alpes-Géo-Conseil ne peut être tenu pour responsable des décisions prises en application de ses préconisations ou des conséquences du non-respect ou d'une interprétation erronée de ses recommandations.

1.1.2 Documents de références

L'attention est portée sur le fait que **la carte des aléas doit être lue sur le fond et à l'échelle nominaux:**

- Echelle nominale de la carte des aléas: 1/5000
- Référentiel de la carte des aléas: cadastre DGI.

1.2. CONTENU DU DOSSIER

La présente étude est composée des éléments indissociables suivants :

Document	Support	Finalité
Carte des phénomènes	Fond topographique	Recensement et localisation des principaux événements qui se sont produits historiquement
Carte des aléas	Echelle 1/5000 Fond cadastral	Cartographie des aléas en 3 niveaux selon leur intensité et leur fréquence
Rapport de présentation	Présent document	Analyse des phénomènes et justification du classement des aléas

1.3. CONTEXTE DE L'ETUDE

Dans le cadre de la mise à jour du Plan Local d'Urbanisme, qui a pour obligation prendre en compte les risques naturels (loi SRU n° 2000-1208 du 13 décembre 2000), la commune de CHAMROUSSE a confié au bureau d'étude Alpes-Géo-Conseil la réalisation de la présente carte des aléas.

1.3.1. Objet de l'étude

L'objectif est de réaliser une carte des différents aléas pouvant survenir pour une occurrence centennale, et d'en déterminer l'intensité selon les niveaux définis par des grilles de critères établis par les services de la Mission Interservices des Risques Naturels (MIRNAT) en Isère.

Cette cartographie des aléas repose essentiellement sur une analyse à dire d'expert, dont la démarche se fonde sur:

- un recensement des événements historiques effectué en dépouillant les archives et en interrogeant des personnes locales ;
- une analyse de la dynamique des cours d'eau et du fonctionnement des crues à partir des observations effectuées sur le terrain ;
- et concernant les mouvements de terrain, l'interprétation des indices visuels d'instabilité.

1.3.2. Périmètre d'étude et aléas concernés

Cette étude concerne l'intégralité du territoire communal.

Les phénomènes pris en compte dans la présente étude sont ceux définis par la MIRNAT (version octobre 2016) dans le tableau suivant.

Définition du phénomène (version octobre 2016 – DDT Isère)		
Inondation de plaine	I	Inondation à montée lente des eaux, permettant de prévoir et d'annoncer la submersion des terrains et donc de disposer de temps pour prendre des mesures efficaces de réduction des conséquences de l'inondation (ordre de grandeur de 12h souhaitable). La vitesse du courant reste souvent faible, mais peut-être localement élevée, voire très élevée. Les vallées de l'Isère et du Rhône relèvent de ce type. A ce phénomène, sont rattachées du fait de temps de réaction disponibles également importants: <ul style="list-style-type: none"> - les inondations par remontée de nappe de secteurs communiquant avec le réseau hydrographique et contribuant ainsi aux crues de ce dernier; - les inondations par refoulement de rivières à crue lente dans leurs affluents ou les réseaux.
Crue rapide des rivières	C	Inondation pour laquelle l'intervalle de temps entre le début de la pluie et le débordement ne permet pas d'alerter de façon efficace les populations. Les bassins versants de taille petite et moyenne sont concernés par ce type de crue dans leur partie ne présentant pas un caractère torrentiel dû à la pente ou à un fort transport de matériaux solides.
Inondation de pied de versant	I'	Submersion par accumulation et stagnation d'eau sans apport de matériaux solides dans une dépression de terrain ou à l'amont d'un obstacle, sans communication avec le réseau hydrographique. L'eau provient d'un ruissellement sur versant ou d'une remontée de nappe.
Crue des torrents et des ruisseaux torrentiels	T	Crue d'un cours d'eau à forte pente (plus de 5%), à caractère brutal, qui s'accompagne fréquemment d'un important transport de matériaux solides (plus de 10% du débit liquide), de fortes érosions des berges et de divagation possible du lit sur le cône torrentiel. Cas également des parties des cours d'eau de pente moyenne (avec un minimum de 1%) lorsque le transport solide reste important et que les phénomènes d'érosion ou de divagation sont comparables à ceux des torrents. Les laves torrentielles sont rattachées à ce type d'aléa.
Ruissellement	V	Divagation des eaux météoriques en dehors du réseau hydrographique (y compris fossés de route à forte pente) suite à de fortes précipitations. Ce phénomène peut provoquer l'apparition d'érosions localisées (ravinement). Débordements des fossés conduisant à des épandages sur versant.
Glissement de terrain	G	Mouvement d'une masse de terrain d'épaisseur variable le long d'une surface de rupture. L'ampleur du mouvement, sa vitesse et le volume de matériaux mobilisés sont éminemment variables : glissement affectant un versant sur plusieurs mètres (voire plusieurs dizaines de mètres) d'épaisseur, coulée boueuse, fluage d'une pellicule superficielle.
Chutes de pierres et de blocs	P	Chute d'éléments rocheux d'un volume unitaire compris entre quelques centimètres cubes et quelques mètres cubes. Le volume total mobilisé lors d'un épisode donné est inférieur à une centaine de mètres cubes. Au-delà, on parle d'écroulements en masse, pris en compte seulement lorsqu'ils sont facilement prévisibles.
Affaissement, effondrement	F	Évolution de cavités souterraines d'origine naturelle (karst) et anthropique (carrière) avec des manifestations en surface lentes et progressives (affaissement) ou rapides et brutales (effondrement). Celles d'origine minière ne relèvent pas du code de l'Environnement (code Minier), mais peuvent y être signalées pour information.
Suffosion	F	Entraînement, par des circulations d'eau souterraines, de particules fines (argiles, limons) dans les terrains meubles constitués aussi de sables et de graviers, provoquant des tassements superficiels voire des effondrements.
Avalanche	A	Déplacement gravitaire (sous l'effet de son propre poids), rapide, d'une masse de neige sur un sol en pente, provoqué par une rupture dans le manteau neigeux.

La précision du zonage ne saurait excéder celle du fond utilisé. Par ailleurs, il est fait application du "Principe de précaution" (défini à l'article L110-1 du Code de l'Environnement) en ce qui concerne un certain nombre de délimitations, notamment lorsque seuls des moyens d'investigations lourds auraient pu apporter des compléments pour lever certaines incertitudes apparues lors de l'expertise de terrain.

L'attention est attirée en outre sur le fait que :

- les risques pris en compte ne le sont que jusqu'à un certain niveau de référence spécifique, souvent fonction :
 - soit de l'analyse de phénomènes historiques répertoriés et pouvant de nouveau survenir (c'est souvent le cas pour les débordements torrentiels avec forts transports solides),
 - soit de l'étude d'événements-types ou de scénarios susceptibles de se produire dans un intervalle de temps déterminé et donc avec une probabilité d'occurrence donnée (par exemple, crues avec un temps de retour au moins centennal pour les inondations),
 - soit de l'évolution prévisible d'un phénomène irréversible (c'est souvent le cas pour les mouvements de terrain).
- au-delà ou/et en complément, des moyens spécifiques doivent être prévus notamment pour assurer la sécurité des personnes (plans communaux de prévention et de secours ; plans départementaux spécialisés, etc.).
- l'effet protecteur des ouvrages est pris en compte selon leur efficacité, leur état, la pérennité de leur entretien (maître d'ouvrage clairement identifié ou non). Ils peuvent être considérés comme transparents. En revanche, si un ouvrage de protection ou un boisement assurant un rôle de protection est détruit, alors qu'il assurait un rôle de protection, la carte des aléas doit alors être reconsidérée.
- enfin, ne sont pas pris en compte les risques liés à des activités humaines mal maîtrisées, réalisées sans respect des règles de l'art (par exemple, un glissement de terrain dû à des terrassements sur fortes pentes).

2. PRESENTATION GENERALE

2.1. CADRE GEOGRAPHIQUE GENERAL

2.1.1. Situation géographique de la commune

Située à l'extrémité Sud du massif de Belledonne, à 33 km de Grenoble, dans la Communauté de Communes du Grésivaudan et sur le canton "Oisans-Romanche", la station de ski de Chamrousse, qui appartenait auparavant aux territoires de Vaulnaveys-le Haut, Saint-Martin-d'Uriage et Séchilienne, et qui fut dirigée par le Syndicat Mixte de Chamrousse de 1965 à 1989, est devenue commune indépendante en 1989. Son territoire s'étend sur 13km².

Elle est desservie par 2 routes départementales (RD111), montant des 2 premiers villages.

- **La station de ski**

Chamrousse doit évidemment sa notoriété et son essor aux Jeux Olympiques de 1968, lors desquels elle a accueilli 6 épreuves. Mais son histoire particulière et ancienne, l'a conduit à se développer sur plusieurs sites selon des modèles différents.

C'est sur celui du Recoin que le tourisme a débuté avec les premiers essais de ski en France en 1879, la construction du 1er refuge dédié au ski par le Club Alpin en 1911¹, l'achat en 1949 d'un 1^{er} lot de terrain par le Département de l'Isère pour l'aménagement d'une station², et avec l'inauguration du téléphérique de la Croix de Chamrousse en 1952. Bien qu'encadré par une convention entre le Conseil Général et la Société d'Aménagement de Chamrousse (organisme privé), qui fixe un échéancier des travaux de 1950 à 1960, l'aménagement du site est surtout conçu comme un « ascenseur » vers le domaine skiable. La construction de petits hôtels, de petits immeubles, et de quelques commerces, s'est faite de façon relativement « anarchique » autour du départ du téléphérique. Le 1^{er} plan d'urbanisme du Recoin est accepté en 1967, alors que le site compte déjà 1500 lits.

Le site de Roche Béranger (« Chamrousse 1750 ») est au contraire pensé dès l'origine comme les stations de 3^e génération du Plan Neige de l'Etat, où l'urbanisation et les installations de loisirs sont coordonnées par les urbanistes et les architectes³. Il comprend de grandes barres, des allées commerciales, et l'inévitable grenouillère.

Le site de Bachat-Bouloud, qui voit le jour dans les années 60 à l'initiative de 6 villes et 4 départements, est un « village » de centres de vacances pour enfants.

Un peu à l'écart mais pas très éloigné, Roche Béranger compte aussi de petits chalets individuels, dont les architectures témoignent des évolutions typiques des 40 dernières années. C'est ce tissu qui s'est renforcé sous forme pavillonnaire ces dernières décennies. Mais la problématique de la reconversion des grands ensembles se pose sur Chamrousse comme ailleurs.

- **Le domaine skiable**

L'installation des remontées mécaniques a d'abord été prise en charge par le Conseil Général, qui en est resté propriétaire jusqu'à ce qu'en 1998, la gestion des remontées mécaniques soit confiée au Groupe Transmontagne. Suite aux problèmes rencontrés par ce groupe (liquidation judiciaire en octobre 2007), une Régie Municipale a pris le relais en 2007.

Le domaine de ski alpin compte 90km de pistes environ. Il culmine à la Croix de Chamrousse (alt. 2250), desservie par une nouvelle télécabine depuis 2010 (à laquelle a été adjoint un restaurant). Des projets d'extension sur les Vans, site très fréquenté par les randonneurs à ski et en raquettes, ont motivé une forte mobilisation de protestation ces dernières années, et ont pour l'instant été gelés.

Le domaine de ski nordique de l'Arcelle compte 41km de pistes de fond et constitue le principal départ de 17km de parcours en raquettes.

- **Relief général du territoire communal**

Sur la partie Ouest du territoire où ont été implantés les 3 principaux sites de la station de ski, les pentes sont globalement assez débonnaires, car elles correspondent à des épaulements façonnés par les glaciers.

¹ La notoriété du Recoin jusque dans les années 1960 a vraisemblablement éclipsé les 1ers aménagements entrepris à Roche Béranger. Les archives signalent aussi un Jardin Alpestre aménagé à Roche Béranger en 1885, à l'initiative de la Société Touristique du Dauphiné et un chalet sur ce secteur qu'elle aurait loué (et où aurait été installé un poste météorologique). Dans les années 1930, le chalet du Recoin semblait propriété du CAF, et celui du Recoin propriété du Club Montagnard Dauphinois.

² L'accès routier, entrepris en 1937, atteignant le Luitel à la veille de la guerre, puis le Recoin via Roche Béranger en 1949, a été complété par la 2^e route montant d'Uriage au Recoin entre 1954 et 1956.

³ En 1961, le Conseil Général de l'Isère signe une convention avec la Société Nationale de Construction, filiale du groupe Rothschild, pour l'aménagement de la zone résidentielle de Roche Béranger.

Sur Roche Béranger et L'Arcelle, cet héritage de gradins étagés et de polis glaciaires comprend néanmoins de très nombreuses petites barres rocheuses discrètement masquées par les boisements naturels. Autour de la croupe du Recoin, les pentes s'avèrent localement assez fortes: elles avoisinent 30° sur le versant Sud de l'Aiguille et sur les petits sommets environnants, et sont encore plus raides au Sud-Ouest de Notre-Dame-des-Neiges.

Sur la partie Nord-Est du territoire, encore plus ou moins sauvage, mais convoitée pour l'extension du domaine skiable, les reliefs sont nettement plus escarpés et les sommets plus élevés, mais d'altitude encore très modeste (Les Vans alt.2440). C'est donc cette partie qui est quasiment couverte par des aléas forts à très forts.

- **Réseau hydrographique**

Par sa situation élevée sur les reliefs, le territoire communal ne compte que de petits ruisseaux qui correspondent à la partie haute de 5 principaux bassins versants:

- celui des Lacs Robert, niché au pied des Vans (alt. 2448 et 2439) et de la Croix de Chamrousse (alt. 2253), dont l'exutoire se jette dans le torrent du Doménon descendant à Domène;
- celui de Casse Rousse, qui alimente le Ruisseau des Pourettes rejoignant le torrent du Doménon;
- celui du Recoin, où prend naissance le ruisseau du Vernon qui descend à Vaulnaveys-le-Haut et Uriage;
- celui de Roche Béranger, que collectent les ruisseaux intermittents de Riouperoux et de Combe Noire se jettant dans le Premol et arrosant Vaulnaveys;
- et enfin celui des lacs Achard et de l'Arcelle, drainé par le Ruisseau de Salignière/l'Arcelle qui dévale sur Livet-Gavet.

2.1.2. Conditions géologiques

- **Le substratum rocheux**

L'assise rocheuse de la commune est essentiellement constituée de roches métamorphiques et cristallophylliennes. Elles affleurent sous forme de polis glaciaires ou de petites barres rocheuses sur une grande partie du territoire, et ne présentent que des risques de chutes de blocs très localisés. La couche d'altération des chloritoschistes, riche en argiles, peut glisser au contact de la roche plus saine lorsqu'elle est saturée d'eau et que la pente est forte (risque présent sur les pentes raides entre Notre-Dame-des-Neiges et le centre technique municipal).

Dans le secteur du Recoin en revanche, s'est insérée entre des failles tectoniques une nappe de dolomies et cargneules du Trias. Ces formations géologiques, sensibles à la dissolution (quoique moins que les gypses dont la présence n'est pas avérée), constituent des terrains nettement plus instables, surtout lorsque leurs sont associées de petites venues d'eau. En leur sein peuvent aussi localement se développer des cavités dont l'effondrement peut faire apparaître des fontis en surface (dolines du Recoin).

- **La couverture de formations quaternaires**

Les moraines würmiennes couvrent la majeure partie du territoire, lorsqu'elles n'ont pas été dégagées par l'érosion et laissé la place au substratum rocheux.

Leur constitution est assez variable. Les blocs, parfois très gros, sont emballés dans une matrice sablo-argileuse assez lâche, qui peut avoir localement tendance à fluer lorsqu'elle saturée en eau. La fonction habituelle d'aquifères est ici limitée par l'épaisseur modeste de ces formations.

2.2. PRECIPITATIONS

2.2.1. Précipitations journalières pour les périodes de retour décennales et centennales

La station de Chamrousse dispose d'une série trop courte de données (commencement en 2002) pour qu'elles puissent être exploitées actuellement.

Mais d'après les valeurs des 3 stations les plus proches (St-Martin-d'Hères, Uriage et Revel) rapportées à altitude équivalente, la pluie journalière décennale se situe entre 71 et 74mm, la pluie journalière centennale autour de 95 à 99mm.

Poste météorologique	Période de fonctionnement	Altitude (m)	Pj5 (mm)	Pj10 (mm)	Pj20 (mm)	Pj50 (mm)	Pj100 (mm)	Max observé (mm)
Saint Martin d'Hères	1946-2000	210	-	74	-	-	99	-
Revel	Depuis 1948	630	61	70.7	76	86	94.8	79.5 mm le 21/12/1991
Uriage		-	-	73	-	-	-	-
Chamrousse	Depuis 2002	1730		-			-	-
Refuge de la Pra		2109		-			-	-
La Mure	Depuis 2003	885	55	62	69	78	85	-
Allevard	Depuis 1949	495	-	65.1	-	-	86.8	77 mm le 24/10/1980
Fond de France	Depuis 1948	1082	-	84.5	-	-	110.5	105.5 mm le 14/09/1975
Theys	Depuis 1950	615	-	70.2	-	-	92.5	81 mm le 01/09/1994
Tencin	Depuis 1954	236	-	67.3	-	-	87.8	77.3 mm le 14/10/1983

Précipitations journalières pour différentes périodes de retour selon Météofrance et Alp'Géorisques citées dans l'étude hydrologique du Vernon [Tereo 2012].

Dans l'étude hydrologique [Tereo 2012], il est donc proposé de retenir pour le bassin versant du Vernon, assez représentatif du territoire de Chamrousse, les valeurs de la station de St-Martin d'Hères, qui sont les plus élevées, et d'ajuster au prorata de celles de Revel pour PJ5, PJ20 et PJ50. Soit, pour 24heures:

PJ5	PJ10	PJ20	PJ50	PJ100
64mm	74mm	80mm	90mm	99mm

A noter que la série retenue par Burgeap en 2008, faisait apparaître des valeurs de pluie journalière décennale plus élevées pour St-Martin d'Hères. Ces données statistiques évoluent au fil des années en fonction des événements météorologiques. Il n'est pas certain que les données météorologiques reprises par Tereo en 2012 soient plus à jour celles utilisées par Burgeap en 2008.

Précipitations décennales sur 24 h (source Météofrance in Burgeap 2008)		
Station	Pluie journalière décennale (mm)	Pluie journalière décennale centrée (mm)
St-Martin-d'Hères	80	81
Revel	69	79
Uriage	73	84

2.2.2. Précipitations exceptionnelles

- Valeurs journalières maximales observées sur les stations environnantes**

Les pluies journalières maximales observées sur les 8 stations environnantes (cf tableaux précédents et suivants), confirment qu'en une cinquantaine d'années, il s'est produit au moins 5 fois des précipitations de 75 à 80mm et 1 fois de 105mm sur cette partie de Belledonne. Les dates de référence semblent être 1975, 1983, 1991, 1994 et 2005. Il n'y a pas d'informations particulières sur les phénomènes de ruissellement associés à ces épisodes sur Chamrousse.

- Pluie du 21 et 22 août 2005**

La pluie du 21-22/08/2005 a été assez sévère sur le territoire de Chamrousse, bien que moins intense qu'au niveau du refuge de la Pra (300mm). Elle n'a occasionné que des ruissellements et quelques ravinements au niveau de la commune, mais ils ont

provoqué en aval des crues sur les torrents du Vernon et du Prémol qui ont occasionné des dégâts sur les communes de Vaulnaveys-le-Haut/le-Bas.

Poste météorologique	Altitude	21/08/2005	22/08/2005	Cumul des précipitations
Chamrousse	1730	99.5mm	60mm	159.4mm

Les relevés de Chamrousse semble classer cet événement d'une période de retour de l'ordre du centennal. Le fait que les terrains n'étaient heureusement pas saturés en eau à cette époque, a évité que se déclenchent des glissements. Le ruissellement a peut-être été moins généralisé qu'il ne l'aurait été avec des précipitations un peu plus faibles à la fonte des neiges.

2.2.1. Chutes de neige sur 24 heures

Sur la base des relevés Météofrance, IRSTEA fournit les quantiles de précipitations **journalières** pour une période de retour trentennale et centennale sur les stations d'Allemont (alt. 1270) et de Theys (alt.615):

	Allemont (alt.1270)	Theys (alt.615)
P30	110mm	56mm
P100	129mm	63.5mm

Nota: pour simplifier, il est considéré très grossièrement que 1 mm d'eau = 1 cm de neige.

2.2.2. Chutes de neige sur 3 jours

Selon les conventions en vigueur dans les Alpes, les valeurs retenues pour estimer les aléas d'avalanches correspondent à des cumuls de précipitations sur 3 jours. Les quantiles moyens de précipitations hivernales de pluie (en mm) **sur 3 jours** fournis par IRSTEA, pour une période de retour trentennale et centennale, sont les suivants sur les stations d'Allemont (alt. 1270) et de Theys (alt.615):

	Allemont (alt.1270)	Theys (alt.615)
P30	199mm	105mm
P100	234mm	121mm

Ces valeurs ont été calculées selon un modèle de type GEV (Generalized Extreme Value).

Si l'on rapporte les valeurs des 2 stations précédentes à l'altitude 1820, qui est celle des zones de départ menaçant les abords du Recoïn de Chamrousse, on obtient des valeurs de 165 à 226mm pour une période de retour trentennale et de 181 à 261mm en centennal.

	Pour alt. 1820 selon valeurs d'Allemont	Pour alt. 1820 selon valeurs deTheys
P30	226mm	165mm
P100	261mm	181mm

L'étude TORAVAL réalisée en 2018 s'appuie par contre sur les données nivologiques des postes nivo-météorologiques de Chamrousse. Il s'agit de celui de l'Arselle (alt.1650) de janvier 1971 à mars 2017, mais dont seules les données depuis 1995 sont exploitables, et du poste nivométéorologique de Niverolles (alt. 2022), de janvier 2001 à avril 2018. Les valeurs sont donc plus proches des lieux d'études et correspondent plus précisément aux précipitations neigeuses que les postes Météofrance, mais les séries statistiques sont très courtes.

En se fondant sur les valeurs de l'Arselle qui constitue la plus longue série et sur des modèles de calcul moins orientés sur les valeurs extrêmes, TORAVAL calcule des cumuls de neige sur 3 jours très inférieurs aux valeurs précédentes :

	Arselle (alt.1650)	Arselle (alt.1650) selon quantile extrapolé selon valeur historique de janvier 1981 ramenée sur 3 j.
C30 selon modèle de type Weibull H30 selon modèle de type Gumbel	C=100cm H=240 cm	-
C100 selon modèle de type renouvellement H100 selon modèle de type Gumbel	C=140cm H=360 cm	-
C300 (?)		C=250cm

3. METHODOLOGIE DE RECENSEMENT DES PHENOMENES

3.1. SOURCES DES DONNEES SUR LES PHENOMENES HISTORIQUES ET ACTUELS

3.1.1. Principales sources des observations hydro-géomorphologiques

Les informations sur les affleurements géologiques, les sources, les niches d'arrachements, les ondulations de terrain, les ravinements, l'érosion du lit et des berges des ruisseaux proviennent essentiellement des investigations de terrain effectuées par B.Michel et V.Defourneaux de février à septembre 2017.

Une analyse diachronique des photographies aériennes historiques (depuis la fin de la 2^{de} guerre mondiale) a été conduite mais n'a pas fourni d'informations notables concernant les risques naturels sur ce territoire.

3.1.2. Principales sources des informations historiques figurées dans la carte des phénomènes et dans les explications fournies par secteur

Sur le territoire de cette commune, les informations historiques proviennent essentiellement:

- des témoignages de la municipalité de CHAMROUSSE et du service des pistes de CHAMROUSSE recueillis par C.Bataillès et V.Defourneaux en réunion le 22/02/2017;
- des observations effectuées sur le terrain par Alpes-Géo-Conseil;
- de la Carte de Localisation des Phénomènes Avalancheux (CLPA) de l'IRSTEA;
- du Plan d'Intervention et de Déclenchement des Avalanches (PIDA).

3.1.3. Autres services consultés

Ont aussi été consultés, mais ont peu ou pas fourni d'informations historiques sur le territoire de cette commune:

- le Service Départemental RTM de l'Isère (base de données Evénements);
- le Service de Prévention des Risques de la DDT de l'Isère;
- la base de données Mouvements de terrain du BRGM.

4. METHODOLOGIE DE QUALIFICATION DES ALEAS

Ce chapitre est extrait du cahier des charges de la carte des aléas de Chamrousse, modèle DDT38 - version 2016.

4.1. PRINCIPES GENERAUX

4.1.1. Notion d'aléa

La notion d'aléa traduit la probabilité d'occurrence, en un point donné, d'un phénomène naturel de nature et d'intensité définie. Pour chacun des **phénomènes rencontrés**, différents niveaux d'aléas sont définis en fonction de l'**intensité** et la **probabilité d'occurrence** pour un ou plusieurs scénarios de référence. La carte des aléas, établie sur fond cadastral au 1/5 000 et sur fond topographique au 1/10 000 présente un zonage des divers aléas observés. La précision du zonage est, au mieux, celle des fonds cartographiques utilisés comme support.

Du fait de la grande variabilité des phénomènes naturels et des nombreux paramètres qui interviennent dans leur déclenchement, l'estimation de l'aléa dans une zone donnée est complexe. Son évaluation reste subjective ; elle fait appel à l'ensemble des informations recueillies au cours de l'étude, au contexte géologique, aux caractéristiques des précipitations et à l'appréciation du chargé d'études. Pour limiter l'aspect subjectif, **la cartographie respecte les principes de caractérisation des différents aléas définis par les services de l'État sur le département de l'Isère**. Ces principes sont explicités pour chaque type d'aléa dans les pages suivantes.

La finalité de la cartographie des aléas est en premier lieu la gestion des risques dans les zones à enjeux. On entend ici par zone à enjeux les secteurs déjà bâtis et les zones à potentiel d'aménagement ainsi que les voiries stratégiques (c'est-à-dire à accès unique pour de l'habitat). Ces secteurs font l'objet d'une attention particulière, se traduisant par une plus grande finesse dans le report des limites de zones et dans la justification des niveaux d'aléas. Dans les zones naturelles, la cartographie a été réalisée de façon plus globale afin d'éviter la dispersion des moyens.

4.1.2. Notion d'intensité et de fréquence

L'élaboration de la carte des aléas impose de connaître, sur l'ensemble de la zone étudiée, l'intensité et la probabilité d'apparition des divers phénomènes naturels.

L'intensité d'un phénomène peut être appréciée de manière variable en fonction de la nature même du phénomène : débits liquides et solides pour une crue torrentielle, volume des éléments pour une chute de blocs, importance des déformations du sol pour un glissement de terrain, etc. L'importance des dommages causés par des phénomènes de même type doit également être prise en compte.

L'estimation de la probabilité d'occurrence d'un phénomène de nature et d'intensité données traduit une démarche statistique qui nécessite de longues séries de mesures ou d'observations du phénomène. Elle s'exprime généralement par une **période de retour** qui correspond à la durée moyenne qui sépare deux occurrences du phénomène. Une crue de période de retour décennale se produit **en moyenne** tous les dix ans si l'on considère une période suffisamment longue (un millénaire) ; cela ne signifie pas que cette crue se reproduit périodiquement tous les dix ans mais simplement qu'elle s'est produite environ cent fois en mille ans, ou qu'elle a une chance sur dix de se produire chaque année.

D'une façon générale, le phénomène de référence pour la carte des aléas est le plus fort événement historique connu, ou, lorsqu'il est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios de fréquence centennale. En conséquence, les phénomènes d'occurrence plus faible ne sont pas pris en compte dans la carte des aléas, mis à part pour les phénomènes avalancheux et torrentiel, où un aléa exceptionnel peut être affiché à titre indicatif.

Si certaines grandeurs sont relativement aisées à mesurer régulièrement (les débits liquides par exemple), d'autres le sont beaucoup moins, soit du fait de leur nature même (surpressions occasionnées par une coulée boueuse), soit du fait du caractère instantané du phénomène (chute de blocs). La probabilité du phénomène sera donc généralement appréciée à partir des informations historiques et des observations du chargé d'études.

4.1.3. Prise en compte des ouvrages de protection

La carte des aléas est établie, sauf exceptions dûment justifiées, **en ne tenant pas compte d'éventuels dispositifs de protection**. Par contre, au vu de l'efficacité réelle actuelle de ces derniers, une carte complémentaire « avec prise en compte des protections » peut être établie. Son extension peut être limitée aux secteurs impactés par les prises en compte possibles des protections (réduction ou aggravation de l'aléa).

Quoiqu'il en soit, il n'y a pas réellement d'ouvrages de protection contre les aléas naturels sur la commune de CHAMROUSSE.

4.2. REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE

4.2.1. Fond cartographique de référence

Les fonds de référence utilisés pour l'expertise et la cartographie sont : le cadastre DGI, le lidar réalisé par Sintégra pour le compte de la commune (MNT au pas de 1m) et l'orthophotographie IGN (BD ortho).

En cas de discordance entre les fonds (mauvais ajustement des limites parcellaires et des bâtiments), la règle suivante est utilisée :

- en zone naturelle et en zone agricole non bâtie, recalage des aléas sur le fond orthophotographique ;
- en zone urbanisée, recalage des aléas sur le fond cadastral.

4.2.2. Qualification et niveaux des aléas

Le phénomène de référence pris en compte pour la qualification de l'aléa est le phénomène centennal ou le plus fort événement historique connu s'il est supérieur.

Chaque zone distinguée sur la carte des aléas est identifiée par une limite et par un remplissage en couleur traduisant le type et le niveau d'aléa intéressant la zone.

Lorsque plusieurs types d'aléas se superposent sur une zone, la couleur appliquée est celle correspondant à un des aléas présents du niveau le plus fort. L'ensemble des aléas présents sont signalés par la mention des lettres et indices les décrivant, tels qu'indiqués dans la grille suivante.

Grille de qualification des aléas en Isère (DDT38 – octobre 2016)							
Aléa	Niveau						
Inondations	Aggravation	Généralisé (1)	Faible	Moyen	Fort	Très fort	Très Fort + ou Exceptionnel
Inondation de plaine			I1	I2	I3	I4	I5
Crue rapide des rivières			C1	C2	C3	C4	C5
Inondation en pied de versant			I'1	I'2	I'3	I'4	
Crue à caractère torrentiel			T1	T2	T3		TE
Ruissellement et ravinement		V*	V1	V2	V3	V4	
Avalanche							

(1) : Faible de manière généralisée au sein de la zone affichée, mais sans présence certaine en tout point.

Grille de qualification des aléas en Isère (DDT38 – octobre 2016)							
Aléa	Niveau						
Mouvements de terrain	Aggravation (2)	Généralisé (1)	Faible	Moyen	Fort	Très fort	Très Fort + ou Exceptionnel
Glissements de terrain	G0		G1	G2	G3	G4	
Chutes de pierres et de blocs	P0		P1	P2	P3	P4	P5
Affaissements, Effondrements, suffosion	F0	F ?	F1	F2	F3	F4	

(1) : Faible de manière généralisée au sein de la zone affichée, mais sans présence certaine en tout point.
(2) : Zones non directement exposées aux aléas, mais où des projets ou des modes d'exploitation pourraient aggraver l'aléa ou en créer de nouveaux

4.3. LES CRUES TORRENTIELLES

4.3.1. Définition

Crue d'un cours d'eau à forte pente (plus de 5 %), à caractère brutal, qui s'accompagne fréquemment d'un important transport de matériaux solides (plus de 10 % du débit liquide), de forte érosion des berges et de divagation possible du lit sur le cône torrentiel. Cas également des parties de cours d'eau de pente moyenne (avec un minimum de 1%) lorsque le transport solide reste important et que les phénomènes d'érosion ou de divagation sont comparables à ceux des torrents.

Les laves torrentielles sont rattachées à ce type d'aléa.

4.3.2. Principe de qualification de l'aléa (selon le CCTP établi par le RTM pour cette affaire en août 2016, antérieur au CCTP établi par la DDT en octobre 2016 pour les communes iséroises en général)

Aléa de référence

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios de fréquence centennale. Le choix des scénarios utilisés est précisé et motivé par le rapport, ainsi que la date et les caractéristiques du plus fort événement connu.

L'affichage de l'aléa crue des torrents et des ruisseaux torrentiels peut être justifié soit par une inondation par débordement du torrent accompagnée souvent d'affouillements dus aux fortes vitesses d'écoulement et de charriage, soit par une lave torrentielle (écoulement de masses boueuses, plus ou moins chargées en blocs de toutes tailles, comportant au moins autant de matériaux solides que d'eau), soit par une divagation du lit, soit par l'érosion ou la déstabilisation des berges. Plusieurs de ces phénomènes peuvent être présents simultanément et se combiner.

Les déstabilisations de versants par érosion en pied sont par contre affichées sous forme d'aléa de glissement de terrain.

La qualification de l'aléa tient également compte de l'effet de possibles embâcles de corps flottants et variations du niveau du fond du lit et de la topographie par dépôt localisé ou généralisé du transport solide au cours de l'événement de référence ou par évolution prévisible à long terme. Notamment, dans la partie inférieure du bassin torrentiel, le transport solide limité à du charriage de matériaux peut rester suffisamment important pour combler le lit mineur ou provoquer des divagations d'une forte proportion du débit avec réactivation d'anciens lits ou création d'un nouveau lit au cours d'une seule crue.

Il sera également tenu compte des évolutions prévisibles pendant les 100 ans à venir du profil en long et des instabilités dans le bassin versant.

Le rapport de présentation précise pour chaque zone d'affichage de l'aléa torrentiel lesquels des phénomènes cités dans les paragraphes précédents sont présents, leurs extensions et participations respectives à la qualification de l'aléa.

La qualification de l'aléa torrentiel tient compte par ailleurs :

- de la propension du bassin versant à fournir des matériaux transportables par apports exogènes (dégradation naturelle des roches ; phénomènes brusques de moyenne ou grande ampleur, tels que éboulements, glissements de terrain...);
- du degré de correction active dans le haut bassin versant pouvant être considérée pérenne, tant au niveau du couvert végétal (génie biologique) qu'au niveau des ouvrages de stabilisation du profil en long tels que seuils, barrages, etc...(Génie civil) ;
- du degré de correction passive à l'aval pouvant être considérée pérenne, que ce soit par la création d'un lit artificiel limitant le risque de divagation ou d'érosion des berges ou sur le cône de déjection par la réalisation de plages de dépôts, ouvrages à flottants, etc... destinés à recueillir les matériaux divers en provenance de l'amont avant qu'ils ne puissent provoquer des dégâts.

Le rapport de présentation indique les dispositifs de corrections pris en compte dans la qualification de l'aléa et la manière dont ils l'ont été.

Les lits mineurs et chenaux de divagation habituels sont classés en aléa fort jusqu'aux sommets des berges.

Sont également classées en aléa fort les bandes de terrain au-delà des sommets de berges du lit mineur susceptibles d'être concernées par le recul des berges par érosion pendant une durée de cent ans. Les distances de recul par érosion prises en compte par tronçon et par rive sont précisées et motivées dans le rapport de présentation.

En dehors de ces zones, la qualification des niveaux d'aléas est basée sur un croisement entre niveau d'intensité et probabilité d'atteinte, qu'il convient donc d'abord de définir.

Le niveau d'intensité est défini sur la base du tableau ci-après, en tenant compte que l'intensité doit être considérée forte dès lors qu'un des critères correspondant à l'intensité moyenne est dépassé ou n'est pas respecté :

Critères d'intensité		Niveaux d'intensité retenus	
		Fort	Moyen
Ordres de grandeur des paramètres hydrauliques		<p>La brutalité des débordements ne rend pas possible un déplacement des personnes hors de la zone exposée ou jusqu'à une zone refuge.</p> <p>La hauteur d'écoulement ou d'engravement dépasse 1 m.</p> <p>Les affouillements verticaux ont une profondeur supérieure à 1 m.</p> <p>La taille des plus gros sédiments transportés excède 50 cm.</p>	<p>La brutalité des débordements rend possible un déplacement des personnes hors de la zone exposée ou jusqu'à une zone refuge.</p> <p>La hauteur d'écoulement ou d'engravement reste inférieure à 1 m.</p> <p>Les affouillements verticaux ont une profondeur qui ne dépasse pas 1 m.</p> <p>La taille des plus gros sédiments transportés n'atteint pas 50 cm.</p>
Flottants		Les risques d'impact par des flottants de grande taille sont importants.	Les risques d'impact par des flottants de grande taille sont modérés.
Laves torrentielles		La parcelle peut être atteinte par des laves torrentielles, soit dans les zones de transit soit dans les zones de dépôts épais et pouvant contenir des blocs de plus de 50 cm.	La parcelle est située en dehors des zones de transit des laves torrentielles, mais peut être atteinte par des dépôts fluides de moins de 1 m d'épaisseur et sans éléments transportés de plus de 50 cm.
Effets prévisibles sur les enjeux	Espaces naturels et agricoles	Des phénomènes d'engravement ou d'érosion de grande ampleur sont prévisibles à cause des divagations du lit du torrent. Ils conduisent à de profonds remaniements des terrains exposés.	Des phénomènes d'engravement ou d'érosion sont prévisibles sur les parcelles exposées mais leur ampleur reste limitée.
	Bâtiments	<p>Les contraintes dynamiques imposées par l'écoulement et les matériaux charriés peuvent détruire les bâtiments exposés.</p> <p>La ruine des constructions peut notamment intervenir par impacts sur les façades ou par sapement des fondations (les angles des bâtiments étant particulièrement menacés d'affouillement en raison des survitesses induites par la concentration des écoulements).</p>	<p>Les contraintes dynamiques imposées par l'écoulement et les matériaux charriés peuvent endommager gravement des façades non renforcées mais sont insuffisantes pour endommager des façades renforcées.</p> <p>Les affouillements prévisibles ne sont pas assez profonds pour entraîner la ruine des constructions normalement fondées.</p>
	Infrastructures et ouvrages	<p>Les ponts peuvent être engravés, submergés ou emportés. Les routes ou les équipements (pylônes, captages,...) faisant obstacle aux divagations du torrent peuvent être détruites ou ensevelies par des dépôts.</p> <p>Les voies de circulation sont impraticables du fait de la perte du tracé. De longs travaux de déblaiement et remise en service sont nécessaires.</p>	Les dégâts aux infrastructures, aux ouvrages et aux équipements (pylônes, captages,...) restent modérés et leur remise en service peut être rapide.

Relation entre niveau d'intensité et critère d'intensité

A l'intérieur des zones d'intensité moyenne, seront distinguées par grandes plages homogènes les sous-zones où la hauteur d'écoulement ou d'engravement reste inférieure à 20 cm et celles où la hauteur d'écoulement ou d'engravement reste comprise entre 20 cm et 50 cm.

La probabilité d'atteinte est définie de la manière suivante :

Probabilité d'atteinte	Signification
Forte	Compte tenu de sa situation, la parcelle est atteinte presque à chaque fois que survient l'événement de référence, ou plus souvent.
Moyenne	La parcelle bénéficie d'une situation moins défavorable que ci-dessus vis-à-vis des débordements prévisibles, ce qui la conduit à être nettement moins souvent affectée.
Faible	La submersion de la parcelle reste possible pour au moins l'un des scénarios de référence, mais nécessite la concomitance de plusieurs facteurs aggravants.

La qualification du niveau d'aléa est ensuite faite sur la base du tableau suivant :

Aléa de référence		Probabilité d'atteinte		
		Forte	Moyenne	Faible
Intensité	Forte	Fort - T3	Fort - T3	Fort - T3 / Moyen - T2
	Moyenne	Fort - T3	Moyen - T2	Moyen - T2 / Faible - T1

Dans le cas d'une probabilité d'atteinte faible, le choix entre les 2 niveaux de qualification proposés tient compte des précisions suivantes :

- en cas d'intensité forte, l'aléa moyen T2 peut être retenu si l'on est dans la plage d'incertitude entre intensité forte et intensité moyenne, ou si l'on est dans le cas de faible dépassement de critères de l'intensité moyenne,
- en cas d'intensité moyenne, l'aléa faible T1 peut être retenu pour les sous-zones où la hauteur d'écoulement ou d'engravement est inférieure à 0,5 m ; il doit l'être pour les sous-zones où la hauteur d'eau est inférieure à 0,2 m, sauf si un déplacement des personnes hors de la zone exposée ou jusqu'à une zone refuge apparaît pouvoir poser problème.

Un affichage possible des différents niveaux d'aléa est présenté ci-dessous à titre d'exemple. Il peut présenter un intérêt pour améliorer l'information des populations.

Aléa de référence		Probabilité d'atteinte		
		Forte (III)	Moyenne (II)	Faible (I)
Intensité	Forte (3)	T 3.III	T 3.II	T 3.I / T 3.I
	Moyenne (2)	T 2.III	T 2.II	T 2.I / T 2.I

En présence d'ouvrages de protection, la carte des aléas est établie sans en tenir compte, puis une carte des aléas complémentaire « avec prise en compte des protections » est établie.

Lorsque l'hypothèse de ruine généralisée de l'ouvrage de protection ne peut être écartée, l'aléa « avec prise en compte des protections » résulte de la superposition de l'aléa sans ouvrage et de l'aléa correspondant aux phénomènes de vitesses et d'affouillement induits à l'arrière immédiat de l'ouvrage par sa défaillance par rupture localisée considérée possible en tout point. Dans le cas contraire, l'aléa « avec prise en compte des protections » résulte de la superposition de l'aléa correspondant à quelques hypothèses de brèches, localisées de façon la plus défavorable, et de l'aléa correspondant aux phénomènes de vitesses et d'affouillement induits à l'arrière immédiat de l'ouvrage par sa défaillance par rupture localisée considérée possible en tout point, ce qui permet de définir des bandes de sûreté (aussi dites de précaution) à l'arrière immédiat des digues.

Aléa exceptionnel

Un aléa exceptionnel doit être affiché en complément de l'aléa de référence jusqu'à la limite de l'enveloppe géomorphologique, éventuellement diminuée des zones où les possibilités d'inondation et d'affouillement ont définitivement disparu du fait de modifications du lit d'origine naturelle ou anthropique (ouvrages de protection exclus).

4.4. LES INONDATIONS DE PIED DE VERSANT

4.4.1. Définition

Submersion par accumulation et stagnation d'eau sans apport de matériaux solides dans une dépression du terrain ou à l'amont d'un obstacle, sans communication avec le réseau hydrographique. L'eau provient d'un ruissellement sur versant ou d'une remontée de nappe.

4.4.2. Principe de qualification de l'aléa

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios de fréquence centennale. Le choix des scénarios utilisés est précisé et motivé par le rapport, ainsi que la date et les caractéristiques du plus fort événement connu.

Les critères de qualification du niveau d'aléa sont les suivants :

Aléa	Indice	Critère
Faible	I'1	Hauteur de submersion inférieure à 0,5 m.
Moyen	I'2	Hauteur de submersion comprise entre 0,5 m et 1 m.
Fort	I'3	Hauteur de submersion entre 1 m et 2 m.
Très fort	I'4	Hauteur de submersion supérieure à 2 m.

4.5. LE RUISSELLEMENT DE VERSANT

4.5.1. Définition

Divagation des eaux météoriques en dehors du réseau hydrographique, suite à de fortes précipitations. Ce phénomène peut générer l'apparition d'érosions localisées provoquées par ces écoulements superficiels, nommées ravinement.

4.5.2. Principe de qualification de l'aléa (selon le CCTP établi par le RTM pour cette affaire en août 2016, antérieur au CCTP établi par la DDT en octobre 2016 pour les communes iséroises en général)

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios de fréquence centennale.

La qualification de l'aléa ruissellement sur versant est faite en tenant compte du transport solide associé et de son influence sur différents facteurs (hauteurs atteintes par les eaux, trajectoires des écoulements, pouvoir d'érosion, etc.).

Les axes de concentration de l'écoulement (talwegs des combes en zones naturelles, chemins et voiries en zones anthropiques) sont classés en aléa très fort V4, au titre du maintien du libre écoulement des eaux, par similitude avec les lits mineurs des cours d'eau dont ils jouent le rôle lors des phénomènes pluvieux.

Hors des axes de concentration de l'écoulement, les critères de qualification du niveau d'aléa sont les suivants:

		Vitesse d'écoulement en m/s		
		0,2 à 0,5	0,5 à 1	> 1
Hauteur de submersion en m	0 à 0,2	Faible V1	Faible V1	Faible V1
	0,2 à 0,5	Faible V1	Moyen V2	Moyen V2
	0,5 à 1	Moyen V2	Fort V3	Fort V3
	> à 1	Fort V3	Très fort V4	Très fort V4

4.6. LES GLISSEMENTS DE TERRAIN

4.6.1. Définition

Mouvement d'une masse de terrain d'épaisseur variable le long d'une surface de rupture. L'ampleur du mouvement, sa vitesse et le volume de matériaux mobilisés sont éminemment variables : glissement affectant un versant sur plusieurs mètres (voire plusieurs dizaines de mètres) d'épaisseur, coulée boueuse, fluage d'une pellicule superficielle, etc.

4.6.2. Principe de qualification de l'aléa

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu dans le site ou dans un secteur similaire (sur les plans géologiques, géomorphologique, hydrogéologique et structural) ou, lorsqu'il lui est supérieur, le plus fort des événements potentiels résultant de scénarios jugés possibles au cours des cents prochaines années.

L'aléa glissement de terrain est défini en analysant et décrivant notamment les éléments suivants et en précisant l'origine de leur connaissance :

- géologie du sous-sol ;
- pente du terrain ;
- dénivelée de la zone concernée ;
- présence plus ou moins importante d'indices de mouvements (niches d'arrachement, fissures, bourrelets, ondulations) ;
- présence de circulations d'eau souterraines ou résurgentes ;
- type (glissement plan lent ou rapide, glissement profond circulaire ou complexe, coulées de boues, solifluxion, etc.) et caractéristiques (ordres de grandeur de superficie d'extension, de volume, de vitesse, etc.) des phénomènes de glissement jugés possibles au vu des éléments ci-dessus.

Il est rappelé que l'absence d'indice de mouvement de terrain décelé n'est pas une justification de l'absence d'aléa mouvement de terrain.

Compte tenu de l'objet des zones hors aléa en amont de zones de départ où des travaux pourraient aggraver la probabilité d'occurrence, il n'y a pas lieu d'y distinguer de niveaux d'aléa.

Dans les autres cas, le niveau d'aléa est qualifié à partir de la détermination de la probabilité d'occurrence et de l'intensité.

La **probabilité d'occurrence** est définie par le tableau suivant:

Probabilité d'occurrence	Description
Forte (go3)	Glissement actif avec traces de mouvements récents, ou Glissement ancien, ou Glissement potentiel (sans indice), avec facteur hydrologique aggravant reconnu, en situation équivalente à celle d'un glissement constaté, avec une pente supérieure à celle de ce glissement ou à la pente limite de déclenchement dans le même contexte estimée par le chargé d'étude en fonction de son expérience.

Moyenne (go2)	Glissement potentiel (sans indice) avec absence de facteur hydrologique aggravant reconnu, en situation équivalente à celle d'un glissement constaté, avec une pente supérieure à celle de ce glissement ou à la pente limite de déclenchement dans le même contexte estimée par le chargé d'étude en fonction de son expérience, ou Glissement potentiel (sans indice), avec facteur hydrologique aggravant reconnu, en situation équivalente à celle d'un glissement constaté, avec une pente légèrement inférieure à celle de ce glissement ou à la pente limite de déclenchement dans le même contexte estimée par le chargé d'étude en fonction de son expérience.
Faible (go1)	Glissement potentiel (sans indice), sans facteur hydrologique aggravant reconnu, en situation équivalente à celle d'un glissement constaté, avec une pente légèrement inférieure à celle de ce glissement ou à la pente limite de déclenchement dans le même contexte estimée par le chargé d'étude en fonction de son expérience.

La probabilité d'occurrence est considérée de même classe pour les zones de départ, d'arrivée et les auréoles de sécurité (zones déstabilisées en périphérie à court et moyen terme).

L'intensité est par ailleurs établie selon la logique suivante :

Faible (gi1)	Modérée (gi2)	Élevée (gi3)	Très élevée (gi4)
Dommages limités, non structurels, sur un bâti standard	Dommages structurels au bâti standard. Pas de dommages au bâti adapté à l'aléa	Destruction du bâti standard. Dommages structurels au bâti adapté à l'aléa moyen.	Destruction du bâti adapté à l'aléa moyen (phénomènes de grande ampleur).

Les zones de départ et d'extension des coulées boueuses sont classées en considérant l'intensité élevée ou très élevée.

La qualification de l'aléa en quatre niveaux est obtenue par application du tableau suivant :

Intensité	Faible (gi1)	Modérée (gi2)	Élevée (gi3)	Très élevée (gi4)
Probabilité d'occurrence				
Faible (go1)	Faible (G1)	Moyen (G2c)	Fort (G3c)	Très fort (G4)
Moyenne (go2)	Moyen (G2a)	Fort (G3a)	Fort (G3d)	Très fort (G4)
Forte (go3)	Moyen (G2b)	Fort (G3b)	Très fort (G4)	Très fort (G4)

4.7. LES CHUTES DE PIERRES ET DE BLOCS

4.7.1. Définition

Chute d'éléments rocheux d'un volume unitaire compris entre quelques centimètres cubes et quelques mètres cube. Le volume total mobilisé lors d'un épisode donné est inférieur à une centaine de mètres cubes. Au-delà, on parle d'éroulements en masse, pris en compte seulement lorsqu'ils sont facilement prévisibles.

4.7.2. Principes de qualification de l'aléa

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu (en excluant les phénomènes exceptionnels d'occurrence correspondant à l'échelle des temps géologiques), dans le site ou dans un secteur similaire (sur les plans géologique, géomorphologique, hydrogéologique et structural) ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios jugés possibles au cours des cent prochaines années.

Les aléas sont qualifiés sans prendre en compte la forêt, en considérant que sa pérennité, et donc son éventuel effet, n'est pas assurée (par exemple en cas d'incendie ou de maladie des arbres). Les zones de forêts jouant un rôle réducteur du risque pour des zones urbanisées ou des infrastructures existantes sont néanmoins identifiées dans la cartographie pour permettre la mise en place d'une politique de leur préservation autant que possible.

La possibilité de phénomènes de chutes de pierres et/ou de blocs résulte de la présence de zones de départ potentiel (présence de falaises ou de blocs dispersés dans des pentes). Des scénarios de référence sont définis par zone de départ selon les aspects suivants :

- ordre de grandeur de la taille unitaire maximale des blocs et des différentes classes de tailles unitaires de blocs pouvant provenir de la zone de départ ;
- extension de la zone d'aléa en aval et en amont de la zone de départ, la zone en amont correspondant au recul estimé sur une durée de cent ans ;
- ordre de grandeur de la dénivellation entre zone de départ et zone d'arrêt potentielle ;
- estimation de la fréquence des chutes ;
- possibilité de chutes par paquets fracturables ou non (volume de paquet inférieur à 100 m³) et, si oui, importance des paquets et taille des blocs après fracturation ;
- possibilité d'éboulement (volume supérieur à 100 m³) d'occurrence centennale et, si oui, ordre de grandeur du volume.

La définition des scénarios de référence s'appuie notamment sur les phénomènes historiques et les indices relevés sur le terrain dans les zones de départ et dans les zones d'arrêt potentielles.

Les zones d'aléas correspondant au recul prévisible des parois au cours des cent prochaines années sont identifiées spécifiquement sur la carte des aléas. Elles sont qualifiées en aléa fort P3r.

Les zones non exposées à l'aléa, mais où des aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux, sont identifiées de même et qualifiées P0, une qualification de niveau d'aléa y est sans objet.

L'extension des phénomènes en aval des zones de départ est basée sur la méthode dite des « cônes », ou des méthodes équivalentes. Cette méthode permet de cartographier l'extension prévisible de l'aléa rocheux en aval des zones de départ par le choix de valeurs d'angle variables en fonction de singularités locales de la topographie. L'observation et la mesure d'angles sur plusieurs phénomènes permettent par ailleurs de présenter des plages statistiques de valeurs permettant une quantification de la **probabilité d'atteinte**. Les plages de valeurs d'angle correspondant aux niveaux de probabilité d'atteinte sont estimées à partir des morphologies types de versant définies par la méthode MEZAP, et précisées par le chargé d'étude en fonction de sa connaissance du site, de son expérience sur des sites équivalents et éventuellement de modélisations trajectographiques permettant une comparaison avec une situation ou un site servant de référence.

Pour aboutir à la qualification du niveau d'aléa, il est nécessaire de déterminer, en complément de la probabilité d'atteinte, d'abord l'indice d'activité, dont on déduit la probabilité d'occurrence, puis l'intensité du ou des scénarios de référence pris en considération.

L'**indice d'activité** traduit pour un scénario la probabilité de départ des blocs pris en compte estimée à partir des traces de départ visibles et du nombre des blocs observés dans la pente, elle peut aussi être appréciée par les observations faites dans des contextes similaires (géologie, topographie...).

L'indice d'activité résulte de l'application du tableau suivant :

Indice d'activité par zone homogène	Description
Faible	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les 100 ans
Moyen	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les 10 ans
Fort	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les ans

La **probabilité d'occurrence** est obtenue en croisant probabilité d'atteinte et indice d'activité tel que précisé par le tableau ci-après :

		Probabilité d'atteinte			
		Faible	Moyenne	Forte	Très Forte
Indice d'activité	Faible	Faible	Modéré	Élevée	Très Élevée
	Moyen	Modéré	Modéré	Élevée	Très Élevée
	Fort	Modéré	Élevée	Élevée	Très Élevée

L'indice d'intensité est défini par le volume du bloc du scénario de référence :

Indice d'intensité	Description	Potentiels de dommages
Faible	Le volume unitaire pouvant se propager est inférieur à 0,25 m ³ .	Pas de dommage au gros œuvre. Peu ou pas de dommages aux éléments de façade.
Modéré	Le volume unitaire pouvant se propager est supérieur ou égal à 1 m ³ mais inférieur à 10 m ³ .	Dommages au gros-œuvre sans ruine. Intégrité structurelle sollicitée.
Élevée	Le volume unitaire pouvant se propager est supérieur ou égal à 10 m ³ mais inférieur à 100 m ³ .	Dommage important au gros-œuvre. Ruine probable. Intégrité structurelle remise en cause.
Très Élevée	Le volume unitaire pouvant se propager dépasse 100 m ³ .	Destruction du gros-œuvre. Ruine certaine. Perte de toute intégrité structurelle.

Le niveau d'aléa est qualifié en tout point de la zone d'étude en utilisant la matrice suivante :

Aléa		Intensité				Phénomène de grande ampleur
		Faible	Modérée	Élevée	Très élevée	
		Bloc < 0.25m ³	0.25m ³ < Bloc < 1m ³	1m ³ < Bloc < 10m ³	Bloc > 10m ³	
Probabilité d'occurrence	Faible	Faible (P1)	Moyen (P2)	Fort (P3)	Fort (P3)	Très fort aggravé (P5)
	Modérée	Faible (P1)	Moyen (P2)	Fort (P3)	Fort (P3)	
	Élevée	Moyen (P2)	Fort (P3)	Fort (P3)	Très fort (P4)	
	Très élevée	Fort (P3)	Fort (P3)	Très fort (P4)	Très fort (P4)	

4.7.3. Prise en compte des ouvrages de protection pare-blocs

Les seuls ouvrages de protection pris en compte sont les merlons avec face raidie côté amont. Un merlon est considéré comme un moyen efficace de suppression de l'aléa en aval (par rapport au sens de propagation des blocs), sous réserve qu'il soit correctement dimensionné et géré par un maître d'ouvrage public administrativement et financièrement pérenne. Dans ce cas, une carte des aléas « avec prise en compte des protections », distincte de la carte des aléas principale et pouvant être limitée aux parties du territoire concernées peut être établie. Elle met alors en évidence la localisation des ouvrages, avec un numéro associé à chaque ouvrage, et, par un jeu de hachures, celle des zones protégées, avec report de la numérotation du ou des ouvrages correspondants.

En cas de doute sur l'efficacité d'un merlon, il n'est pas pris en compte au titre de l'aléa. C'est notamment le cas en l'absence d'étude spécifique de dimensionnement permettant de juger de sa performance ou en l'absence de gestion par un maître d'ouvrage public pérenne.

La connaissance des ouvrages de protection recensés sur le territoire étudié sera précisée par divers renseignements, notamment : type de dispositif, principales caractéristiques géométriques et de performance, maître d'ouvrage, gestionnaire, enjeux présents dans la zone d'effet.

4.8. LES EFFONDREMENTS

4.8.4. Définition

Evolution de cavités souterraines d'origine naturelle avec des manifestations en surface lentes et progressives (affaissement) ou rapides et brutales (effondrement). Celles d'origine minière ne relèvent pas des PPRN, mais peuvent y être signalées pour information.

4.8.5. Principes de qualification de l'aléa

Les risques miniers résultant de l'exploitation de matériaux listés à l'article L. 111-1 du code minier ne sont pas à traiter par la carte d'aléas car ils ne relèvent pas du champ des PPRN, mais de celui des plans de prévention des risques miniers (PPRM). Il est rappelé que la distinction entre mines et autres extractions est fondée sur la nature du matériau concerné et non sur le caractère souterrain ou non du mode d'exploitation.

Pour les cavités souterraines d'origine anthropique autres que les mines, la qualification de l'aléa est réalisée en appliquant la méthodologie décrite aux pages 37 à 51 du guide méthodologique PPRN risque cavités souterraines abandonnées (DPPR, octobre 2012).

Pour les phénomènes d’effondrement ou d’affaissement exclusivement d’origine naturelle, comprenant notamment ceux de karstification et de suffosion, la qualification de l’aléa est réalisée sur la base de la même méthodologie, mais en adaptant la méthode de qualification de la probabilité d’occurrence.

La qualification de la probabilité d’occurrence est basée sur l’évaluation de la prédisposition à l’apparition d’instabilité en surface au cours des 100 prochaines années ou, en cas de danger humain, à plus grande échéance, en excluant les phénomènes exceptionnels d’occurrence à l’échelle des temps géologiques, au vu du plus fort événement historique connu dans le site ou dans un secteur proche au plan géologique, géomorphologique, hydrogéologique et structural.

L’article L. 563-6 du Code de l’Environnement stipule que les communes ou leurs groupements compétents en matière de documents d’urbanisme élaborent, en tant que de besoin, des cartes délimitant les sites où sont situés des cavités souterraines et des marnières susceptibles de provoquer l’effondrement du sol. Le rapport de présentation identifie les données provenant de ces documents.

4.9. LES AVALANCHES

4.9.4. Définition

Déplacement gravitaire (sous l’effet de son propre poids), rapide, d’une masse de neige sur un sol en pente, provoqué par une rupture dans le manteau neigeux.

4.9.5. Principes de qualification de l’aléa

L’aléa avalanche est qualifié sur la base du guide méthodologique PPRN avalanches d’août 2015. Le présent paragraphe en rappelle les principaux principes en les précisant sur quelques points. La qualification porte sur un aléa de référence et sur un aléa exceptionnel.

L’aléa de référence centennal, notamment son extension, est basé sur la plus forte avalanche connue depuis le milieu du 19^{ème} siècle ou, s’il est plus fort, sur le scénario de référence le plus fort d’occurrence centennale, c’est-à-dire ayant une probabilité annuelle de se produire égale à 1 %.

La qualification des niveaux de l’aléa de référence prend en compte de la façon suivante la valeur de pression ponctuelle exercée par l’avalanche :

Intensité de pression	Niveau d’aléa
$P \geq 30$ kPa	Fort A3
$1 \text{ kPa} < P < 30$ kPa	Moyen A2
Faible et non quantifiable, $0 \text{ kPa} < P < 1$ kPa, purges de talus...	Faible A1

La qualification A1 est réservée à des avalanches de faible amplitude de dénivelé.

La fixation précise de la limite entre A2 et A3 sur la base de l’intensité nécessite une modélisation fine. A défaut, la plage d’incertitude de qualification est affichée par une mention A2/A3.

Prise en compte de la forêt :

- en présence d’une forêt ayant toujours existé en zone de départ potentiel d’avalanche, si elle est efficace au vu du guide de sylviculture des forêts de Montagne (Alpes du Sud et Alpes du Nord) et s’il n’y a jamais eu de départ d’avalanche, la carte d’aléa n’affiche pas d’aléa. La partie de la zone de départ potentiel d’avalanche occupée par la forêt concernée est identifiée AB (au lieu de V pour zone verte dans le guide) dans un objectif de préservation, voire de gestion optimisée.
- dans le cas d’une zone urbanisée concernée par un aléa A2 sur la base d’avalanches historiques, mais d’absence de départ d’avalanche depuis plusieurs décennies, absence attribuable à la création d’une forêt postérieure aux avalanches historiques, la zone considérée protégée est identifiée A2b et la zone de forêt dite forêt de protection ancienne ayant l’effet de protection correspondant est identifiée Ab.

Ouvrages de protection contre les avalanches pris en compte et modes spécifiques de qualification de l’aléa

Les seuls ouvrages de protection pris en compte sont les tournes et étraves paravalanches et les digues de limitation de l’extension de la partie terminale de l’avalanche, sous réserve qu’il soit correctement dimensionné et géré par un maître d’ouvrage public administrativement et financièrement pérenne. Dans ce cas, une carte des aléas « avec prise en compte des protections », distincte de la carte d’aléas principale et pouvant être limitée aux parties du territoire concernées peut être établie. Elle met alors en évidence la localisation des ouvrages, avec un numéro associé à chaque ouvrage, et, par un jeu de hachures, celle des zones protégées, avec report de la numérotation du ou des ouvrages correspondants.

La connaissance des ouvrages de protection recensés sur le territoire étudié sera précisée par divers renseignements, notamment : type de dispositif, principales caractéristiques géométriques et de performance, maître d'ouvrage, gestionnaire, enjeux présents dans la zone d'effet. Si possible fournir des plans précis des ouvrages.

Aléa exceptionnel AE

Il prend en compte les événements plus forts que l'aléa de référence centennal, soit antérieurs au milieu du 19^{ème} siècle (correspondant à la fin du Petit Age Glaciaire), pouvant être très anciens, soit plus récents mais d'extension douteuse.

En cas de modélisation, les hypothèses doivent être au moins d'occurrence tri-centennale, c'est-à-dire avoir une probabilité annuelle de se produire égale à 1/300.

5.1. SECTEUR I : LE RECOIN

5.1.1. Descriptif général du site

L'urbanisation du Recoin s'est développée sur le flanc Sud et sur la partie Ouest de la croupe, à hauteur de la gare de départ de l'ancien téléphérique pour la Croix de Chamrousse, et au pied de 2 petits téléskis. Près de la patinoire, démarraient aussi le télésiège de la Croix et celui des Gaboureaux.

De fait, les reliefs globalement assez doux de la zone urbaine, ont été assez transformés par les divers aménagements. Certaines pentes dominant les voiries ont été raidies par les terrassements.

Par ailleurs, si l'extension vers l'Est a longtemps été limitée par les zones de départ des remontées mécaniques et l'arrivée des pistes de ski, elle fait l'objet de nouveaux enjeux face à l'évolution actuelle du domaine skiable. Le nombre de remontées a été réduit à 3 sur ce secteur, privilégiant la télécabine et le télésiège débrayable des Gaboureaux. Des projets d'urbanisation sont donc apparus, empiétant sur les pistes de skis, face aux pentes assez raides.

5.1.2. Ruissellement [V]

5.1.2.1. Phénomènes observés

N°	Phénomènes observés	Source
V.1	Est de la station du Recoin: ruissellement diffus sur la piste de ski qui longe la station par l'Est.	Observations AGC
V.2	Vallon du Col de la Balme - automne 2017: ravinement des pistes de ski qui ont fait l'objet d'épierrement et de profilages récents. Erosion très marquée au niveau du ruisseau qui descend du Col de la Balme, en particulier sur les 45m encaissés jusqu'à la section busée en amont de la bergerie. Buses récentes comblées par le transport de fines. Sur-érosion à caractère quasi-torrentiel.	Observations AGC

Les sourcins qui émergent à l'Est de la station du Recoin [V.1] semblent correspondre à une petite nappe phréatique perchée, puisque d'autres venues d'eau surgissent parfois au Nord de la croupe, et se déversent dans les petits thalwegs en aval. Malgré la présence d'un petit abreuvoir pour les troupeaux, elles se répandent naturellement et n'occasionnent pas de ravinement particulier.

En revanche, les travaux d'aménagements du domaine skiable qui ont été conduits dans le secteur du Col de la Balme, sur des terrains triasiques très meubles, ont provoqué avec les orages de septembre 2017 des phénomènes d'érosion très marqués [V.2] sur le ruisseau qui en descend et qui est busé au droit de la bergerie.

La revégétalisation lente de ce type de terrain risque de faire persévérer ce type de phénomènes encore quelques années, ce qui devrait conduire au creusement de petits canyons dans les pistes, nécessitant des travaux de reprofilages récurrents.

3.1.1.1. Classement de l'aléa ruissellement et ravinement [V]

- **Aléa très fort de ruissellement et ravinement [V4]** sur le cours du ruisseau du Col de la Balme. La largeur a été adaptée au terrain et délimitée à l'aide de l'orthophotographie IGN et du lidar très précis réalisé par SINTEGRA, ce qui ne coïncide pas avec le tracé cadastral du ruisseau. La zone d'aléa fort a été maintenue sur le thalweg naturel en aval de l'entrée en section busée, le transport de sédiments enclenché par l'érosion active risquant d'obstruer l'ouvrage.
- **Aléa moyen de ruissellement [V2]** dans la continuité de l'aléa très fort du ruisseau du Col de la Balme, lorsque celui-ci se répand sur les chemins/pistes de skis en aval de la bergerie, puis l'entonnement du passage souterrain pour piétons sous la route départementale.

L'aléa moyen se prolongerait jusqu'au débouché de la série de passages piétons souterrains, mais il n'est figuré que sur les sections aériennes. Sur les parties busées, seul l'aléa de surface, de niveau faible, a été affiché. Dans le cas d'un Plan Communal de Sauvegarde (PCS), il faudrait tenir compte des risques de vitesses d'écoulement importantes dans ces passages souterrains, qui peuvent mettre en danger une personne vulnérable. Ces passages devraient donc être interdits à la circulation piétonne en cas de très fortes précipitations.

Au débouché de ces passages souterrains, l'aléa moyen de ruissellement figure un étalement des eaux sur le parking du bas du Recoin, avant qu'elles ne basculent dans leur thalweg naturel (risque d'érosion du remblai, dont des traces pour des phénomènes courants sont déjà observées).

- **Aléa faible de ruissellement [V1]** sur les voiries, les pistes en bas de versant et la piste à l'Est du recoin où émergent les sourcins. Dans tous ces cas, la lame d'eau ne dépasse pas 20 cm de hauteur a priori. Sur le parking du bas de la station, l'aléa figure un étalement large jusqu'au pied des commerces, où elle peut atteindre une trentaine de cm.

5.1.3. Crues torrentielles [T]

5.1.3.1. Phénomènes observés

Aucun phénomène torrentiel particulier n'est à signaler dans ce secteur, s'agissant de la naissance du ruisseau du Vernon.

3.1.1.2. Classement de l'aléa crues à caractère torrentiel [T]

- **Aléa très fort de crues à caractère torrentiel [T4]**, concerne le ruisseau du Vernon sous le remblai de l'Héliport. Bien encaissé, il ne peut déborder.

5.1.4. Glissement de terrain [G]

5.1.4.1. Phénomènes observés

N°	Phénomènes observés	Source
G.4	Entre la chapelle de Notre-Dame-des-Neiges et le télésiège des Gaboureux: terrains triasiques très pentus au voisinage de la faille tectonique marquant le contact avec les chloritoschistes, où les roches semblent plus altérées d'après les affleurements dans les talus du chemin montant au centre technique et de la départementale. Indices estompés et peut-être douteux de glissements superficiels, alternant avec des pointements de cargneules.	Observations AGC
G.5	Route montant au Recoin: traces d'un ancien arrachement, semblant dater de quelques décennies, et ayant emporté quelques arbres plantés. Chaussée ayant vraisemblablement été obstruée par ce glissement du talus.	Observations AGC

3.1.1.3. Classement de l'aléa glissement de terrain [G]

- **Aléa fort de glissement [G3]**

- sur le versant situé entre la Chapelle de Notre-Dame-des-Neiges et le télésiège des Gaboureux, où la couche superficielle des terrains triasiques altérés, dont l'épaisseur varie entre 2 et 4-5m selon les profils électriques réalisés par la SAGE en 2018, semble pouvoir donner lieu à des mouvements lents et peut-être à des arrachements si elle est saturée en eau. Les risques de coulée de boue sont plus marqués en aval du chemin montant aux services techniques, du fait des ruissellements. Ils pourraient alors atteindre la route départementale.

- sur le versant dominant la chapelle où le risque paraît un peu moins marqué (pente moins soutenue au Nord et passage sur les chloritoschistes altérés mais subaffleurant vers le Sud);

- sur les talus raides de l'épingle de la route montant au Recoin, où des arrachements se sont déjà produits par le passé (phénomènes relativement superficiels qui ne détruiraient pas un bâtiment suffisamment renforcé); la limite de l'aléa tient alors compte d'une marge de recul sur l'assiette des plateformes;

- sur le talus raide entre le carrefour du Recoin et le bassin de rétention pour l'enneigement artificiel, au droit des arrachements précédemment cités.

- **Aléa moyen de glissement [G2]**

- sur les talus assez raides de la station, qu'il s'agisse de déblais à l'arrière des bâtiments ou de remblais à l'avant des parkings, terrassements divers. Les uns comme les autres doivent faire l'objet de précautions quant au rejet des eaux pluviales sur ces terrains pour éviter tout arrachement, même superficiels (les façades-arrière des bâtiments comprenant parfois des ouvertures au niveau inférieur). Sur remblais, les contraintes géotechniques pour implanter les fondations "au bon sol", et leur surcoût, doivent être pris en compte dans les éventuels projets de construction.

- **Aléa faible de glissement [G1]**

- sur les plateformes terrassées, où les risques de tassement paraissent faibles mais où il est nécessaire de gérer correctement le rejet des eaux pluviales et usées pour éviter d'aggraver les risques sur les talus en aval;
- sur les croupes et les pentes plus douces, où l'assise triasique est peut-être peu profonde, mais où elle n'affleure pas de façon avérée et continue. De légers tassements de sol ont provoqué des désordres mineurs sur des structures mal-adaptées.

5.1.5. Effondrement [F]

5.1.5.1. Phénomènes observés

Ces phénomènes ne peuvent se produire que dans la zone de dolomies du Trias autour du Recoin de Chamrousse et du vallon de Casse Rousse au Nord. Aucun affleurement de gypse n'a été rencontré lors des investigations de terrain. Les dolomies, moins solubles, sont censées être moins favorables à la formation de cavités souterraines. Elles semblent cependant fortement altérées, vraisemblablement en raison de la tectonique qui peut les avoir broyées. Par ailleurs, diverses dolines s'observent sur la vaste croupe du Recoin. Elles semblent témoigner, a minima, de phénomènes de soutirages dont il est difficile de déterminer, à dire d'expert, s'ils sont encore actifs.

N°	Phénomènes observés	Source
F.2	Quelques dizaines de mètres en amont de l'immeuble ancien le plus en amont du Recoin: larges dolines à fond plat (colmaté de fines) dans les prairies immédiatement en amont du Recoin. Formées par une érosion ou une dissolution de surface liées à la présence d'une petite zone humide d'après SAGE 2018.	Observations AGC et SAGE
F.1	Partie Nord de la Croupe du Recoin: petites dolines éparses, dont les plus profondes se situent sur le crêt dominant la combe de Casse Rousse, notamment au carrefour des sentiers.	Observations AGC

5.1.5.2. Classement de l'aléa effondrement [F]

Cet aléa s'avère, de loin, le plus délicat à déterminer et circonscrire à dire d'expert, dans la mesure où la géologie du Recoin de Chamrousse, fortement tectonisée et enfouie sous une couverture d'altération et de dépôts quaternaires, est complexe dans ce secteur. Les étroites bandes de gabbros affichées au sein du Trias sur la carte géologique ne se confirment pas aussi précisément sur le terrain (d'après les observations de surface). Il n'en a donc été tenu compte qu'en considérant que l'aléa y était plus faible (si l'emprise précise des gabbros était avérée, alors le risque serait nul).

Le classement des aléas s'appuie sur les résultats de l'étude conduite par la SAGE en 2018, qui interprète les sondages électriques et les profils sismiques réalisés à l'aide de la connaissance des terrains que ce bureau a développée grâce à d'autres études géotechniques conduites sur ce secteur.

Elle conclue à l'absence de risque d'effondrement majeur, sachant qu'aucune trace de gypse n'a été reconnue à l'affleurement ni dans les études géotechniques précédentes, et qu'aucun indice de grande cavité en profondeur n'a été révélé par les sondages.

Hors du périmètre urbanisé investigué par la SAGE, la carte a été réalisée à dire d'expert, à partir des données géologiques disponibles et des observations de terrain. De fortes incertitudes existent. Les limites entre niveaux moyen, faible et nul restent donc assez arbitraires. Ces incertitudes ne peuvent être levées qu'au niveau local par des investigations géotechniques complémentaires (forage destructif, géophysique).

- **Aléa moyen d'effondrement [F2]** sur la partie Nord de la croupe du Recoin, où se situent les dolines bien marquées dont l'origine est clairement liée aux terrains dolomitiques. Le risque majeur serait qu'il existe d'autres cavités en profondeur, susceptibles de s'effondrer en provoquant un fontis en surface. Cette probabilité d'occurrence paraît faible en l'absence de gypses avérés. Il est donc supposé que les éventuelles cavités seraient de faibles dimensions et que les dolines seraient plutôt liées à des soutirages dans la couverture d'altération et les moraines, de petits canyons enfouis.
- **Aléa faible d'effondrement [F1]** sur le versant du Recoin constitué de dolomies triasiques, mais intégrant peut-être des passages de gabbros (cf carte géologique du BRGM) où leur présence dans les sondages signifierait que le risque serait

ponctuellement nul. D'après l'étude SAGE 2018, les morphologies dépressionnaires en amont de la dernière ligne de constructions, évoquant de vastes dolines ouvertes et peu profondes, seraient dues à une dissolution ou érosion de surface des terrains triasiques sous l'effet du ruissellement (petite zone humide).

5.1.6. Chutes de blocs [P]

5.1.6.1. Phénomènes observés

Excepté quelques petits blocs dans la pente, aucun phénomène particulier n'a été signalé. Les aménagements opérés sur la piste en aval et aux abords de la gare de télécabine ont pu éliminer les traces de blocs plus volumineux.

5.1.6.2. Classement de l'aléa chutes de blocs [P]

- **Aléa fort de chutes de blocs [P3]**, au droit des petits escarpements de cargneule situés près du passage de la télécabine de La Croix. La probabilité qu'un volume de plus d' 1m^3 se détache de ces affleurements paraît très faible. La piste en aval les réceptionnerait sans que la gare de la télécabine ne soit menacée.

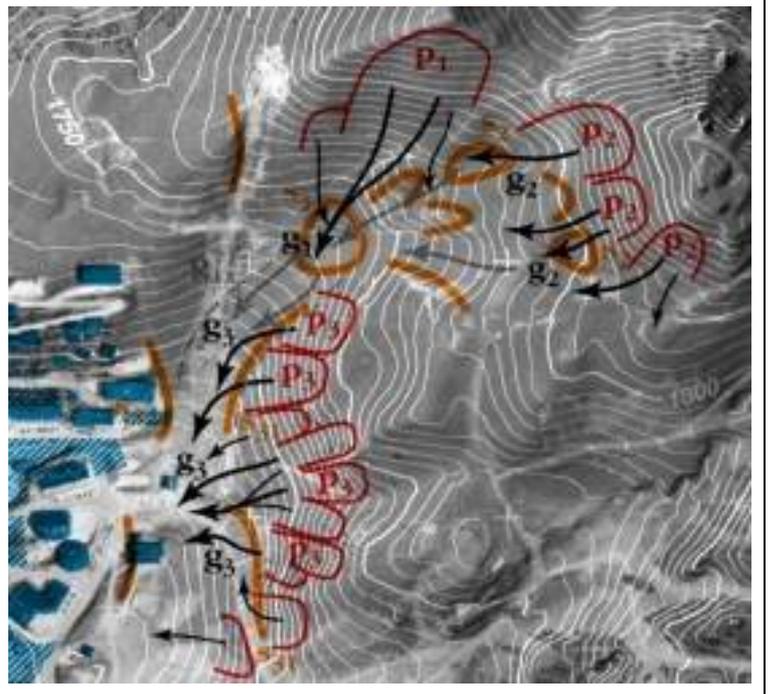
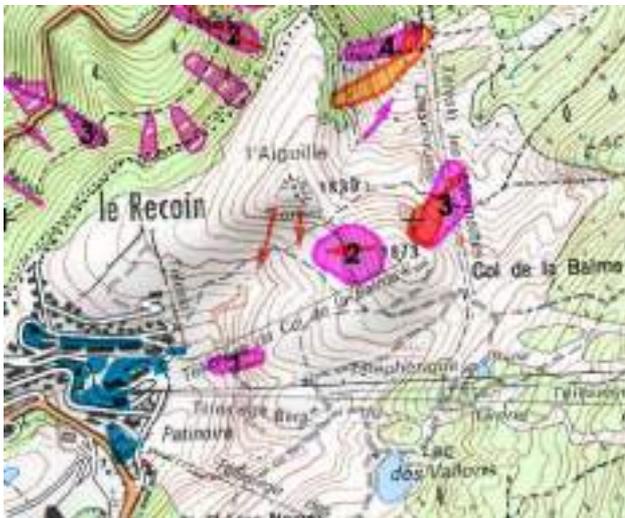
5.1.7. Avalanches [A]

5.1.7.1. Phénomènes observés

La CLPA [Carte de Localisation des Phénomènes Avalancheux, IRSTEA] recense 3 principaux couloirs sur le versant Ouest de la Croix de Chamrousse (N°7-8-9) pour lesquelles elle dispose d'une fiche signalétique propre avec des informations précises sur les phénomènes observés (provenant vraisemblablement des pisteurs sur ce secteur). Y sont aussi affichés de petits panneaux intermédiaires dont l'activité récurrente n'a pas fait l'objet de renseignement plus précis.

Ci-dessous : extrait de la CLPA, 2016.

Ci-contre, à droite : localisation des panneaux avalancheux d'après TORAVAl, 2018.



Entre le Recoin et le Col de la Balme, 2 couloirs (N°1-2) sont affichés (cf extrait ci-dessus). Le 1^{er} concerne les petites pentes raides au Nord-Est du départ de la télécabine. Les coulées se déclenchent en amont des escarpements de cargneule, et s'arrêtent sur la piste (la gare de télécabine n'étant pas représentée sur le fond scan 25 de la CLPA, mais les témoins ne signalent pas avoir observé de dépôt jusqu'à son emplacement d'après les fiches). Ces pentes ne figurent pas dans le PIDA [Plan d'Intervention et de Déclenchement des Avalanches].

Sur le versant Ouest du petit sommet coté 1873, situé immédiatement à l'Ouest du Col de la Balme, des coulées sont bien observées sur le vaste panneau (N°2). Les pisteurs signalent que les dépôts s'arrêtent sur l'espèce de replat, grossièrement au niveau du sentier de randonnée. Curieusement, les 3 points de tirs et le couloir affichés sur le PIDA sont décalés vers l'Ouest, sous le collu où les risques paraissent moins élevés (erreur de représentation?).

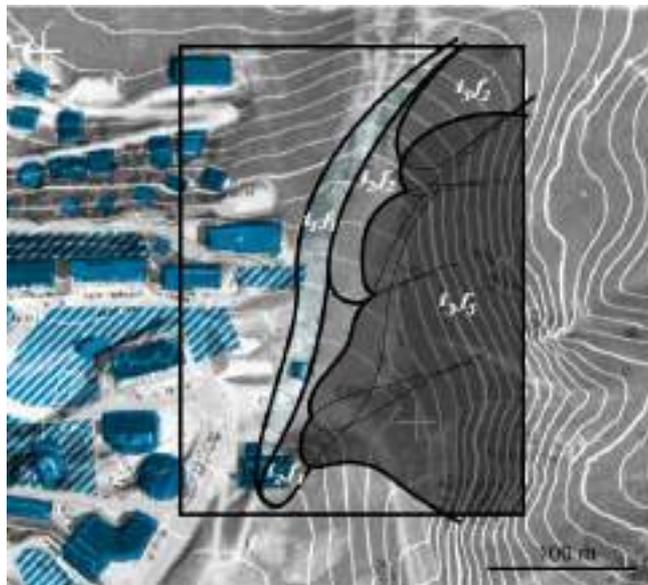
Sur le versant Sud de l'Aiguille, sont aussi indiquées sur la CLPA 2 trajectoires reconnues par photointerprétation (flèches orange). C'est sur ce versant-ci que l'étude TORAVAL a réalisé une étude complémentaire avec des simulations en 2D pour vérifier si les abords de la zone urbaine du Recoin et les projets d'extension sur la piste pouvaient être exposés (cf localisation des panneaux avalancheux sur la carte en page précédente).

5.1.7.2. Classement de l'aléa Avalanches [A]

Sur le versant du Recoin, la cartographie et le classement de l'avalanche s'appuie sur l'étude Toraval 2018. En l'absence de tracés sous format SIG, le bureau d'étude Alpes-Géo-Conseil les a reportés approximativement, en tenant compte d'une superposition des aléas de ruissellement, de chutes de blocs et de glissement de terrain et d'un nécessaire effort de simplification pour la lisibilité du document final.

La définition des aléas de Toraval 2018 s'appuie sur la déclinaison de l'intensité et de la fréquence suivante :

					Pression P_{dyn} (kPa)	Qualificatif	Potentiel de dommage		
					1-5	intensité faible	brise une vitre, défonce une porte, endommagement des toitures		
					5-30	intensité modérée	détruit des structures en maçonneries et en bois, casse des pylônes de téléski		
					30-100	intensité forte	déracine des arbres, détruit des remontées mécaniques, endommagement sévèrement des structures en béton armé		
					f		Période de retour T (années)		
					très basse : 1	basse : 2	moyenne : 3	élevée : 4	
i	faible : 1	1-1	1-2	1-3	1-4	< 30	fréquence élevée		
	modérée : 2	2-1	2-2	2-3	2-4	30 – 70	fréquence moyenne		
	forte : 3	3-1	3-2	3-3	3-4	70 – 100	fréquence basse		
							> 100	fréquence très basse	



Ci-dessus et ci contre : extraits de l'étude Toraval 2018.

« i » représente l'intensité et « f » la fréquence.

Les polygones en aplat bleu représentent l'emprise au sol des bâtiments existants, les polygones en hachures bleues représentent l'emprise au sol des projets d'urbanisme.

Pour l'aléa centennal, sont donc retenues les emprises des fréquences « $f3$ » et « $f2$ ». « $f1$ » correspond à l'aléa exceptionnel (AE).

5.1.7.3. Classement de l'aléa Avalanches centennal [A]

- **Aléa fort d'avalanches [A3]**

- Sur le versant Ouest de la Croix de Chamrousse, en raccordant tous les panneaux de départ potentiels (pentes supérieures à 28-30°), et en considérant que les dépôts pouvaient atteindre dans des conditions centennales la limite supérieure de la "forêt" de pins (couvert très lâche).

- Sur la piste de ski qui descend du secteur de l'Aiguille vers la gare de départ de la télécabine. Les coulées peuvent provenir soit des pentes immédiates (extension du couloir N°1 de la CLPA sur toutes les pentes inclinées au moins à 30° autour des cargneules, soit les panneaux P3 identifiés par TORAVAL), soit du versant Sud de l'Aiguille, soit pour partie du versant Ouest du sommet coté 1873 (dans le cas où une plaque à vent suffisamment vaste puisse se détacher, ou en cas de cumul de neige centennal). Dans tous les cas, le principal scénario retenu est une hauteur de neige de départ correspondant à un cumul centennal de neige fraîche sur 3 jours.

L'aléa fort correspond à l'emprise d'écoulement dense, où l'énergie dynamique est supérieure ou égale à 30kPa.

- **Aléa moyen d'avalanches [A2]**

- Cet aléa n'a été distingué que sur le secteur du Recoin, où les simulations numériques de Toraval permettent de cerner l'emprise d'écoulements denses en fin de course, dont l'énergie est comprise entre 5 et 30kPa. Ils correspondent à une bande dans le prolongement de l'aléa fort.

5.1.7.4. Classement de l'aléa Avalanches exceptionnel [AE]

- **Aléa d'avalanche exceptionnelle avec écoulement dense et d'intensité moyenne [AE2]**

- Il s'agit d'une zone dont la probabilité d'atteinte est supérieure au centennal d'après les simulations numériques de Toraval. Il s'agit d'écoulements denses, dont l'intensité est comprise entre 5 et 30kPa d'après cette étude.

- **Aléa d'avalanche exceptionnelle avec écoulement dense et d'intensité faible [AE1]**

- Il s'agit d'une zone dont la probabilité d'atteinte est supérieure au centennal d'après les simulations numériques de Toraval. Il s'agit d'écoulements denses en phase d'arrêt, dont l'intensité est inférieure à 5kPa d'après Toraval.

5.2. SECTEUR II : ROCHE BERANGER, BACHAT-BOULLOUD ET L'ARSELLE

7.2.1. Descriptif général du site

Excepté au Nord et Nord-Ouest de Roche Béranger où les pentes sont assez raides, il s'agit globalement de reliefs très doux où affleurent les roches métamorphiques.

7.2.2. Ruissellement [V]

7.2.2.1. Phénomènes observés

Au Nord de Roche Béranger, le massif d'amphibolites est creusé de petites goulottes orientées Nord-Est/Sud-Ouest. Bien que peu pentées, couvertes de landes à rhododendrons et tapissées de moraines argileuses, elles drainent discrètement les écoulements entre les polis glaciaires et les conduis(ai)ent jusqu'à des ravins creusés plus profondément en aval du centre technique. Les cheminements naturels ont été interceptés et détournés par les terrassements opérés dans ce secteur. Il semble aussi que les reprofilages opérés pour l'aménagement du domaine skiable bien en amont aient eu une incidence sur la concentration des eaux descendant vers les installations techniques.

Ailleurs, il n'a pas été noté de phénomènes particuliers, mais les dépressions doivent nécessairement collecter les eaux de surface, en particulier à la fonte des neiges.

N°	Phénomènes observés	Source
V.3	<p>Centre technique municipal: traces de ravinement sévère, débordant du dalot situé en amont des bâtiments, provenant d'une micro-ravine descendant du talus en amont, et présentant des traces de concentrations d'eau. Origine semblant assez récente -quelques décennies? (sans quoi, elle se serait plus creusée, même dans le bed-rock). Peut-être due à une concentration ou à un détournement de la trajectoire naturelle des eaux de ruissellement sous l'effet de l'aménagement des pistes en amont?</p> <p>Traces de débordements sur la piste d'accès aux services techniques.</p> <p>Travaux de creusement récent du thalweg en aval des services techniques, en sortie de buse.</p>	Observations AGC

7.2.2.2. Classement de l'aléa ruissellement et ravinement [V]

- **Aléa très fort de ruissellement et ravinement [V4]** au Nord de Roche Béranger, sur le micro-thalweg descendant vers les services techniques municipaux, et son tronçon en aval. Largeur adaptée, déterminée sur le site.
- **Aléa moyen de ruissellement [V2]**
 - au Nord de Roche Béranger sur la zone de débordement (plateau du centre technique, piste d'accès et thalwegs naturels en aval), où peuvent être charriés encore des graviers et où l'enrobé peut être arraché, car les vitesses d'écoulements sont élevées en crue centennale;
 - dans les prairies humides de l'Arcelle, sur les terrains marécageux et/ou collectant les sources et le ruissellement du bassin versant. Les hauteurs d'eau peuvent vraisemblablement dépasser 50cm (mais rester à moins d'1m) dans certains points de la tourbière.
- **Aléa faible de ruissellement [V1]**
 - au Nord de Roche Béranger, sur les goulottes naturelles où la lame d'eau claire se propage discrètement, sans ravinement, à travers la lande. L'aléa intègre aussi les pistes détournant les écoulements naturels, et le plateau au Nord des services techniques municipaux (circuit de conduite sur glace), où les écoulements peuvent s'étaler. La hauteur des écoulements libres ne devrait pas dépasser une trentaine de centimètres sur la zone plane.
 - à l'Est de Roche Béranger, sur les talwegs et les pistes de ski en dépression, ainsi que sur les zones de divagation dans la station (voire, etc.). Le point bas sur le front neige où les eaux peuvent s'accumuler est classé en **aléa faible d'inondation de pied de versant [I'1]**.
 - dans les prairies humides de l'Arcelle, en pourtour des zones les plus marécageuses.

7.2.3. Crues torrentielles [T]

7.2.3.1. Phénomènes observés

Le ruisseau qui descend du vallon des lacs Achard draine un assez vaste bassin versant (xxxx ha), dispose d'une arborescence de petits affluents, mais ne produit pas de crues à caractère torrentiel marqué car il coule essentiellement sur le bed-rock, ce qui limite le transport solide à la traversée de la zone marécageuse.

7.2.3.2. Classement de l'aléa Crues à caractère torrentiel [T]

- **Aléa très fort de crues à caractère torrentiel [T4]** au plan de l'Arcelle sur le ruisseau descendant des Lacs Achard. L'emprise est adaptée au risque d'érosion de berges localisé (surtout dans la zone marécageuse) et inclue des points de débordements / divagation du ruisseau limités.

7.2.4. Glissement de terrain [G]

7.2.4.1. Phénomènes observés

Ces secteurs ne montrent pas d'indices de glissements particuliers.

7.2.4.2. Classement de l'aléa glissement de terrain [G]

- **Aléa fort de glissement [G3]**, sur les pentes raides et boisées au Nord de Roche Béranger, où des glissements superficiels peuvent se produire (surtout en cas de mauvaise gestion des eaux pluviales en amont).
- **Aléa moyen de glissement [G2]** sur les pentes fortes ne présentant pas d'indices de mouvements. Au Nord de Roche Béranger et dans le secteur de l'Arcelle, il s'agit de pentes naturelles couvertes de moraine dont la compacité est variable. Au sein et en aval de la station, il s'agit souvent de déblais / remblais. Ces derniers recommandent des précautions géotechniques et peuvent nécessiter des fondations spéciales qui supposent un surcoût de construction.
- **Aléa faible de glissement [G1]** sur les zones moyennement pentées, où l'assise rocheuse disparaît sous la couverture de moraine. Selon leur compacité -très variable- ces dernières peuvent donner lieu à de légers tassements de sol ou de petits glissements de talus en cas de terrassement inconsidéré.

7.2.5. Chutes de blocs [P]

7.2.5.1. Phénomènes observés

Entre les formes débonnaires des pols glaciaires et derrière les épicéas se cachent quelques petites barres rocheuses. Elles sont constituées de roches métamorphiques assez compactes (amphibolites et péridotites sur Roche Béranger, gabbros dans le vallon de l'Arcelle), qui donnent rarement lieu à des éboulements. Mais les éboulis à gros blocs qui s'étalent en pied témoignent d'une activité sporadique, concernant plutôt des volumes de plus d'1m³.

7.2.5.2. Classement de l'aléa chutes de blocs [P]

- **Aléa très fort de chutes de blocs [P4]**, sur les principales barres rocheuses à l'Est de Roche Béranger, en amont de la station, se prolongeant par un court tablier d'éboulis à gros blocs.
- **Aléa fort de chutes de blocs [P3]**,
 - sur une ancienne petite carrière de matériaux située au sein de la station de Roche Béranger, où malgré des remblais, le risque que se détache une masse de 1 à 3m³ environ n'est pas exclu, au regard de l'instabilité de l'escarpement, même si ce dernier ne mesure pas plus de 5m de hauteur. Certains chalets récemment construits en aval (fondations coulées au moment à l'été 2017, lors des investigations de terrain) sont exposés;
 - sur les barres rocheuses dominant l'Arcelle, se prolongeant par un bref tablier d'éboulis à gros blocs mais où les éboulements paraissent rares et où, à il n'a pas été noté de masses prêtes à se détacher à 1e vue.

5.3. SECTEUR III : DOMAINE SKIABLE

7.3.1. Descriptif général du site

L'assise de roches métamorphiques (gabbros sur la majeure partie, chloritoschistes sur le secteur des Gaboureaux et à l'Ouest du Col de la Balme), rabotée par les glaciers würmiens, forme des reliefs généralement assez doux sur le domaine skiable, hormis au niveau des escarpements de la Croix de Chamrousse. De fait, les aléas sont assez limités.

Du ruissellement se produit nécessairement un peu sur les pistes de ski, mais le domaine étant très évolutif et ne comportant pas d'enjeu d'urbanisation, ces phénomènes n'ont pas été affichés sur la carte des aléas.

7.3.2. Glissement de terrain [G]

7.3.2.1. Phénomènes observés

Les roches métamorphiques étant souvent affleurantes ou subaffleurantes, il n'a pas été observé d'indices de glissement de terrain.

7.3.2.2. Classement de l'aléa glissement de terrain [G]

- **Aléa moyen de glissement [G2]** sur les pentes les plus raides lorsque le substratum n'affleure pas, ce qui est surtout le cas au Nord-Est de Roche Béranger.
- **Aléa faible de glissement [G1]** sur les pentes modérées lorsque le substratum est enfoui sous une couche de moraine, dont la matrice si elle s'avère lâche peut provoquer de légers tassements de sol par fluage, en cas de saturation en eau.

7.3.3. Chutes de blocs [P]

7.3.3.1. Phénomènes observés

Les flancs de la Croix de Chamrousse et du Rocher de la Perche sont couverts d'éboulis qui témoignent d'une activité discrète mais régulière. Des nombreux autres petits escarpements isolés se détachent vraisemblablement parfois quelques blocs, mais s'agissant de zones naturelles, le recensement des phénomènes historiques n'a pas été poussé plus précisément.

7.3.3.2. Classement de l'aléa chutes de blocs [P]

- **Aléa très fort de chutes de blocs [P4]** au pied des escarpements et petites barres rocheuses pouvant produire des chutes de blocs.
- **Aléa fort de chutes de blocs [P3]** (largement plus courant sur ce secteur que l'aléa très fort P4), concernant la multitude de petites barres rocheuses de quelques mètres de hauteur. L'activité des éboulements y est généralement très faible, a fortiori s'agissant de gros volumes. Ce secteur ne présentant pas d'enjeu d'urbanisation a priori, l'emprise des ces micro-zones d'aléas a été déterminée en partie sur le terrain, en partie par analyse du lidar réalisé par Syntegra, couplée avec l'orthophotographie.

7.3.4. Avalanches [A]

7.3.4.1. Phénomènes observés

Outre des micro-panneaux, la CLPA [Carte de Localisation des Phénomènes Avalancheux, IRSTEA] affiche 4 couloirs empruntés par des avalanches sur ce secteur (cf extrait de la CLPA sur la carte des phénomènes). Le PIDA [Plan de Déclenchement Préventif des Avalanches] prévoit bien des tirs sur le panneau N°5 de la CLPA et sur le panneau N°6 - CLPA du Rocher de la Perche.

7.3.4.2. Classement de l'aléa Avalanches [A]

- **Aléa fort d'avalanche [A3]** sur les pentes raides du versant Ouest de la Croix de Chamrousse. L'aléa fort [A3] correspond à l'emprise pouvant être atteinte par les écoulements denses.

5.4. SECTEUR IV : COMBE DU TELESIEGE DE CASSE ROUSSE

7.4.1. Descriptif général du site

Cette combe est creusée en partie basse dans les micaschistes, en partie haute dans les dolomies du Trias, et sur le flanc Est de la partie haute dans les chloritoschistes. Ces terrains ne sont donc pas particulièrement stables, d'autant que les pentes s'avèrent assez soutenues. Le fond large dans laquelle descend la piste de ski est constitué de terrains meubles, mélange de niveaux altérés, colluvions et moraines.

7.4.2. Ruissellement [V]

7.4.2.1. Phénomènes observés

Les phénomènes de ravinement observés sont sans rapport avec la faible étendue de leur bassin versant, ni avec l'intensité modérée des pluies qui les ont occasionnés. Ils sont directement imputables aux travaux de profilage de la piste, et devraient donc s'estomper au cours des années, si le tapis végétal se développe bien.

N°	Phénomènes observés	Source
V.4	Piste de ski descendant du Col de la Balme au bas du télésiège de Casse Rousse: traces de ravinement marqué suite à des pluies en septembre 2017. Petits piège à matériaux/bassins de rétention aménagés au bas des saignées, avant le rejet sur le ruisseau, tous comblés de sédiments. Crue du ruisseau (affluent des Pourrettes, se jettant dans le Domenon) avec érosions localisées. Phénomènes non spectaculaires mais visiblement assez rares, et directement liés aux travaux d'aménagement de la piste.	Observations AGC

7.4.2.2. Classement de l'aléa ruissellement et ravinement [V]

- **Aléa moyen de ruissellement [V2]** sur la piste de ski descendant dans le vallon, qui risque d'être soumise à des ravinements en cas de très fortes précipitations
- **Aléa faible de ruissellement [V1]** sur la partie basse en aval.

7.4.3. Glissement de terrain [G]

7.4.3.1. Phénomènes observés

Les niveaux altérés de ces formations géologiques étant riches en argiles et en sables, c'est le secteur où les terrains s'avèrent les plus instables du territoire de la commune.

N°	Phénomènes observés	Source
G.1	Nord-Est du petit col situé entre l'Aiguille et la petite cime cotée 1873 : glissement actif aux abords et en aval d'une source émergeant dans les terrains triasiques.	Observations AGC
G.2	Versant Est de l'Aiguille: nombreuses traces de glissements qui paraissent assez superficiels (pentes raides). Certains atteignent peut-être 2m d'épaisseur. Certaines formes évoquent aussi des demi-dolines (sous-tirages?)	Observations AGC

7.4.3.2. Classement de l'aléa glissement de terrain [G]

- **Aléa très fort de glissement [G4]**
 - sur les flancs en rive gauche et droite du vallon au Nord du Col de la Balme, où s'observent des glissements de terrains étendus, même s'ils sont peut-être assez superficiels;
 - dans le prolongement Nord de l'éperon qui se situe au centre du vallon, qui correspond à une passée de Trias assez argileux où se sont déclenchés des glissements qui paraissent plus sérieux.
- **Aléa fort de glissement [G3]** sur toutes les pentes assez raides du vallon ne présentant pas d'indices de glissements actifs, mais dont la configuration se rapproche des zones où sont observés des mouvements de sol. Des arrachements, voire des coulées de boue peuvent se produire dans ces niveaux altérés des micaschistes.

7.4.4. Effondrement [F]

7.4.4.1. Phénomènes observés

N°	Phénomènes observés	Source
F.1	Crête des Ramettes: 2 dolines bien marquées, larges de plusieurs mètres et profondes d'autant.	Observations AGC

7.4.4.2. Classement de l'aléa effondrement [F]

- **Aléa moyen d'effondrement [F2]** sur le flanc Ouest du vallon, où affleurent les cargneules et dolomies du Trias, sachant que des dolines sont visibles sur la crête et que les formes de mouvements de sol plutôt attribuées à des glissements pourraient provenir aussi de petits fontis ou de sous-tirages dans ces formations.
- **Aléa faible d'effondrement [F1]** en aval des zones d'aléas moyens, lorsque les formes de mouvements de terrain disparaissent.

7.4.5. Chutes de blocs [P]

7.4.5.1. Phénomènes observés

N°	Phénomènes observés	Source
P.4	Eperon central de la combe: écroulement et chaos de très gros blocs au pied de la petite barre rocheuse formant une balme.	Observations AGC

7.4.5.2. Classement de l'aléa chutes de blocs [P]

- **Aléa très fort de chutes de blocs [P4]** au pied des escarpements de micascistes en rive gauche du vallon (Crête des Ramettes), des escarpements de chloritoschistes sur le crêt central, et surtout de l'éperon triasique s'avancant dans leur prolongement, qui a déjà livré de très gros blocs (même si le phénomène doit être très rare).

7.4.6. Avalanches [A]

7.4.6.1. Phénomènes observés

Sur le vallon au Nord-Ouest du Col de la Balme, la CLPA [Carte de Localisation des Phénomènes Avalancheux, IRSTEA] affiche 1 couloir au Nord-Ouest du Col de la Balme (couloir N°3), 1 autre bien identifié au Nord-Est de l'Aiguille (couloir N°4), et plusieurs trajectoires dans ce secteur qui rejoignent la piste de ski (cf extrait de la CLPA sur la carte des phénomènes). Le PIDA prévoit aussi le déclenchement préventif de 2 couloirs pouvant atteindre le télésiège de Casse Rousse.

Au Nord-Est du Col de la Balme, la CLPA recense des départs de coulées sur tout le versant Nord-Ouest de la Croix de Chamrousse (parmi les principaux, couloirs 8-9-10-11-12). Les dégâts observés sur les pins **[A.0 sur notre propre carte des phénomènes]** confirment que la trajectoire N°11 peut franchir le chemin et la N°10 l'atteindre (CLPA à étendre sur celui-ci).

Ces coulées de neige ont vraisemblablement été déclenchées préventivement dans le cadre du PIDA qui compte 4 couloirs à purger sur ce secteur.

7.4.6.2. Classement de l'aléa Avalanches [A]

- **Aléa fort d'avalanche [A3]** sur les pentes raides au Nord-Ouest du Col de la Balme, au Nord-Est de l'Aiguille et sur le versant Nord-Ouest de la Croix de Chamrousse, quasiment dans la même emprise que les risques de chutes de blocs et de glissements de terrain. L'aléa fort [A3] correspond à l'emprise pouvant être atteinte par des écoulements denses et de petits aérosols.

5.5. SECTEUR V : VALLON DU LAC ACHARD, VALLONS DES LACS ROBERT, LES VANS

7.5.1. Descriptif général du site

Il s'agit des reliefs les plus escarpés du territoire de la commune. Taillés dans les roches métamorphiques qui affleurent presque partout sur ce secteur, ils ne présentent pas de risques de glissement de terrain, mais de très nombreuses zones potentiellement exposées aux risques de chutes de blocs et aux petites avalanches.

7.5.2. Inondation de pied de versant [I']

7.5.2.1. Classement de l'aléa inondation de pied de versant [I']

Cet aléa correspond aux très nombreux lacs [I'4], au pourtour des principaux [I'3], et à de très nombreux micro-lacs [I'3 à I'2] selon la hauteur d'eau potentielle. Les zones d'aléa moyen [I'2] correspondent plutôt à des zones marécageuses où les hauteurs d'eau ne peuvent excéder 1m a priori.

7.5.3. Crues torrentielles [T]

7.5.3.1. Phénomènes observés

Aucun phénomène érosif n'a été constaté dans le vallon des Lacs Achard, où le ruisseau coule sur le bed-rock.

7.5.3.2. Classement de l'aléa Crues à caractère torrentiel [T]

- **Aléa très fort de crues à caractère torrentiel [T4]** sur l'émissaire des lacs Achards, qui descend sur le plan d'Arcelle. Le risque d'érosion de berges est très limité, celui de débordements complètement nuls dans le haut vallon.

7.5.4. Chutes de blocs [P]

7.5.4.1. Phénomènes observés

Les éboulis couvrent toutes les pentes au pied des escarpements rocheux, témoignant d'une activité discrète mais régulière. S'agissant de zones naturelles, le recensement des phénomènes historiques n'a pas été poussé plus précisément.

7.5.4.2. Classement de l'aléa chutes de blocs [P]

- **Aléa très fort de chutes de blocs [P4]** au pied des très nombreux escarpements et petites barres rocheuses pouvant produire des chutes de blocs sur ces zones naturelles.

7.5.5. Avalanches [A]

7.5.5.1. Phénomènes observés

La CLPA [Carte de Localisation des Phénomènes Avalancheux, IRSTEA] recense 14 principaux couloirs pour lesquelles elle dispose d'une fiche signalétique propre avec des informations précises sur les phénomènes observés (provenant essentiellement des pisteurs et des comptes rendus d'accident publiés sur les sites de pratique du ski de randonnée). Y sont aussi affichés de très nombreux panneaux dont l'activité récurrente n'a pas fait l'objet de renseignement plus précis.

Sur les Vans, l'affichage de phénomènes avérés (en rose) semble très prudent par rapport aux témoignages de pratiquants du ski de randonnée confirmant bien des coulées observées sur les emprises orange (correspondant seulement à de la photo-interprétation sur la CLPA).

7.5.5.2. Classement de l'aléa Avalanches [A]

S'agissant de zones naturelles sans enjeu d'urbanisation, l'aléa fort est porté jusqu'à l'emprise maximale que ces phénomènes pourraient atteindre avec une probabilité centennale, sans niveaux dégressifs.

- **Aléa fort d'avalanches [A3]**

- sur les versants dominant le lac Achard et le Col de l'Infernet, ainsi que sur l'envers du Roc de la Perche, où s'observent régulièrement des coulées;
- sur les flancs de Casse Rousse, du Manqué, et des Vans où les coulées -d'ampleur relativement modestes- sont fréquentes et provoquent régulièrement des accidents sur les skieurs hors-pistes et les skieurs de randonnée;
- dans les trajectoires privilégiées des petites avalanches se déclenchant sous les pentes du versant Nord-Ouest de la Croix de Chamrousse et sur le couloir de Casse Rousse.

8. SISMICITE

8.1. REGLEMENTATION PARASISMIQUE GENERALE

La France dispose depuis le 24 octobre 2010 d'une nouvelle réglementation parasismique, entérinée par la parution au Journal Officiel de deux décrets sur le nouveau zonage sismique national et d'un arrêté fixant les règles de construction parasismique à utiliser pour les bâtiments de la classe dite « normal » sur le territoire national. Ces textes permettent l'application de nouvelles règles de construction parasismique telles que les règles Eurocode 8 depuis le 1^{er} mai 2011.

Les limites du zonage sont désormais communales. Le territoire national est ainsi divisé en 5 zones de sismicité, allant de 1 (aléa très faible) à 5 (aléa fort).

La réglementation s'applique aux nouveaux bâtiments, et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières, dans les zones de sismicité 2, 3, 4 et 5.

Accès aux textes législatifs et à plus détails sur la réglementation:

- Décret no 2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique,
- Décret no 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français,
- et Arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

8.2. NIVEAU DE SISMICITE DE LA COMMUNE

La commune de CHAMROUSSE est classée en zone de sismicité de niveau 4 (moyen).

9. BIBLIOGRAPHIE - SOURCES DE DONNEES

Guides méthodologiques de référence pour l'élaboration des Plans de Prévention des Risques Naturels			
Date	Intitulé	Edition	Auteur / Maître d'ouvrage
2015	- Avalanches		Ministère de l'Ecologie et du Développement durable, Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques - SDPRM
2006	- Cahier de recommandations sur le contenu des PPR	La Documentation française	
2003	- Guide de la concertation		
2003	- Risque d'inondation - Ruissellement péri-urbain. Note complémentaire		
1999	- Mouvements de terrain		
1999	- Risque d'inondation		
1997	- Guide Général		

Etudes diverses - sources de données				
Date	Auteur	Intitulé	Référence	Maître d'ouvrage
		Etudes hydrauliques voisines		
2012	TEREO-HYDRETTUDES	Ruisseau du Vernon et affluents: étude hydraulique et écologique. Phase 1 - Diagnostic. Phase 3 - Schéma d'aménagement	2011080	
2008	BURGEAP	Le Vernon à Vaulnaveys-Le-Haut. Expertise hydraulique du Vernon.	RGr00130/A20767/CGrZ080306	Commune de Vaulnaveys-le-H.
1987	SUD-AMENAGEMENT BIC Ingénieurs Conseils	Le Vernon et Le Premol. Etude hydrologique et hydraulique.		Conseil Général de l'Isère
		Etudes de modélisation avalanches		
2018	TORAVALE	Etude des risques d'avalanches sur le quartier du Recoin.	-	Commune de Chamrousse
		Etudes géotechniques		
2018	ALPES-GEO-CONSEIL	Diagnostic géotechnique et préconisation d'avant projet G2-AVP concernant le ravinement d'un talus à l'arrière d'un bâtiment à Chamrousse.	G2 AVP 3008 18	Chastagnol Immobilier
2018	SAGE	Etude globale de stabilité des terrains. Secteur du Recoin. Station de Chamrousse.	RP 8432	Commune de Chamrousse
2015	SAGE	Station de Chamrousse 1650. Parking souterrain Duhamel. Etude géotechnique.	RP6817	Commune de Chamrousse
2011	SAGE	Création de la voirie du futur lotissement (des Roches vertes) situé sur le haut du secteur du Recoin. Etude géotechnique d'avant-projet	RP4936	Commune de Chamrousse
2005	SAGE	TSD de Bachat - Station de Chamrousse	RP2993	Pomagalski SA
2005	SAGE	TSD de L'Arselle- Station de Chamrousse	RP2971	Pomagalski SA
1997	SOLENE	TSF4 - Lacs Robert - Compte-rendu de visite de fond de fouille	SG659GR	Pomagalski SA
		Cartes des aléas		
2017	ALPESGEOCONSEIL	Carte des aléas de la commune de VAULNAVEYS-LE-HAUT	2778.17	Grenoble-Alpes-Métropole
2017	ALP'GEORISQUES	Carte des aléas de la commune de VAULNAVEYS-LE-BAS		Grenoble-Alpes-Métropole
1992	RTM	Rapport pour la commission départementale des risques naturels dits "R111-3" - Délimitation des risques naturels de la commune de Chamrousse		
		Bases de données multi-phénomènes		
<i>Bases de données consultées mais ne signalant aucun phénomène:</i>				

	RTM-ONF	Base de données du service RTM	http://rtm-onf.ifn.fr/
	BRGM	BD MVT - Base de données Mouvements de terrain	http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/mouvements-de-terrain
		Géologie - Géomorphologie	
	BRGM	Carte géologique numérisée- Echelle 1/50000	www.infoterre.fr www.geoportail.gouv.fr
		Photographies aériennes anciennes	
	IGN	Missions IGN historiques	www.geoportail.gouv.fr
		Témoignages	
	Habitants de la commune	Interrogés individuellement sur place par Alpes-Géo-Conseil début 2017.	

10. GLOSSAIRE

Termes techniques	
PHENOMENE	Un phénomène naturel correspond à la manifestation d'un agent naturel (ou parfois anthropique) mettant en jeu les lois fondamentales de la physique du globe (gravité, thermodynamique, hydraulique, géodynamique, etc.).
ALEA	L'aléa caractérise un phénomène naturel (inondation, mouvement de terrain, séisme, avalanche...) d'occurrence et d'intensité donnée.
ENJEU	Les enjeux désignent les personnes, biens, activités, moyens, patrimoine susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel.
VULNERABILITE	La vulnérabilité est la mesure des dommages de toutes sortes (humains, matériels, etc.) rapportés à l'intensité de l'aléa.
RISQUE	Le risque est la possibilité d'un événement d'origine naturelle ou anthropique affectant des enjeux.
RISQUE MAJEUR	Le risque majeur est la possibilité d'un événement d'origine naturelle ou anthropique, dont les effets peuvent mettre en jeu un grand nombre de personnes, occasionner des dommages importants et dépasser les capacités de réaction de la société.
HYDROLOGIE	
CHAMPS D'EXPANSION DES CRUES	<u>Définition juridique:</u> Zones subissant des inondations naturelles qui font toujours partie, par définition, du lit majeur d'un cours d'eau. A distinguer des zones de sur-inondation définies à l'article L. 211-12 du Code de l'environnement des zones naturelles d'expansion de crues. (source: http://www.journaldelenvironnement.net/article/definition-juridique-des-zones-d-expansion-des-crues,9306)
LAVE TORRENTIELLE	Terme scientifique désignant un écoulement torrentiel caractérisé par une très forte charge solide, supérieure à la proportion d'eau dans le mélange. Selon les régions, plutôt utilisé par la communauté scientifique pour des écoulements boueux, à comportement visqueux. Parfois aussi utilisé pour des écoulements plus granulaires que visqueux, notamment par les forestiers dans les Pyrénées. Dans tous les cas, ce mode d'écoulement permet la propagation de blocs de très importantes dimensions, et se caractérise par une érosion du lit particulièrement importante.
LIT MINEUR	Lit du cours d'eau en écoulement normal ou en hautes eaux.
LIT MAJEUR	Lit qu'occupe le cours d'eau lors des crues, incluant les zones inondées.
PROFIL LONGITUDINAL PROFIL EN LONG	Profil du lit d'un cours d'eau pris dans sa longueur, soit à la verticale, de son point amont à son point aval.
PROFIL LATITUDINAL PROFIL EN TRAVERS	Profil du lit d'un cours d'eau pris dans sa largeur.
PROFIL D'EQUILIBRE	Ajustement du profil en long d'un cours d'eau à une échelle de temps très longue (plusieurs milliers d'années), fruit du résultat de l'équilibre dynamique entre les processus d'érosion et de dépôt, soumis à des variables de contrôle. Tendance à s'approcher d'une forme concave.
REAU HYDROGRAPHIQUE	Ensemble d'éléments naturels (rivières) ou artificiels (réseau), drainant un bassin versant.
RIPISYLVE	Boisement croissant sur les rives des cours d'eau, souvent arbustif.
RIVE DROITE RIVE GAUCHE	Par rapport à un cours d'eau, un couloir d'avalanche, un couloir de chutes de blocs, ou tout thalweg: le côté gauche ou droit est pris par rapport au sens d'écoulement des eaux, donc "en regardant vers l'aval".
ZONES DE SURINONDATION	<u>Définition juridique (extrait):</u> Zones permettant le sur-stockage des crues. L'instauration d'une servitude de sur-inondation définie à l'article L. 211-12 du Code de l'environnement est très souvent accompagnée de travaux d'aménagements du lit du cours d'eau permettant le sur-stockage (digues, bassins, dérivations, etc.). On les appelle également "zones de rétention temporaire des eaux de crues".

	Elle peut être instaurée éventuellement sur des terrains situés en dehors du lit majeur d'un cours d'eau. (source: http://www.journaldelenvironnement.net/article/definition-juridique-des-zones-d-expansion-des-crues,9306)
AVALANCHES	
AEROSOL	Dans une avalanche de neige poudreuse, nuage de particules de glace en suspension, au front globuleux, se propageant à grande vitesse.
ECOULEMENTS DENSES	Par opposition à l'aérosol, écoulement de neige au contact du manteau neigeux. L'appellation concerne tout autant les neiges humides, lourdes, que les neiges froides et sèches.
GLISSEMENTS DE TERRAIN	
BOURRELET	Amas de terre formé par un glissement de terrain. Dans une succession de bourrelets constituant des ondulations dans les terrains, les zones de départ et d'arrêt peuvent être délicates à distinguer.
DOLINE	Dépression dans le terrain, de type entonnoir dans les cas les plus caractéristiques, pouvant avoir été formée soit par sous-tirage depuis le karst sous-jacent, soit par effondrement d'un culot de glace au retrait des glaciers (kettle), soit par suffosion (soutirage des éléments fins par des circulations hydriques dans des alluvions fluvioglaciales).
FLUAGE	Glissement lent d'un terrain.
KARST	Erosion externe et interne d'un massif calcaire sous l'effet des circulations hydriques au sein des fissures et entre les strates.
KETTLE	(=chaudron, en anglais) Dépression dans des dépôts glaciaires, formée par la fonte d'un culot de glace résiduel et isolé au retrait des glaciers.
NICHE D'ARRACHEMENT	Zone de départ d'un glissement.
REJET	Différentiel de hauteur dans une niche d'arrachement entre la partie supérieure en place et la partie effondrée (dans les glissements de faible ampleur et les glissements-plans, correspond souvent à la profondeur de la niche).
SOLIFLUXION	Glissement progressif, quasi-imperceptible, de matériaux boueux sur un versant sous l'effet de l'accroissement de leur teneur en eau.
LOUPE DE SOLIFLUXION	Lobe formé progressivement par l'amas de matériaux glissés.
CHUTES DE BLOCS	
DIACLASE	Terme géologique désignant une fissure au sein d'une roche sous l'effet de l'action de l'érosion mécanique ou chimique, et non de la tectonique (contrairement à une "faille").
DIEDRE	Terme montagnard (et par extension, géologique) désignant un élément rocheux constitué de deux pans de rochers approximativement plans qui se rejoignent pour former un angle rentrant, à la façon d'un livre ouvert.
GEOLOGIE	
FAILLE DECROCHANTE	Faille souvent verticale, le long de laquelle deux compartiments rocheux coulissent horizontalement l'un par rapport à l'autre. Ce mouvement relatif accommode aussi bien un allongement horizontal que le raccourcissement horizontal qui serait perpendiculaire à cet allongement. Les décrochements se rencontrent donc dans tous les types de contextes géodynamiques. Les failles décrochantes sont aussi parfois nommées failles coulissantes ou transformantes.
Termes anciens et termes régionaux	
BLACHE	Laïche, joncs croissant dans les prés humides et autrefois fauchée et récoltée comme litière pour le bétail.
RIVOLETS	Petits ruisseaux
SERVE	(syn. régional: BOTASSE, BOUTASSE): Bassin, en général simplement creusé dans la terre ou fermé de levées de terre, alimenté par les eaux de source, de pluie, ou de ruissellement, et anciennement destiné à l'abreuvement du bétail, voire à l'usage domestique.
SOURCINS	Petites sources
VERNES	Aulnes ou saules croissant dans les zones humides, ou le long des cours d'eau.
VORGES, VORGINES	Saules (osiers) croissant dans les zones humides, ou le long des cours d'eau, taillés et récoltés anciennement pour la vannerie.
VERCHERE	Lieu où croissent les vorges.

11. ANNEXES

11.1. CARTES INFORMATIVES DIVERSES ANNEXEES EN FIN DE RAPPORT

Carte de situation générale de la commune sur fond topographique

Annexée en fin de rapport, voir pages suivantes

- format A3

Carte de Localisation des Phénomènes Avalancheux (CLPA) - extrait

Annexée en fin de rapport, voir pages suivantes

- format A4 - paysage

Plan des Pistes

Annexée en fin de rapport, voir pages suivantes

- format A4 - paysage

Plan d'Intervention et de Déclenchement des Avalanches (PIDA)

Annexée en fin de rapport, voir pages suivantes

- format A4 - paysage

Carte des formations géologiques

Annexée en fin de rapport, voir pages suivantes

- format A3

Carte des phénomènes

Annexée en fin de rapport, voir pages suivantes

- format A3

Simulations numérique Avalanche du versant Sud de l'Aiguille à l'Est du Recoin

Explications, commentaires et planches annexée en fin de rapport, voir pages suivantes

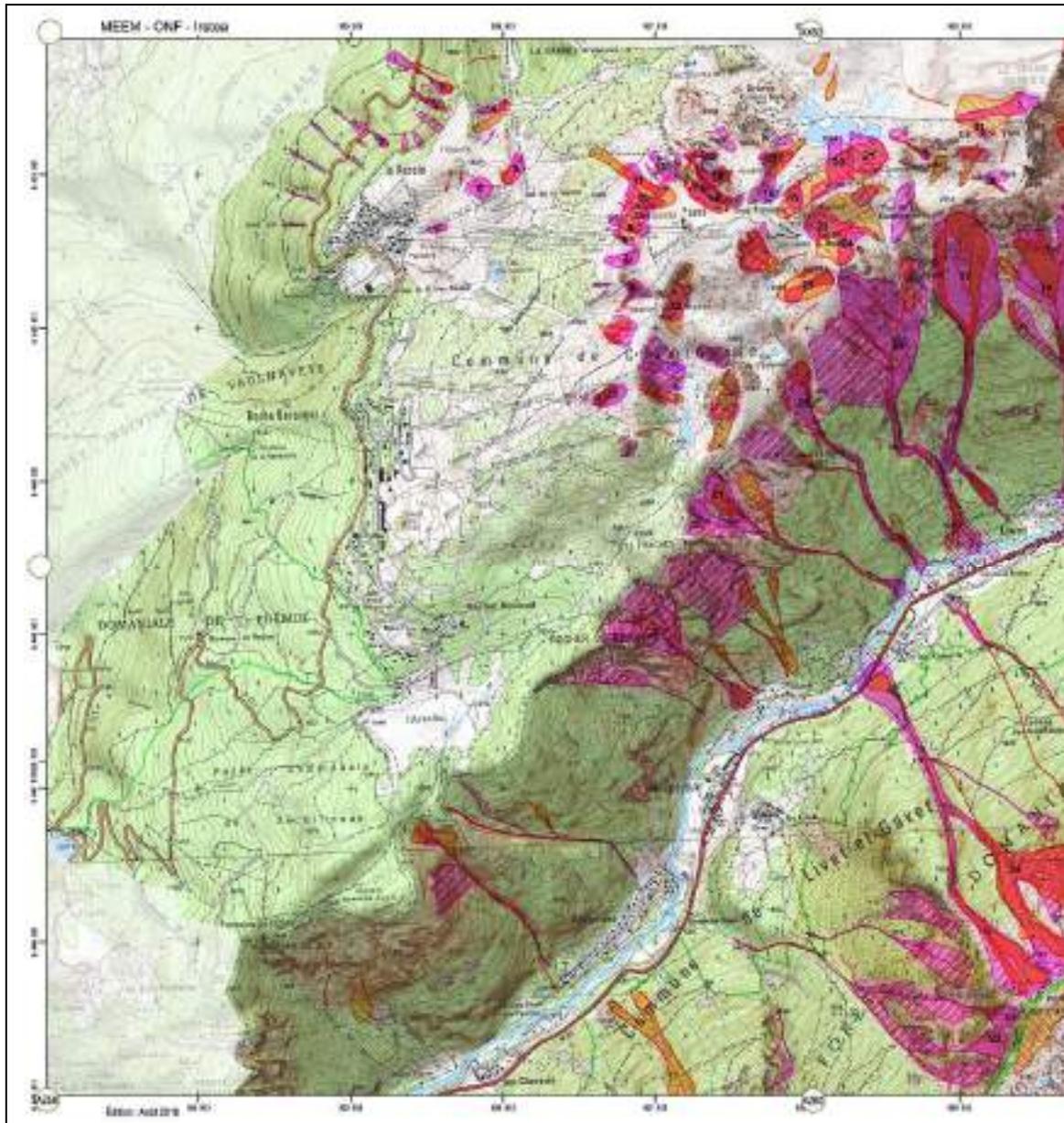
Carte des aléas sur fond cadastral

2 Feuilles isolées du rapport :

- 2 planches au format A0 chacune

- échelle 1/5 000

3.1.1. Carte de Localisation des Phénomènes Avalancheux (CLPA) réalisée par l'IRSTEA – édition 2016 (www.avalanches.fr)

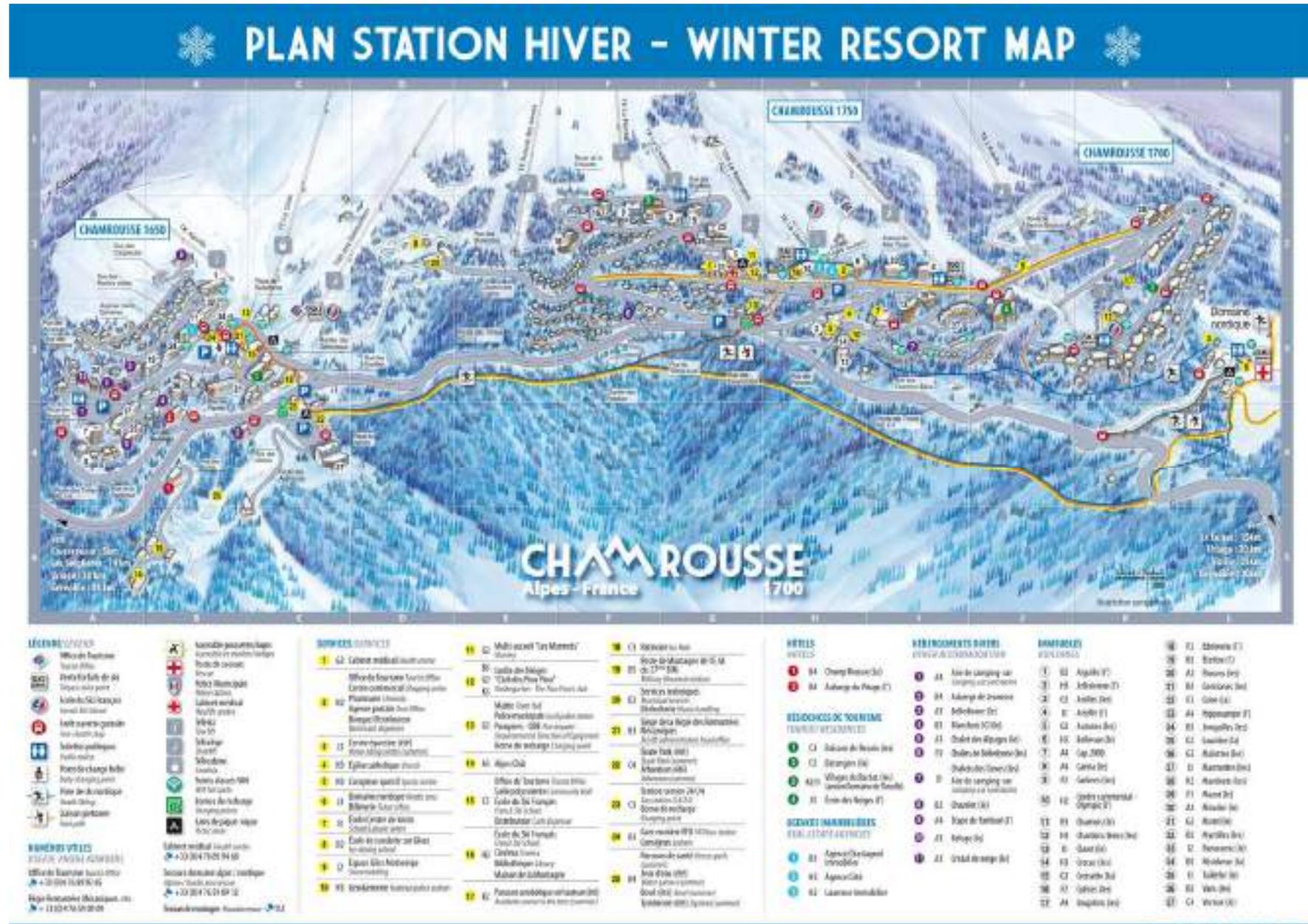


La CLPA est un document informatif qui n'a pas de valeur réglementaire et dont **l'établissement ne fait l'objet d'aucune analyse prospective**.

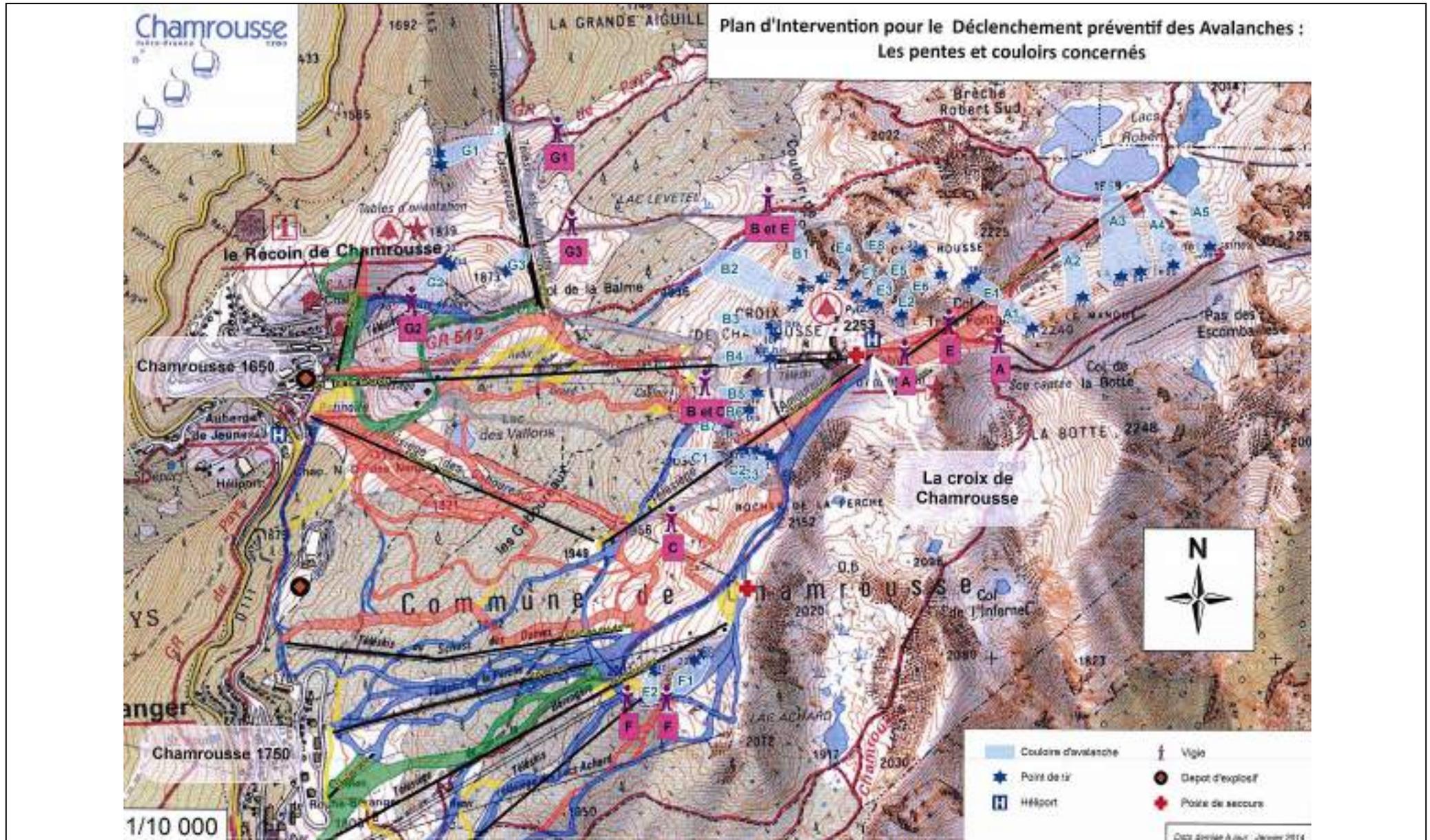
La CLPA comprend notamment un document cartographique au 1/25000 complété par des fiches signalétiques.

La carte CLPA représente 3 thèmes d'information :

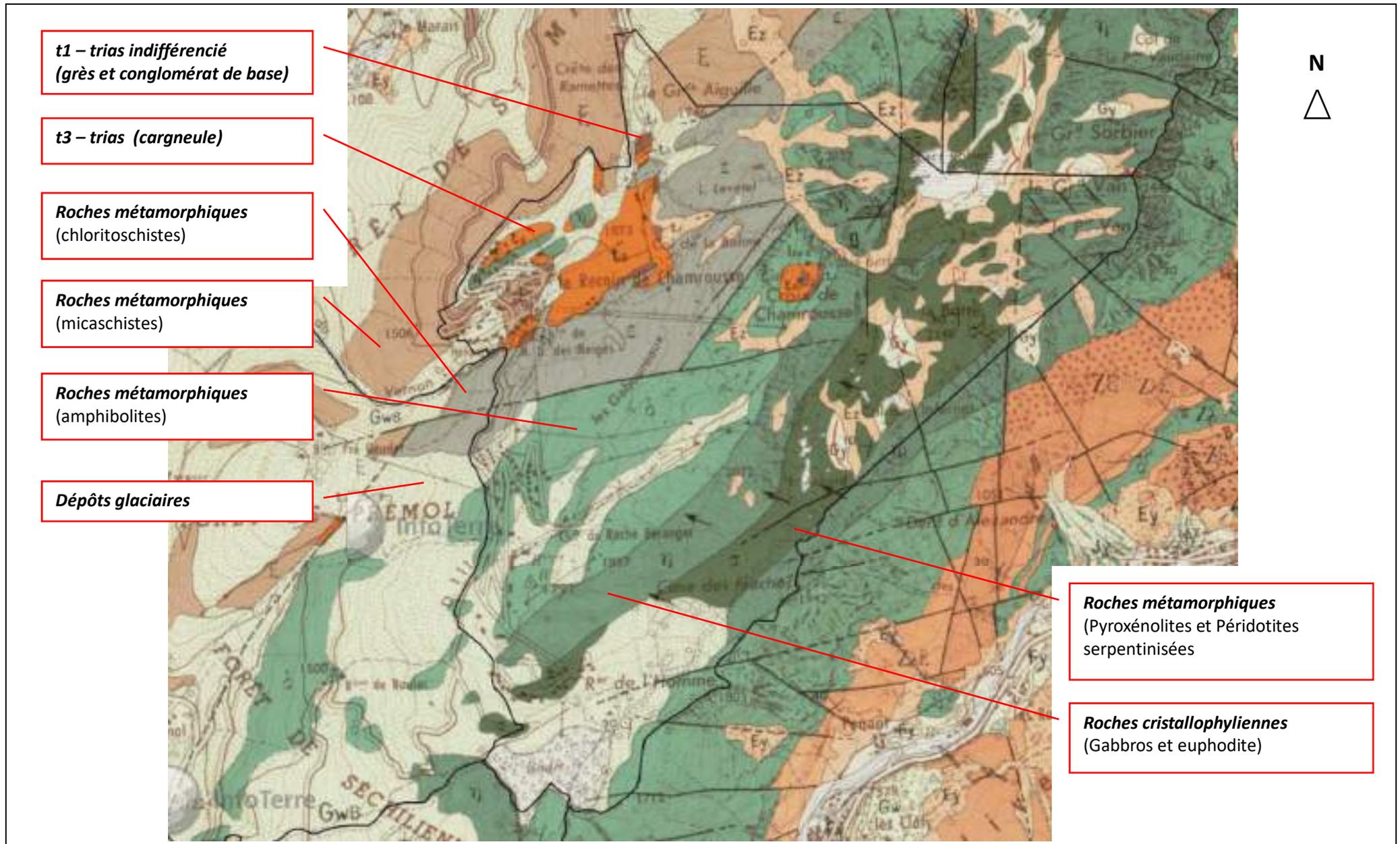
- le résultat d'une **étude sur photos aériennes** (photo-interprétation et analyse de terrain) figurant en **orange**,
- le produit d'un recueil de **témoignages par enquête**, figurant en **magenta**,
- et, à titre informatif, les dispositifs de protection fixes, sous forme de surcharges noires.



3.1.3. Plan d'Intervention pour le Déclenchement Préventif des Avalanches (PIDA) - mise à jour de janvier 2015: pentes et couloir concernés



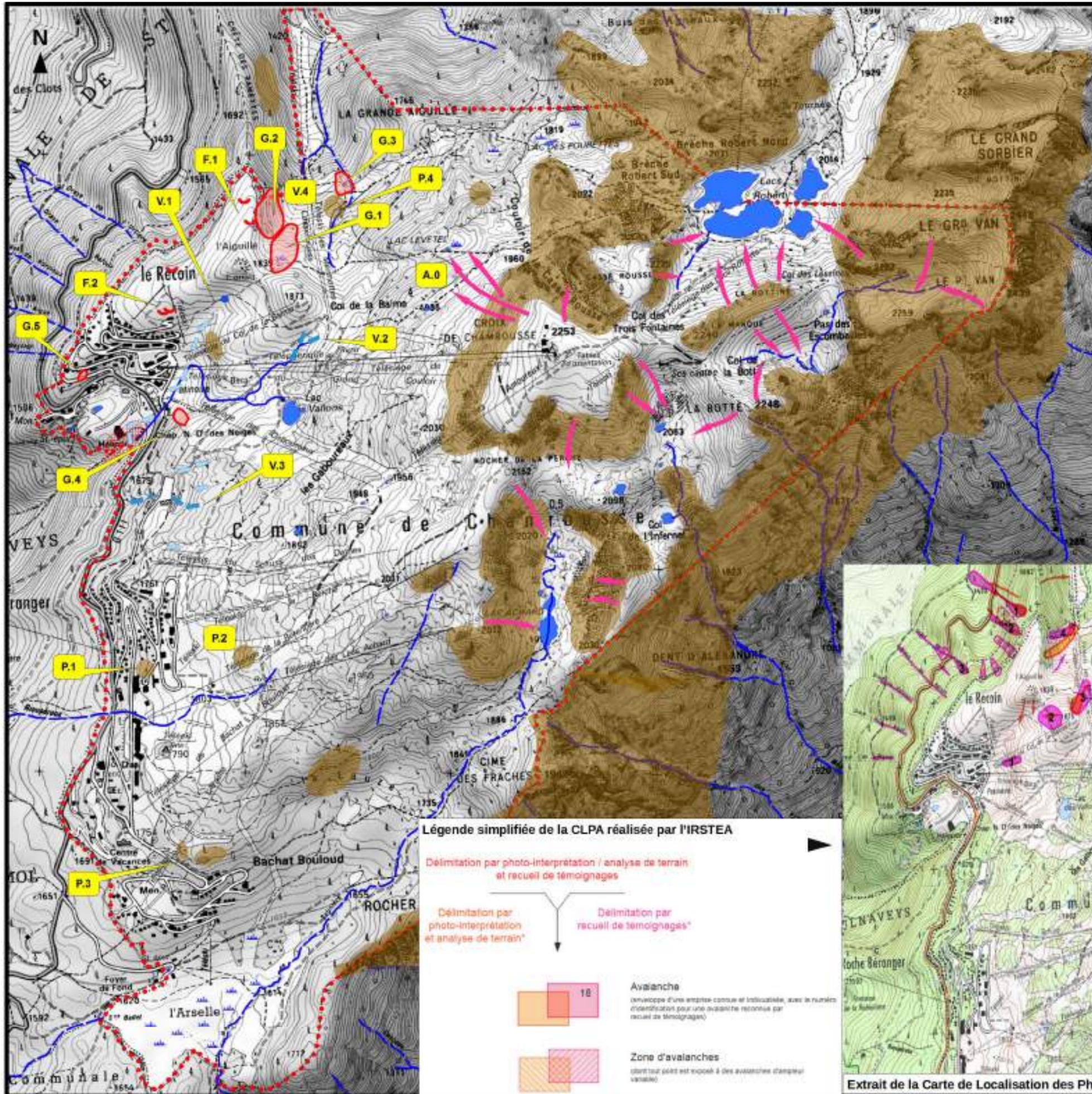
3.1.4. Carte géologique (extrait de la carte BRGM)



3.1.5. Carte des phénomènes

Voir page suivante

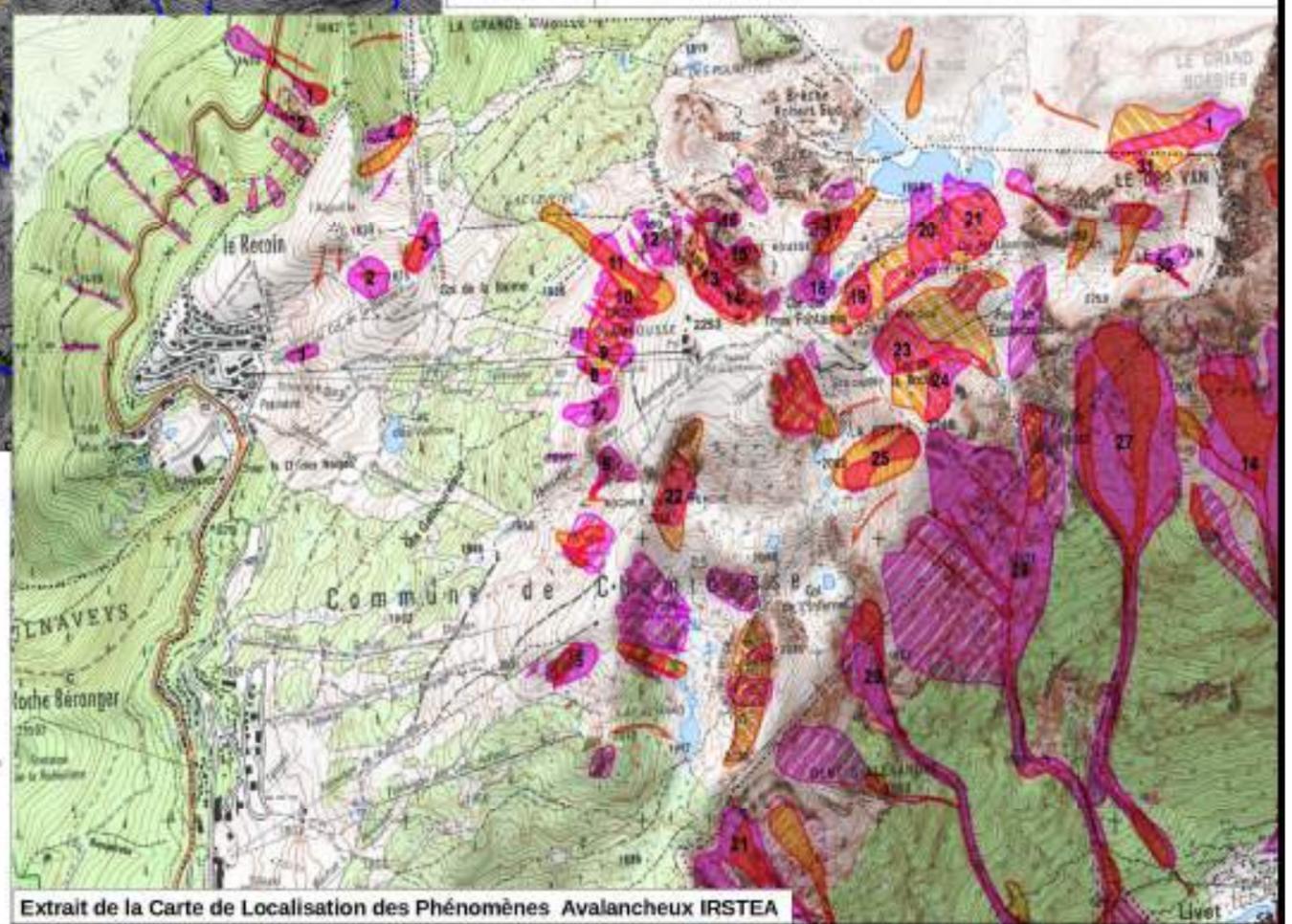
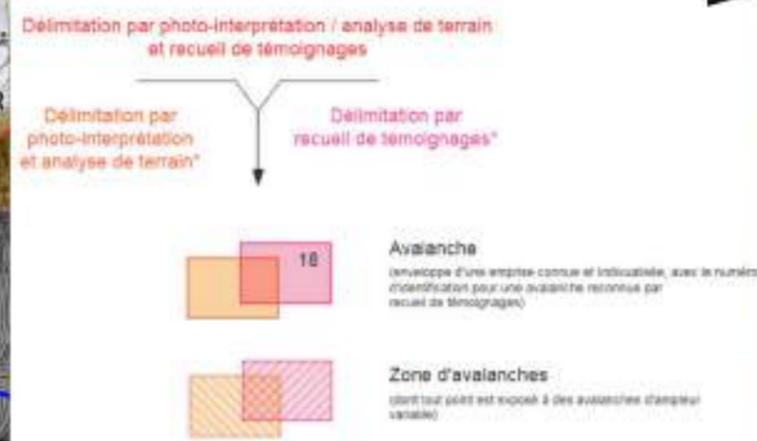
Dossier de la carte des aléas de CHAMROUSSE
 CARTE DES PHENOMENES Alpes-Géo-Conseil / RTM 2018



Légende		Réseau hydrographique
	Sources	
	Sources diffuses, terrains marécageux	
	Principaux cours d'eau à écoulement permanent	
	Principaux cours d'eau à écoulement temporaire	
	Lacs, Plans d'eau	
		Mouvements de terrain
	Glissements actifs ou historiques	
	Doline	
	Principales zones de départ potentiel de chutes de blocs : escarpements et affleurements rocheux	
	Remblai massif	
		Phénomènes hydrauliques
	Débordement de cours d'eau sévère Ruissellement sévère (ravinement)	
	Écoulements diffus, peu sévères	
		Phénomènes avalancheux
	Coulée de neige, avalanche observée	
	N° de renvoi aux explications du rapport	
	Limite communale	

Echelle 1/20 000 - Scan 25 © IGN

Légende simplifiée de la CLPA réalisée par l'IRSTEA



Extrait de la Carte de Localisation des Phénomènes Avalancheux IRSTEA

**PLAN LOCAL D'URBANISME
DE CHAMROUSSE**



ANNEXES DU DIAGNOSTIC TERRITORIAL

**6 – SCHÉMA DE GESTION DES RESSOURCES EN
EAU INTÉGRANT LA NOUVELLE RETENUE DE
ROCHE-BÉRANGER**

Dossier d'approbation par
le Conseil Municipal en
date du 25 Novembre
2019

Le Maire
Philippe CORDON



DIRECTION DÉPARTEMENTALE
DES TERRITOIRES DE L'ISÈRE
Service Environnement

PE : **26 MARS 2019** PEMA :
PN : ASST :
Autre service :

BUREAU DE LA CLÉ

AVIS FAVORABLE

avec réserves et recommandations

Dossier n°95

Projet de création d'une retenue d'altitude sur le secteur de Roche Béranger, Chamrousse

Doc. établi par le Secrétariat de la CLÉ, 08 mars 2019

LE HUIT MARS DE L'AN DEUX MILLE DIX-NEUF, LE BUREAU DE LA CLÉ S'EST REUNI, A VIF, SOUS LA PRÉSIDENCE DE MADAME MARIE-NOËLLE BATTISTEL, PRÉSIDENTE DE LA CLÉ.

Présents à voix délibérative :

Marie-Noëlle BATTISTEL (Présidente CLÉ), Christophe MAYOULSIER (Grenoble Alpes Métropole), Michel ARNAUD (EDF), Gilles STRAPPAZZON (CR Romanche/CD38), Georges RAVANAT (FRAPNA 38), André GENEVOIS (Ox-en-Oisans), Paul POULLET (Association des Industriels), Cécile CLEMENT (ARS), Frank LELEU (Fédération de pêche), Daniel GARCIN (Vaulnaveys-Le-Haut), Maryse BARTHELEMI (SIGREDA), Hélène MARQUIS (ODT 38), Olivier BERTRAND (SPL Eaux de Grenoble), Alain GINIES (CC Oisans), David TRAUTMANN (AERMC), Jean-François TROSSERO (SIE Cote de Corps), Sam TOSCANO (Pont-de-Clab).

Personnes associées présentes :

Maud BALME (CR Romanche/SACQ), Bruno MANEVAL (GAM), Théophile BLANC (SPL Eaux de Grenoble), Jean-Baptiste BUTIN (ODT 38), Jean-Charles FRANÇAIS (CD38), Philippe CORDON (Chamrousse), Léo CASSARO (MDP Consulting), Fabienne LEFEBVRE (SAGE Environnement), Frédéric GERMONIN (Régle des remontées Chamrousse), Daniel LIGNEY (DGS Chamrousse), Alain MEOT (MDP Consulting), Aurélie CAMPOY (sec. CLÉ), Romain TARTREAU (sec. CLÉ), Ons MEJRI (sec. CLÉ).

Personnes excusées : Guy GENET (VIF), BOISSON (EAF), Sabine SAMBLAT (EDF), Marie-Claire TERRIER (CC Trèves), André SALVETTI (Bourg d'Oisans), Jérôme DUTRONCY (EP SCOT)

CLÉ Drac-Romanche

5 avenue du Portail Rouge
38450 VIF
Tél. : 04 78 75 18 39
Fax : 04 78 75 24 41
www.drac-romanche.com



RAPPEL DU CONTEXTE

La Commission locale de l'eau du Drac et de la Romanche, que j'ai l'honneur de présider, a été mise en place par arrêté préfectoral en décembre 2002 et constitue un parlement de l'eau réunissant des représentants des collectivités (1/2), des usagers (1/4) et des services de l'Etat (1/4).

La première mission de la CLE a été d'élaborer le Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) pour le territoire du Drac et de la Romanche, constitué de 117 communes sur près de 2 500 km² allant côté Romanche, des sources de la Romanche à la confluence avec le Drac, et côté Drac, du lac du Sautet à la confluence avec l'Isère à Grenoble.

Le SAGE a été voté à l'unanimité le 10 décembre 2018 et approuvé par le Préfet le 15 février 2019. Nous travaillons désormais à sa mise en œuvre.

Le Préfet sollicite la Commission Locale de l'Eau pour formuler un avis sur les dossiers faisant l'objet d'une autorisation au titre de la loi sur l'eau ou au titre des Installations Classées pour l'Environnement.

La CLE a décidé que cette obligation pouvait être l'occasion, pour les porteurs de projet, de présenter aux élus et usagers du territoire composant le Bureau de la CLE, le contenu de leur projet dans le cadre d'une démarche de conciliation des impératifs de gestion et de protection de la ressource en eau avec les impératifs d'aménagement du territoire.

Le très grand intérêt de l'existence de la CLE est en effet de faciliter le dialogue et la concertation entre tous les acteurs de l'eau et de promouvoir ainsi la coordination des politiques publiques.

Par courrier du 15 janvier 2019, le Préfet de l'Isère a sollicité l'avis de la CLE sur le projet de création d'une retenue d'altitude sur le secteur de Roche Béranger à Chamrousse. Le porteur du projet est la Régie des Remontées Mécaniques de Chamrousse. Le projet a été présenté au bureau de la CLE le 8 mars 2019.

PRÉSENTATION DU PROJET ET DE SON IMPACT SUR LA RESSOURCE EN EAU ET LES MILIEUX AQUATIQUES

Identification du demandeur

Le projet de construction de la retenue d'altitude sur le secteur de Roche Béranger (Chamrousse) est porté par la régie des remontées mécaniques de Chamrousse. La régie des remontées mécaniques de Chamrousse est un établissement public à vocation industriel/commercial qui a débuté son activité en octobre 2007. La présidence est assurée par Jean Pourtier.

Localisation et vocation du projet

Le projet est situé sur le domaine skiable de Chamrousse sur le secteur de Roche Béranger.

Dans un contexte de diminution des précipitations neigeuses, la commune et la régie d'exploitation du domaine skiable ont choisi d'orienter leur stratégie d'adaptation vers la consolidation d'un réseau d'enneigement déjà performant.

Cette stratégie ne peut pas reposer sur des prélèvements directs dans les masses et cours d'eau se trouvant sur la commune pour des raisons évidentes d'hydrologie et d'environnement. Il a donc été décidé de stocker l'eau nécessaire à l'alimentation du réseau neige de façon à pouvoir réguler les prélèvements de la ressource de la manière la plus intelligente.

La demande d'autorisation concerne le projet de création d'une retenue d'altitude de 93 100 m³ sur le domaine skiable de la station de Chamrousse. Le site est bordé par une piste 4x4 au Nord-Est, par le télésiège du Bachat Boulioud au Sud-Est et par des bosquets à l'Ouest. Il est situé à une altitude variante entre 1810 et 1840 m NGF.

CLÉ Drac-Romanche

5 avenue du Portail Rouge
38460 VIF
Tél. : 04 78 75 18 38
Fax : 04 78 75 24 41
www.drac-romanche.com



Le site projeté pour la retenue est actuellement partiellement utilisé sur ses bords en hiver pour le passage de la piste des Coqs. Les 2 itinéraires (vers le front de neige de Roche Béranger, et vers le TSD Bachat) seront reconstitués autour de la digue de l'ouvrage, pour maintenir les flux de skieurs, tout en reprenant leur profil en long pour avoir des pistes strictement descendantes.

Les principales caractéristiques de l'ouvrage

Géométrie de l'ouvrage	Retenue projetée
Crête barrage - Chemin de ronde	1 827,30 m
Cote exploitation normale	1 826,35 m
Cote fond de retenue	1 812,30 m
Hauteur d'eau en exploitation normale	14,05 m
Volume d'eau	93 100 m ³
Surface d'eau	12 615 m ²
Besoin en eau pour la production de neige	110 000 m ³
Alimentation en eau de la retenue	Ruisseau du Rioupéroux + captage d'eau potable de l'Arselle

L'alimentation en eau de la retenue

Chamrousse a besoin de 110 000 m³ d'eau supplémentaire, c'est pourquoi elle prévoit la commune prévoit la construction d'une retenue d'altitude de 93 000 m³.

L'alimentation de la retenue se fera au moyen d'une prise d'eau sur le réseau d'eau potable alimentée par le captage de l'Arselle et dans le ruisseau de Rioupéroux, en aval de la retenue.

L'économie et calendrier du projet

Le projet de retenue est estimé à 2,4 millions d'euros.

Cout du projet (retenue)	2 400 000 euros
Participation prévisionnelle de la région dans le financement du projet	600 000 euros
Participation prévisionnelle du département dans le financement du projet	100 000 euros
Participation prévisionnelle de la Com Com du Grésivaudan dans le financement du projet	507 000 euros
Reste à Charge de la Régie des remontées mécaniques de Chamrousse (emprunt)	1 193 000 euros

Le début des travaux est envisagé pour novembre 2019 afin que la retenue puisse servir à la première campagne d'enneigement de l'hiver 2020-2021.

Impacts du projet sur la ressource en eau

L'incidence sur les ressources souterraines et l'alimentation en eau potable

Le dossier indique que l'usage eau potable restera prioritaire sur l'alimentation de la retenue pour la production de neige.

Il souligne que l'emprise de la retenue :

- ✓ n'est pas située dans le périmètre de protection éloignée ou rapprochée ;
- ✓ n'est pas situé sur le bassin versant du captage de Rocher Blanc, de Boulac ou de l'Arseille ;
- ✓ est situé sur le bassin versant du captage de Prémol sur la commune de Vaulnaveys-le-Haut. Le dossier indique qu'en raison de l'implantation du projet, durant la phase des travaux, il existe un risque de modifier la circulation des eaux souterraines, et par conséquent sensible aux pollutions qui pourraient se produire dans l'emprise des travaux.

Les incidences du projet sur l'alimentation en eau potable	
En phase travaux	<p>Le dossier indique que :</p> <ul style="list-style-type: none">✓ le risque de pollution de la nappe alimentant les captages communaux de Rocher Blanc et de Boulac est faible car le projet ne se situe pas dans les bassins versants des captages ;✓ le détournement des écoulements souterrains est possible mais reste négligeable ;✓ les travaux peuvent créer un risque de pollution sur les eaux superficielles et souterraines du bassin versant du captage de Prémol (Vaulnaveys-le-Haut). Le risque est considéré comme fort malgré l'éloignement du captage ;✓ les piézomètres permettent de penser que les effets sur la nappe de l'Arseille seront négligeables.
En phase exploitation	<p>Le dossier indique que :</p> <ul style="list-style-type: none">✓ la commune est alimentée par 2 sources principales. Elles suffisent à satisfaire les besoins actuels et futurs de consommation : l'alimentation en eau potable de Chamrousse ne sera donc pas impactée ; Le secrétariat de la CLE indique que le dossier n'aborde pas le forage de l'Arseille qui est une ressource de secours pour Chamrousse gérée par la communauté de communes du Grésivaudan ;✓ bien que le projet soit sur le bassin versant du captage AEP du Prémol, l'impact sur cette ressource sera négligeable compte tenu du caractère ponctuel de cet aménagement et de l'absence de circulation d'eau importante sur le secteur ;✓ les vidanges de la retenue peuvent créer un risque de pollution sur les eaux du BV du captage de Prémol. Le risque est considéré comme fort malgré l'éloignement du captage✓ Chamrousse prévoit d'utiliser les captages de l'Arseille pour alimenter la future retenue. Le dossier indique qu'un regard sera installé en amont du bâtiment et donc avant la filtration. Le secrétariat de la CLE s'inquiète du risque à la fonte des neiges de contamination de sols en manganèse et fer notamment à l'amont hydraulique des captages AEP. Après échanges avec le pétitionnaire, les eaux seront pompées dans le captage de l'Arseille et acheminées dans la retenue APRES filtration. <p>Le secrétariat de la CLE indique que Grenoble Alpes métropole, qui a pris la compétence eau potable au 1^{er} janvier 2015, a abandonné la ressource en eau du captage de Prémol (délibération du 28 septembre 2018). Le secrétariat</p>

CLÉ Drac-Romanche

6 avenue du Portail Rouge
38450 VIF
Tel. : 04 76 73 16 38
Fax : 04 78 75 24 41
www.drac-romanche.com



souligne que le projet de retenue est dans l'aire d'alimentation du captage de Passe-Rivière. Le dossier ne traite pas de ce captage et de l'impact du projet.

La ressource en eau superficielle

Le ruisseau de Rioupéroux présente un écoulement non pérenne. C'est un affluent du ruisseau de Prémol qui traverse la commune de Vaulnaveys-le-Bas.

Le dossier indique que le module du ruisseau est estimé à 4,9 l/s, soit un volume annuel de l'ordre de 155 300 m³ avec un étiage hivernal et estival et de hautes eaux au printemps et automne. Le pétitionnaire propose un débit réservé fixé à 1/5 du module afin de maintenir un écoulement significatif dans le milieu aval. Le dossier prévoit de laisser un débit réservé de 1 l/s dans le ruisseau de Rioupéroux. Le choix de prélever 72 000 m³ en période de fonte des neiges a été fait afin de limiter au maximum les impacts sur les débits du ruisseau compte tenu des nombreux apports à cette période. Le dossier prévoit un complément de 3000 m³ en période automnal.

D'après le dossier, le projet de retenue est un moyen de prendre en compte le changement climatique. L'objectif est de déconnecter au maximum l'usage neige de culture de la ressource utilisée pour l'alimentation en eau potable. Le stockage de l'eau est un moyen efficace de conserver la ressource en réduisant fortement les conflits d'usage et la pression sur la ressource. La ressource en eau a été calculée sur des bases de données récentes. Dans le cas d'une diminution de la ressource, la durée de pompage pour alimenter le plan d'eau pourra être prolongée sur la période automnale.

Les incidences du projet sur la ressource en eau superficielle	
En phase travaux	Le dossier indique que : <ul style="list-style-type: none"> ✓ les travaux peuvent créer un risque de pollution sur les eaux superficielles
En phase exploitation	Le dossier indique que : <ul style="list-style-type: none"> ✓ les effets sur l'hydrographie de la zone d'étude sont faibles. En effet, il ne se dégage qu'une diminution localisée du débit mensuel du ruisseau du Rioupéroux ; ✓ en aval de la prise d'eau, l'impact diminue de manière très rapide du fait des apports des différents affluents. <p>En cas de baisse de 15% des débits superficiels et des possibilités de prélèvements souterrains, l'exploitation de la retenue sera plus difficile mais reste cependant faisable. L'objectif de 140 000 m³ d'eau pour produire de la neige pourra être atteint en utilisant les deux ressources (ruisseau de Rioupéroux et pompage à l'Arselle). Le dossier indique qu'en cas de baisse de 15% du débit du ruisseau son module serait alors de 4,2 l/s.</p> <p>Le projet ne pourra faire autrement que s'adapter à la potentielle évolution de la ressource. En effet, sur la base d'un arrêté préfectoral, qu'il s'agisse du prélèvement dans le thalweg (ruisseau du Rioupéroux) ou bien sur les forages de l'Arselle, le débit réservé ne pourra être mis en danger. La conception de l'ouvrage s'est faite avec l'objectif de ne pas s'appuyer sur une seule ressource et de conserver une flexibilité dans son exploitation. L'évolution de la ressource sur le projet est donc prise en compte.</p>
	Le dossier indique que « un suivi limnimétrique sur une année, couplé aux données météorologiques, permettra d'estimer plus précisément le régime hydrologique et les possibilités de prélèvement. Ce suivi sera mis en place en parallèle à l'aménagement de la retenue ».

Le risque d'inondation et de crues torrentielles

Le dossier indique que la retenue a été dimensionnée pour tenir compte d'un événement climatique de temps de retour 1 000 ans.

Les incidences du projet sur le risque d'inondation et de crues torrentielles	
En phase exploitation	Le dossier indique que le projet ne modifie le risque inondation classique que de façon négligeable. En effet, la retenue est dimensionnée pour absorber la crue millénaire. L'impact de création d'un risque de déversement par rupture de la digue existe. Bien qu'il soit faible, il devra impérativement être pris en compte avec un dispositif de surveillance.

La préservation et la gestion des zones humides

La commune héberge des zones humides référencées à l'inventaire départemental. Bien que toutes les zones inventoriées soient éloignées de la zone d'étude, l'une d'entre elle est directement concernée par le projet qui prévoit un prélèvement d'eau dans un captage AEP situé dans une zone humide : il s'agit de la tourbière de l'Arselle, protégée par un APPB et gérée grâce à un ENS. Un arrêté préfectoral de 1983 autorise un prélèvement pour l'eau potable.

L'alimentation de la tourbière se fait principalement à partir de la nappe de l'Arselle. Les prélèvements sur le site sont donc susceptibles d'impacter cet espace naturel.

Le dossier indique qu'en l'état des connaissances, il n'est pas possible de calculer la zone d'influence du pompage autorisé. Pour connaître l'impact sur les niveaux de nappe, il faudrait réaliser des essais de pompage avec suivi dans un ou plusieurs piézomètres pour estimer les caractéristiques de l'aquifère.

Les incidences du projet sur les zones humides	
En phase exploitation	Le dossier indique que : <ul style="list-style-type: none">✓ le pompage dans les forages de l'Arselle et notamment le P2 créé un risque d'assèchement de la tourbière dans la zone d'influence du captage ;✓ ce risque pèse déjà sur le site puisque les forages sont déjà en place et utilisés pour l'AEP de secours de Chamrousse ;✓ le volume autorisé est bien au-delà du volume pompé envisagé pour alimenter la retenue ;✓ l'incidence sur la tourbière de l'Arselle est jugée modérée.
En phase travaux	L'incidence est nulle puisque le pétitionnaire ne touchera ni au captage ni au réseau d'eau potable existant.

Les usages de l'eau

— L'hydroélectricité

GEG hydroélectrique exploite une microcentrale en aval du projet de retenue sur le ruisseau de Prémol à Vaulnaveys-le-Haut (tronçon court-circuité de 1700 m). Le projet de retenue d'altitude peut avoir un impact sur l'hydroélectricité puisque le prélèvement pour l'alimentation en eau de la retenue s'effectue dans le bassin versant du prémol avec une restitution partielle des prélèvements.

Les incidences du projet sur l'hydroélectricité	
En phase exploitation	Le dossier indique que la production hydroélectrique de GEG ne sera pas pénalisée.

— Le pastoralisme

CLÉ Drac-Romanche

5 avenue du Portail Rouge
38450 VIF
Tél. : 04 78 75 16 38
Fax : 04 78 75 24 41
www.sage-romanche.com



Le secteur est concerné par une activité pastorale. Le groupement pastoral utilise l'été une partie des espaces du domaine skiable de Chamrousse et dont concernés par la zone d'étude. Bien que le secteur ne présente pas un caractère stratégique dans la gestion pastorale, un point d'eau important qui permettait l'abreuvement des troupeaux est présent dans l'emprise des travaux.

Les incidences du projet sur le pastoralisme	
En phase exploitation et de travaux	Le dossier indique que l'incidence sur le pastoralisme et notamment pour l'abreuvement des bêtes est jugée forte.

Les mesures d'évitement

La protection contre le risque de pollution turbide et chimique

Le risque de pollution chimique est dû à l'utilisation d'engins et d'outils motorisés dans la zone d'étude. Pour limiter ce risque et parer tout incident éventuel, plusieurs préconisations seront appliquées. Le risque de pollution turbide est dû aux ruissellements sur des terrains où le sol a été mobilisé par les travaux eux-mêmes ou le passage d'engins.

Mesures d'évitement	
En phase travaux	<p>Le dossier indique que :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ chaque engin sera équipé d'un kit antipollution conforme à l'engin concerné ; ✓ les entreprises retenues devront être informées des sensibilités de chaque site en chantier et formées à l'application des bonnes pratiques et autres mesures ; ✓ les déchets produits seront gérés selon la réglementation en vigueur. Leur stockage ne sera possible que sur les aires de stockage qui seront définies lors de l'installation de la base vie du chantier ; ✓ les travaux de terrassement seront stoppés lors des événements pluvieux importants pour éviter les ruissellements de surface ; ✓ la totalité des eaux drainées sera pompée et redirigée vers la retenue ; ✓ les engins emprunteront les pistes carrossables déjà existantes ce qui évitera toutes divagations. Le stationnement de longue durée ne sera possible que sur des aires dédiées. De la même manière, tout stockage ne sera possible que sur ces aires de stationnement.
En phase d'exploitation	<p>En phase d'exploitation, les vidanges, hors vidange d'urgence, seront effectuées uniquement en cas d'intervention pour entretien. Les volumes à vidanger seront au maximum de l'ordre de 10 000 m³. Le débit de vidange sera de 25 l/s afin de limiter les impacts sur le milieu récepteur. Les volumes et les débits concernés n'engendreront pas d'effet particulier sur la qualité des eaux du milieu récepteur. Un suivi des teneurs en oxygène dissous et de la turbidité sera tout de même réalisé avec un point en amont, un en aval de la retenue et un au niveau de Prémol. Le contrôle en période de vidange sera quotidien.</p>

La gestion des déambulations de chantier et information sur les zones sensibles

La mesure a pour objectif de réduire les impacts dus à d'éventuelles déambulations à proximité des aires les plus sensibles situées dans la zone d'étude. Il s'agit des espaces où ont été identifiés les enjeux les plus forts.

Mesures d'évitement	
En phase travaux	<p>Le dossier indique que :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ une note informative renseignera les entreprises de la limite de zone de chantier et de l'interdiction de déambuler ou de déposer tout matériel et matériaux dans la zone ; ✓ ces zones seront matérialisées par un périmètre interdit.

Le déplacement du point d'eau pour les troupeaux

Un point d'eau important est présent dans l'emprise des travaux. La source qui l'alimente sera captée en contre bas pour l'alimentation de la retenue. Il est prévu de reprendre le captage de la source, et de l'améliorer.

Mesures d'évitement	
En phase travaux	<p>Le dossier indique que :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ le point d'abreuvement sera remonté plus haut vers la source ; ✓ pour l'abreuvement du troupeau, il sera réalisé une dépression dans le sol, entretenue régulièrement ; ✓ le groupement pastoral a été associé aux décisions préalables et le sera pendant les phases travaux de façon à adapter la mesure au besoin réel ; ✓ les travaux seront effectués en accord avec le groupement pastoral pour la définition précise du besoin et la période favorable. ✓ le besoin en eau sera défini en fonction de l'année des travaux et l'alimentation sera garantie par le stockage de la retenue en cas de faible débit dans le ruisseau en amont.

Les mesures de réduction

Gestion du risque de rabattement de la nappe de l'Arselle

Pour pallier le risque d'assèchement localisé que fait peser le pompage dans les forages sur la tourbière, il est nécessaire de s'assurer que le rabattement de la nappe de l'Arselle obligatoirement entraîné par le pompage autorisé n'engendre pas l'assèchement de la tourbière ou de ses espaces d'alimentation.

Mesures de réduction	
En phase d'exploitation	<p>Le dossier indique que :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ une aire d'influence écologique des captages maximale a été définie : elle correspond à l'aire autour des forages dans laquelle le caractère hydromorphe n'est pas déterminant pour la conservation de la tourbière ; ✓ il faut ensuite mesurer le rabattement de la nappe et la zone d'influence du forage. Dans le cadre du suivi des prélèvements, il est prévu la mise en place de piézomètres sur les deux forages ; ✓ il s'agira donc dans un premier temps de valider l'aire d'influence écologique maximale de chaque forage. Puis, dans un second temps de définir l'aire d'influence de chaque forage en fonction du débit de pompage et de facteurs dynamiques choisis ; ✓ le croisement de ces deux aires permettra d'évaluer l'impact des forages sur la tourbière.

CLÉ Drac-Romanche

5 avenue du Portail Rouge
38460 VIF
Tél. : 04 78 75 18 30
Fax : 04 78 75 24 41
www.drac-romanche.com



Les mesures de compensation

Mesures de compensation	
En phase travaux	Le dossier indique que pour atténuer l'effet temporaire sur le paysage, il est proposé de mettre en place une mesure d'amélioration de la perception paysagère depuis le front de neige de Roche Béranger.

Les mesures de suivi

La mesure a pour objectif le contrôle du respect des mesures énoncées dans la présente étude d'impact.

En plus du contrôle classique de chantier effectué par le maître d'œuvre, cette mesure prévoit quatre visites sur les différents secteurs en travaux avec pour chacune des comptes rendus.

Ces visites auront pour but de contrôler le respect du calendrier de chantier, le respect des mesures d'évitement et de réduction ainsi que la bonne tenue des sites en travaux. Elles auront lieu sous le contrôle exclusif du pétitionnaire qui pourra appliquer son autorité au besoin.

Une visite de contrôle aura également lieu 1 ou 2 ans après les travaux de façon à évaluer la réalité des effets à moyens termes envisagés. La période de cette dernière visite sera programmée dans le dernier compte rendu des visites de chantier en fonction des observations faite durant le chantier.

Les mesures d'accompagnement

En parallèle de la définition préalable de l'aire d'influence maximale des forages de l'Arselle, il a été décidé de faire procéder à une étude permettant de mieux connaître les effets du prélèvement dans les forages de l'Arselle aujourd'hui autorisé par arrêté préfectoral.

La Régie des remontées mécaniques de Chamrousse s'engage à la mise en place de cette mesure et à suivre sa construction. Étant donnée la multiplicité des acteurs (Régie, Commune, Communauté de Commune, Département) le portage final de l'étude n'est pas encore défini mais le principe en a été validé.

Le dossier prévoit la mise en place de 2 piézomètres dans la nappe de l'Arselle. Ils permettront un suivi en continu des niveaux de la nappe dans les captages. Ce suivi permettra de connaître un peu mieux les caractéristiques de l'aquifère et l'impact des pompages sur les niveaux piézométriques. Un rapport sera remis à la DDT au bout d'une année d'exploitation afin de faire le point sur les modalités de pompages et sur les éventuelles mesures réductrices à prévoir.

CLÉ Drac-Romanche

5 avenue du Forail Rouge
38450 VIF
Tél : 04 78 75 16 30
Fax : 04 78 75 24 41
www.stille-romanche.com



AVIS DU BUREAU DE LA CLE ; AVIS FAVORABLE AVEC DES RESERVES ET QUELQUES RECOMMANDATIONS

La demande d'autorisation porte sur le projet de création de la retenue d'altitude de Roche Béranger.

Cependant, pour émettre un avis pertinent, les membres du bureau de la CLE ont eu besoin de disposer d'une vision d'ensemble des besoins en eau pour l'eau potable ainsi que pour l'enneigement du domaine skiable. De nombreux échanges ont eu lieu entre le secrétariat de la CLE et le pétitionnaire pour apporter des réponses.

Néanmoins, la CLE s'interroge :

- ✓ sur la capacité réelle à remplir la future retenue ;
- ✓ sur l'impact des prélèvements de neige sur la disponibilité de la ressource en eau potable ;
- ✓ sur l'impact des travaux de restructuration du domaine skiable (piste/réseau d'enneigeurs/usine à neige) et des transferts d'eau entre les sous-bassins versants (Doménon, Prémol, Vernon, Arselle) sur la qualité de la ressource en eau potable ;
- ✓ sur l'impact des prélèvements de neige en terme des transferts d'eau entre les sous-bassins versants mais également sur les ressources en eau potable (qualité/quantité).

Pour le projet de retenue de Roche Béranger, les réponses apportées aux différentes problématiques ne sont pas complètement cohérentes avec l'ensemble des objectifs du SAGE. C'est pourquoi, sur la base de la note technique du secrétariat de la CLE, le Bureau de la CLE, après en avoir délibéré :

Prend acte et décide, à 13 voix favorables – 2 voix contre (Grenoble-Alpes Métropole, SPL Eaux de Grenoble) – 2 abstentions (DDT, Agence de l'Eau) – d'émettre un avis FAVORABLE avec des RESERVES et quelques RECOMMANDATIONS.

Prennent part au vote : 10 collectivités (M-N. BATTISTEI, A. GENEVOIS, G. STRAPPAZZON, C. MAYOUSSIER, D. GARCIN, M. BARTHELEMI, O. BERTRAND, A. GINIES, S. TOSCANO, J.F. TROSSEIRO), 4 usagers (F. LELEU, M. ARNAUD, P. POUILLÉ, G. RAVANAT) et 3 représentants de l'Etat (H. MARQUIS, D. TRAUTMANN, C. CLÉMENT).

Pour ce projet, la CLE émet les RESERVES suivantes :

1- Une clause donnant la primauté à l'usage eau potable affirmé, par le SAGE du Drac et de la Romanche, doit être intégrée dans le dossier et dans la gestion des prélèvements en eau du domaine skiable. La CLE DEMANDE :

- ✓ que la priorité donnée à l'alimentation en eau potable soit garantie par une convention entre la CC du Grésivaudan, Véolia, la régie des remontées mécaniques et Chamrousse pour clarifier le « qui fait quoi » ainsi que les responsabilités de chaque partenaire en cas de problème d'alimentation en eau potable de la population de Chamrousse ;
- ✓ que le pétitionnaire soit extrêmement vigilant lors des phases de travaux et d'exploitation de la retenue, des pistes et sur les réseaux d'enneigeurs afin que toutes les mesures d'évitement des impacts sur les captages d'eau potable (Rocher Blanc, Boulac, l'Arselle mais également les captages concernés par le domaine skiable et gérés par Grenoble Alpes Métropole) soient conformes à celles inscrites dans le dossier d'autorisation du projet. Pour cela, la CLE DEMANDE la mise en place d'un protocole d'intervention entre Chamrousse et les collectivités compétentes en eau potable (CC Grésivaudan, Grenoble-Alpes métropole et l'ARS) et inséré à la feuille de route d'exploitation du domaine skiable par la régie des remontées mécaniques ;

CLÉ Drac-Romanche

5 avenue du Portail Rouge
38450 VIF
Tél : 04 78 76 16 99
Fax : 04 78 75 24 41
www.drac-romanche.com



- ✓ par ailleurs, le captage de l'Arselle présente des problèmes de qualité (notamment une forte teneur en fer). Le dossier indique que le piquage pour le prélèvement pour la neige est prévu avant la station de traitement. La CLE DEMANDE à ce que le piquage ait lieu APRES la station de traitement ;
- ✓ que les impacts en phase travaux et en phase d'exploitation soient étudiés sur le captage de Passe Rivière (Vaulnaveys-le-Bas) puisque le dossier ne l'aborde pas. L'étude devra être transmise à Grenoble Alpes Métropole, compétente en eau potable sur ce captage, ainsi qu'à l'ARS, et ce, pour validation avant le démarrage des travaux ;

2- La CLE DEMANDE un suivi des prélèvements (ruisseau du Rioupéroux + captage de l'Arselle) pour l'eau potable et le remplissage de la retenue de Roche Béranger.

3- La CLE DEMANDE au pétitionnaire d'apporter la preuve de sa capacité à remplir la retenue. Pour cela, un suivi des débits sur le ruisseau du Riouperoux, en amont de la prise d'eau, devra être mis en place, avant le lancement des travaux, afin de permettre d'estimer plus précisément le régime hydrologique du Riouperoux et les possibilités de remplissage de la retenue. Ce suivi devra être maintenue durant les 5 années suivant la mise en eau de la retenue et les données transmises à la CLE.

En effet, le dossier indique que le pétitionnaire a besoin de 110 000 m³ d'eau supplémentaire pour sécuriser l'enneigement du domaine skiable. Le dossier prévoit un prélèvement de 75 000 m³ sur le ruisseau du Riouperoux et 35 000 m³ sur le captage de l'Arselle. Or, la CLE constate que :

- ✓ Le ruisseau du Riouperoux est un cours d'eau non pérenne et l'absence d'instrumentation du ruisseau ne permet pas de garantir la quantité d'eau disponible pour le prélèvement ;
- ✓ Le captage de l'Arselle est un captage de secours pour l'alimentation en eau potable de Chamrousse. Véolia, qui gère l'eau potable de Chamrousse pour le compte de la Communauté de communes du Grésivaudan, indique qu'entre 2010 et 2018, le captage a été utilisé 7 années sur 8 avec en moyenne un prélèvement d'eau potable de 15000 m³/an. Ce qui signifie qu'il reste environ 20 000 m³ pour le remplissage de la retenue de Roche Béranger...

4- La CLE DEMANDE que le portage final (Communauté de Communes ou commune) de la mesure d'accompagnement prévue au dossier concernant l'étude pour connaître les effets sur la tourbière du prélèvement dans les forages de l'Arselle soit défini et qu'elle soit mise en œuvre tel que signée dans la fiche mesure dès 2019. Concernant l'étude, la CLE DEMANDE :

- ✓ que les partenaires suivants soient associés à l'élaboration du CCTP, au suivi et à la validation de l'étude : DDT38, CEN 38, NATURA 2000, ENS et département ;
- ✓ la mise en place d'un protocole d'intervention au sein du schéma d'exploitation du domaine skiable par la régie des remontées mécaniques pour gérer la tourbière de l'Arselle.

5- La CLE DEMANDE de :

- ✓ mettre en place une convention entre la Régie des remontées mécaniques de Chamrousse et la GEG pour éviter tout conflit d'usage ;
- ✓ de valider les débits réservés dans le ruisseau de Rioupéroux, affluent du Prémal, où se situe la centrale hydroélectrique de GEG.

CLÉ Drac-Romanche

5 avenue du Portail Rouge
38450 VIF
Tél. : 04 78 75 16 39
Fax : 04 78 75 24 41
www.drac-romanche.com



Pour ce projet, la CLE émet les RECOMMANDATIONS suivantes :

- 1 - La CLE RECOMMANDE que le dossier soit complété par une étude de l'impact du projet (création de la retenue, restructuration/extension des pistes et du réseau d'enneigeurs liés au projet de nouvelle retenue) sur l'ensemble des ressources en eau potable et les milieux aquatiques concernés par l'exploitation du domaine skiable ;
- 2 - La CLE SOUHAITE que la commune mette en place une réflexion pour rechercher de nouvelles ressources pour la production de neige afin de ne pas augmenter voire de diminuer et si possible arrêter le prélèvement sur le réseau d'eau potable ;
- 3 - La CLE RECOMMANDE l'implication de la commune de Chamrousse dans la révision des Schémas de conciliation de la neige de culture portée par la CLE du Drac et de la Romanche en lien étroit avec la région, le département et la DDT et prévue en 2019/2020.

Ainsi, fait et délibéré le 08 mars 2019


Le Président de la CLE Drac-Romanche,
Mme Nathalie BATTISTEL,
Députée

CLÉ Drac-Romanche

5 avenue du Portail Rouge
38450 VIF
Tél. : 04 78 75 16 39
Fax : 04 78 75 24 41
www.drac-romanche.com





Schéma de gestion des ressources en eau intégrant la nouvelle retenue de Roche

| Station de Chamrousse – Installation de production neige



Date : Mars 2019
N° affaire MDP : 20171293
Réf. Document : 19TEC0151-D
Contact : AM

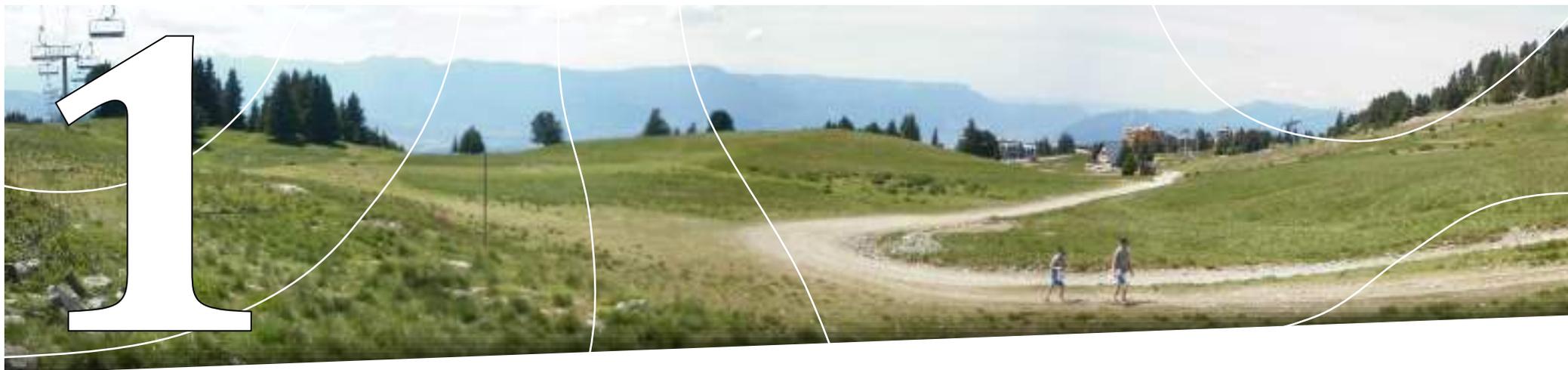
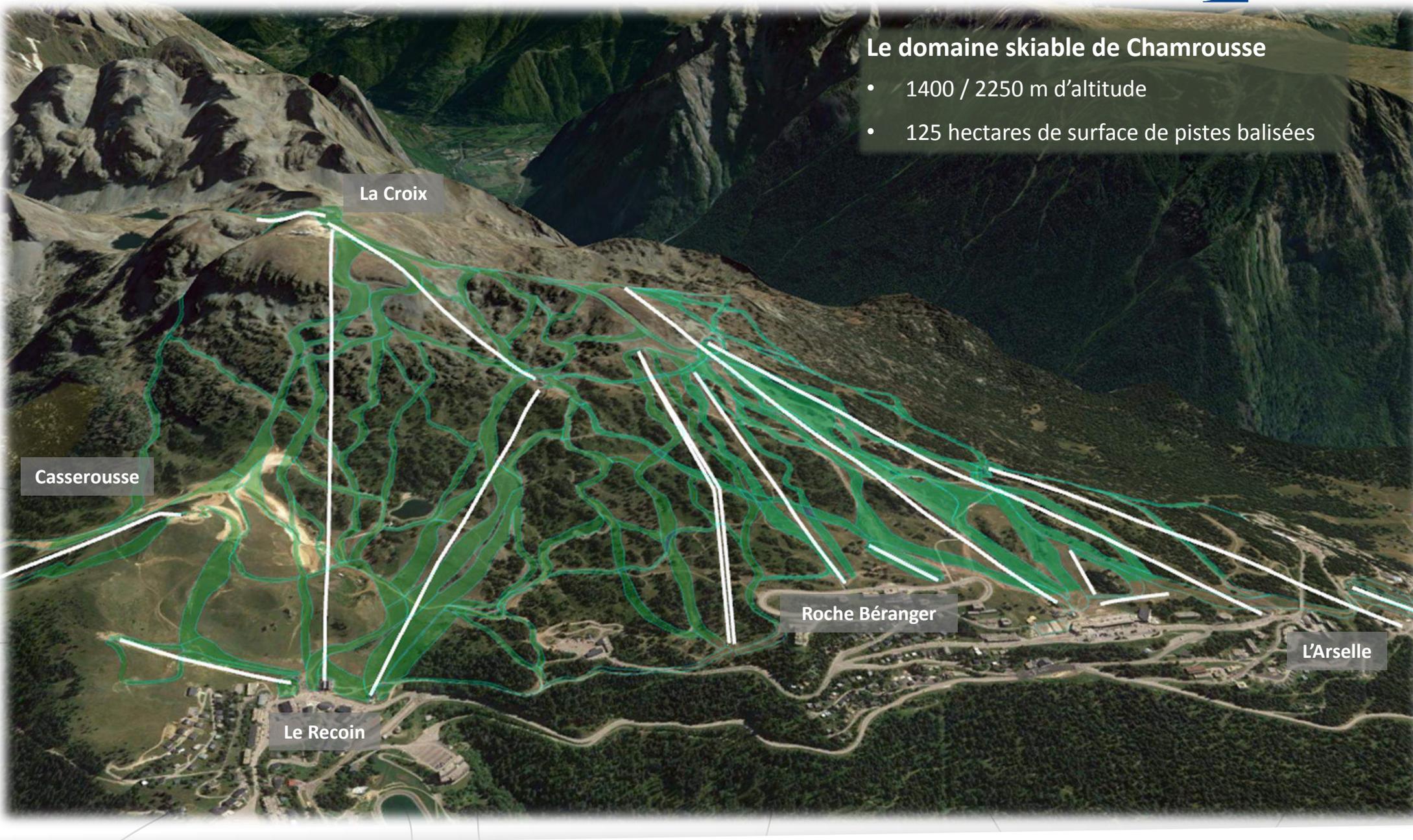


Schéma neige à horizon 2025

Etat actuel du domaine skiable

Le domaine skiable de Chamrousse

- 1400 / 2250 m d'altitude
- 125 hectares de surface de pistes balisées



L'équipement de production de neige de culture actuel

Etat actuel :

- 45 hectares équipés : 36% du domaine
- 162 abris et enneigeurs
- 2 retenues d'altitude
- 2 salles des machines : pompes / compresseurs / transfo

La Croix

Casserousse

Roche Béranger

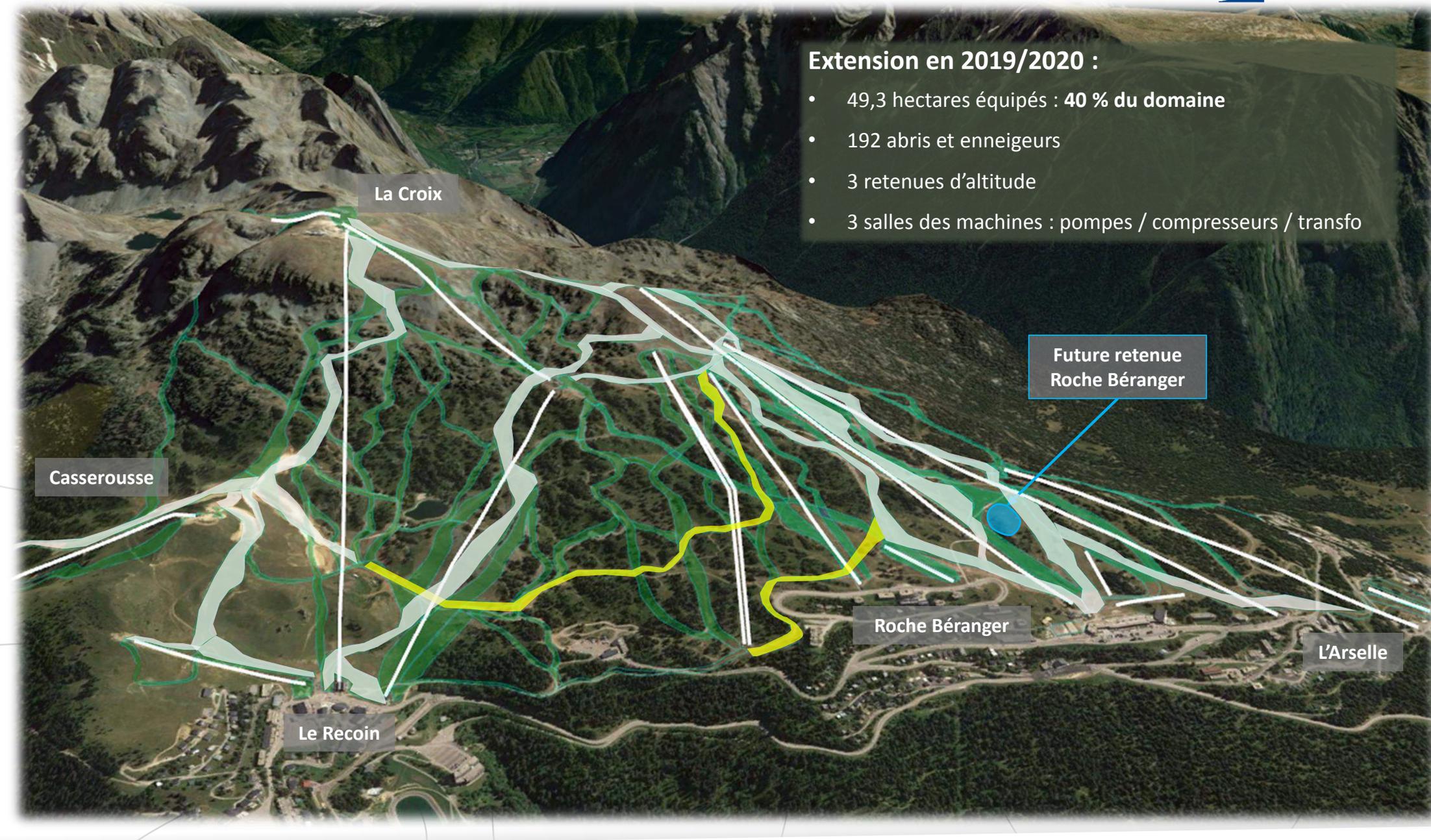
L'Arselle

Le Recoin

L'équipement de production de neige de culture en 2019/2020

Extension en 2019/2020 :

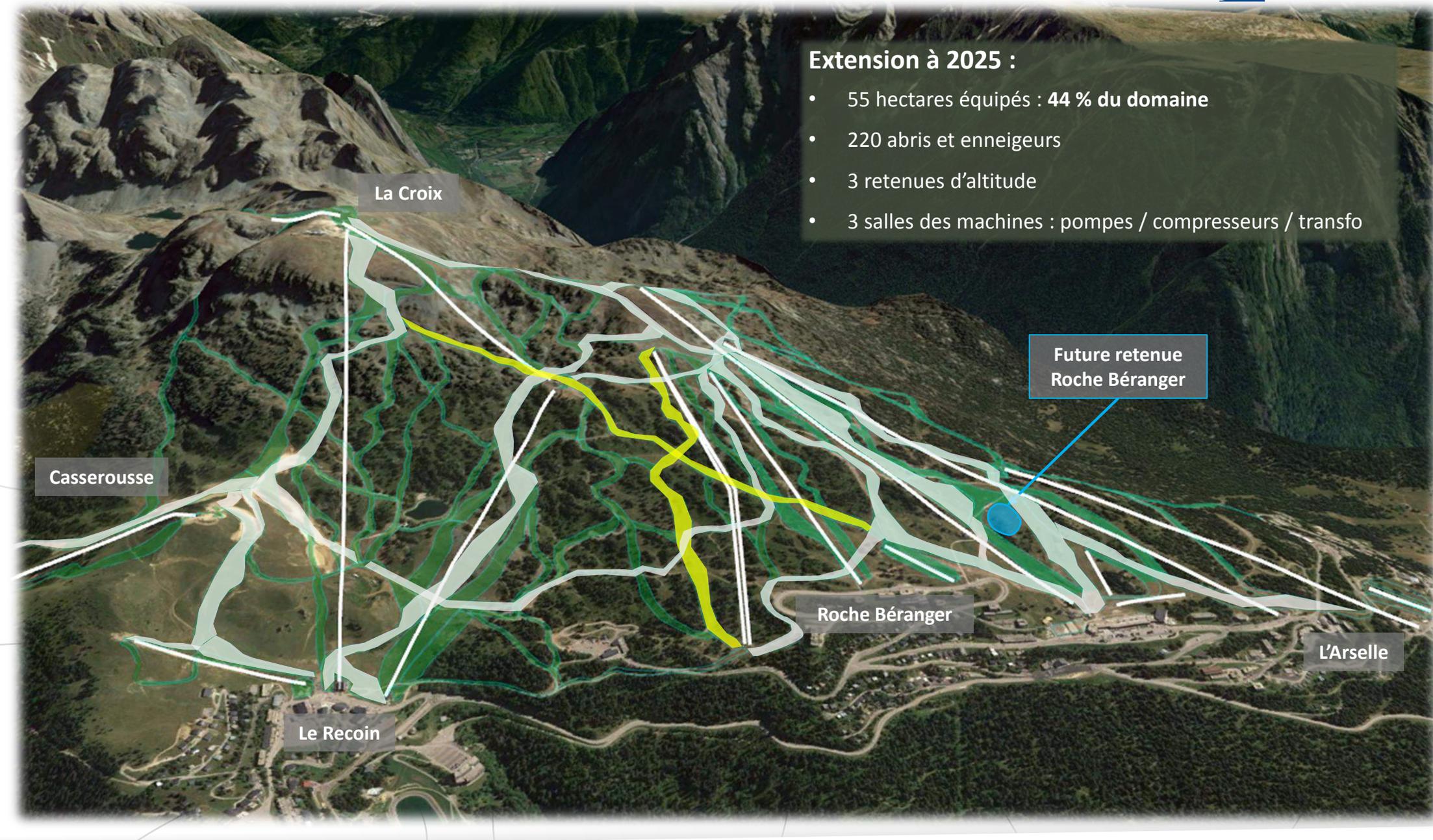
- 49,3 hectares équipés : 40 % du domaine
- 192 abris et enneigeurs
- 3 retenues d'altitude
- 3 salles des machines : pompes / compresseurs / transfo



L'équipement de production de neige de culture à 2025

Extension à 2025 :

- 55 hectares équipés : 44 % du domaine
- 220 abris et enneigeurs
- 3 retenues d'altitude
- 3 salles des machines : pompes / compresseurs / transfo



Consistance des travaux par phase

Travaux 2019/2020 :

- Réseau de neige de culture installé sur les pistes :
 - Piste Grive, Liaison basse Roche/Recoin par chemin du Rat, Liaison Piste Perche/Bas Schuss des Dames
 - 4,2 hectares supplémentaires couverts / 32 abris et enneigeurs

- Nouvelle retenue d'altitude de Roche Béranger et salle des machines :
 - Retenue de 93 000 m³
 - Bâtiment comprenant salle des machines (2 pompes, 1 compresseur, 1 transfo,...), locaux techniques, atelier, stockage

Travaux à l'horizon 2025 :

- Réseau de neige de culture installé sur les pistes :
 - Liaison Recoin-Roche, Piste Schuss des Dames
 - 5,7 hectares supplémentaires couverts / 29 abris et enneigeurs
- Complément 2 pompes et 1 compresseur en salle des machines de Roche Béranger

Tableau synthétique de l'évolution de l'installation

○ Le domaine skiable de Chamrousse :

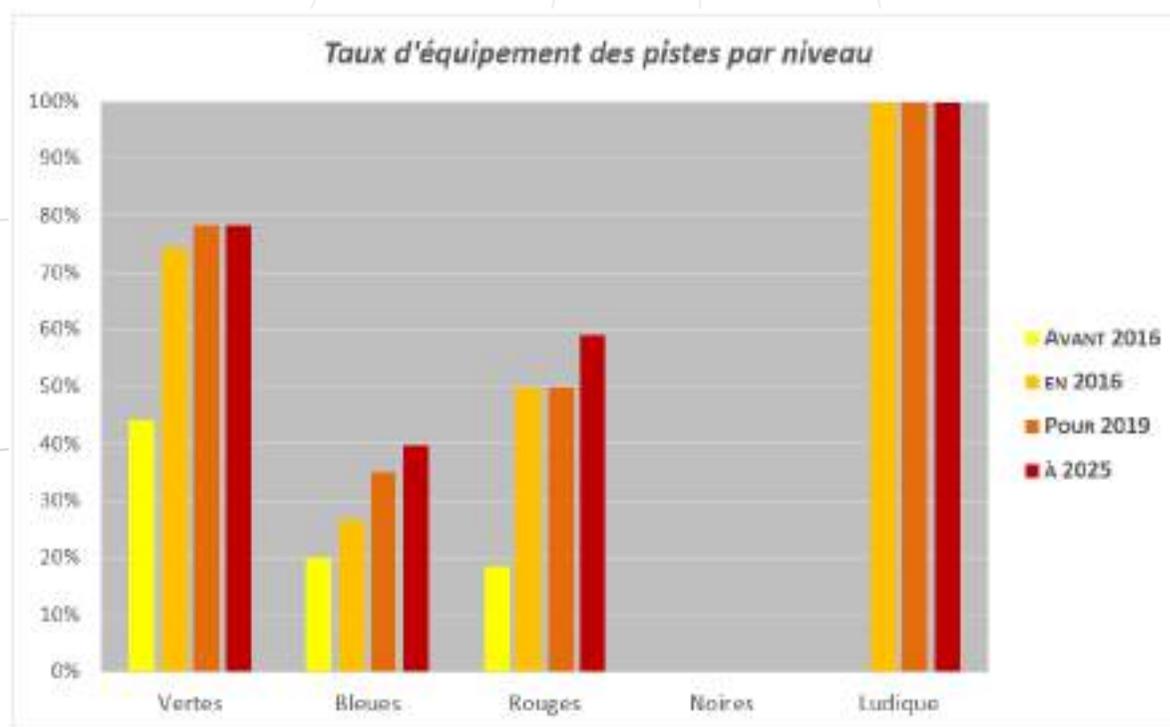
- 1400 m – 2250 m d'altitude
- 125 hectares de surface de pistes balisées

	Surface équipée	Nombre enneigeurs	Débit d'eau (pompes)	Besoin en eau / saison	Stockage d'eau instantané
Actuel	45 ha. 36% du domaine	162	770 m ³ /h	184 000 m ³ (ép. Neige = 0,80 m)	89 000 m ³ (2 retenues) + apports hivernaux
2019/2020	49,3 ha. 40% du domaine	192	1170 m ³ /h	205 000 m ³ (ép. Neige = 0,80 m) + 10 000m ³ évaporation	182 000 m ³ (3 retenues) + apports hivernaux + apports été (évaporation)
2025	55 ha. 44% du domaine	220	1570 m ³ /h	220 000 m ³ (ép. Neige = 0,80 m) + 10 000m ³ évaporation	182 000 m ³ (3 retenues) + apports hivernaux + apports été (évaporation)

Evolution de la proportion équipée du domaine skiable

● Evolution de l'équipement par niveau de pistes :

- Taux d'équipement à l'horizon 2020 :
 - 74 % des pistes vertes
 - 33 % des pistes bleues
 - 65 % des pistes rouges
 - 0% des pistes noires
 - 100 % des espaces ludiques (snowpark / kidpark)



Avant 2016	Liaison Roche Recoin	Bleue
	Piste des Crêtes	Bleue
	Coqs	Bleue
	Lauze	Verte
	Bachat-Bouloud	Verte
	Aiguille	Verte
	Gaboureaux	Rouge
	Bascule	Rouge
Depuis 2016	Chemin Casserousse/Col Balme	Verte
	Piste Perche	Verte
	Liaison Roche-recoin	Bleue
	Piste Col de Balme	Bleue
	Snowpark	Ludique
	Kid Park	Ludique
	SDM Vallons / Col de Balme	Rouge
	Col de Balme	Rouge
	Olympique Hommes	Rouge
	G2 TSD / Col de Balme	Rouge
	Olympique Dames	Rouge
2019 à 2020	Bas Balmette	Verte
	Chemin du Rat	Bleue
	Liaison Perche - Schuss	Bleue
2025	Liaison Recoin-Roche	Bleue
	Schuss des Dames	Rouge

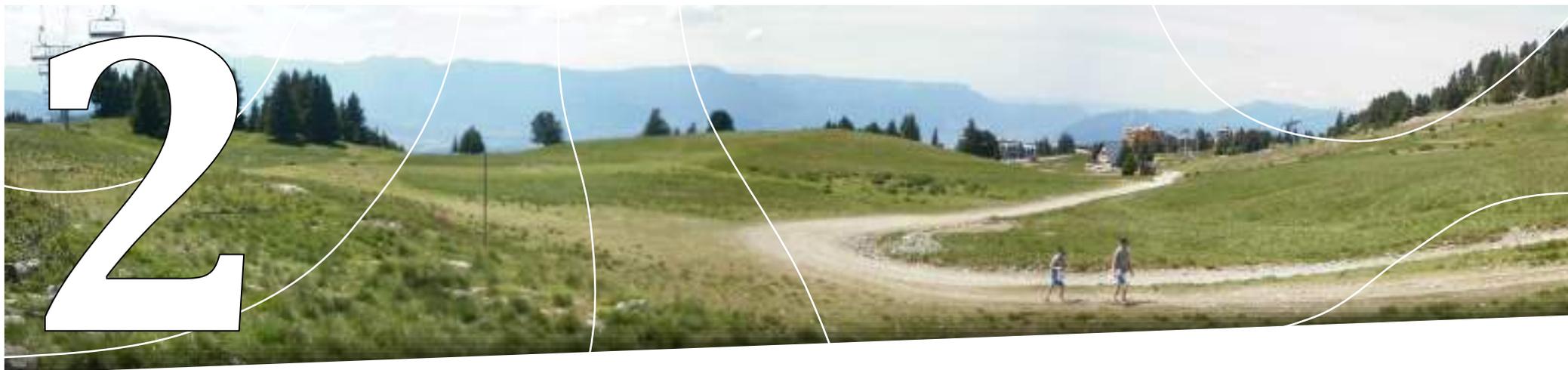
Evolution de la proportion équipée du domaine skiable

- Evolution de l'équipement par niveau de pistes :

	Avant 2016		Depuis 2016		Pour 2019		à 2025	
Verte	6,93 ha.	30%	11,64 ha.	26%	12,24 ha.	25%	12,24 ha.	22%
Bleue	8,71 ha.	38%	11,54 ha.	26%	15,17 ha.	31%	17,27 ha.	31%
Rouge	7,25 ha.	32%	19,46 ha.	43%	19,46 ha.	39%	23,05 ha.	42%
Noire	0,00 ha.	0%						
Ludique	0,00 ha.	0%	2,43 ha.	5%	2,43 ha.	5%	2,43 ha.	4%
Total	22,88 ha.	100%	45,08 ha.	100%	49,31 ha.	100%	55,00 ha.	100%

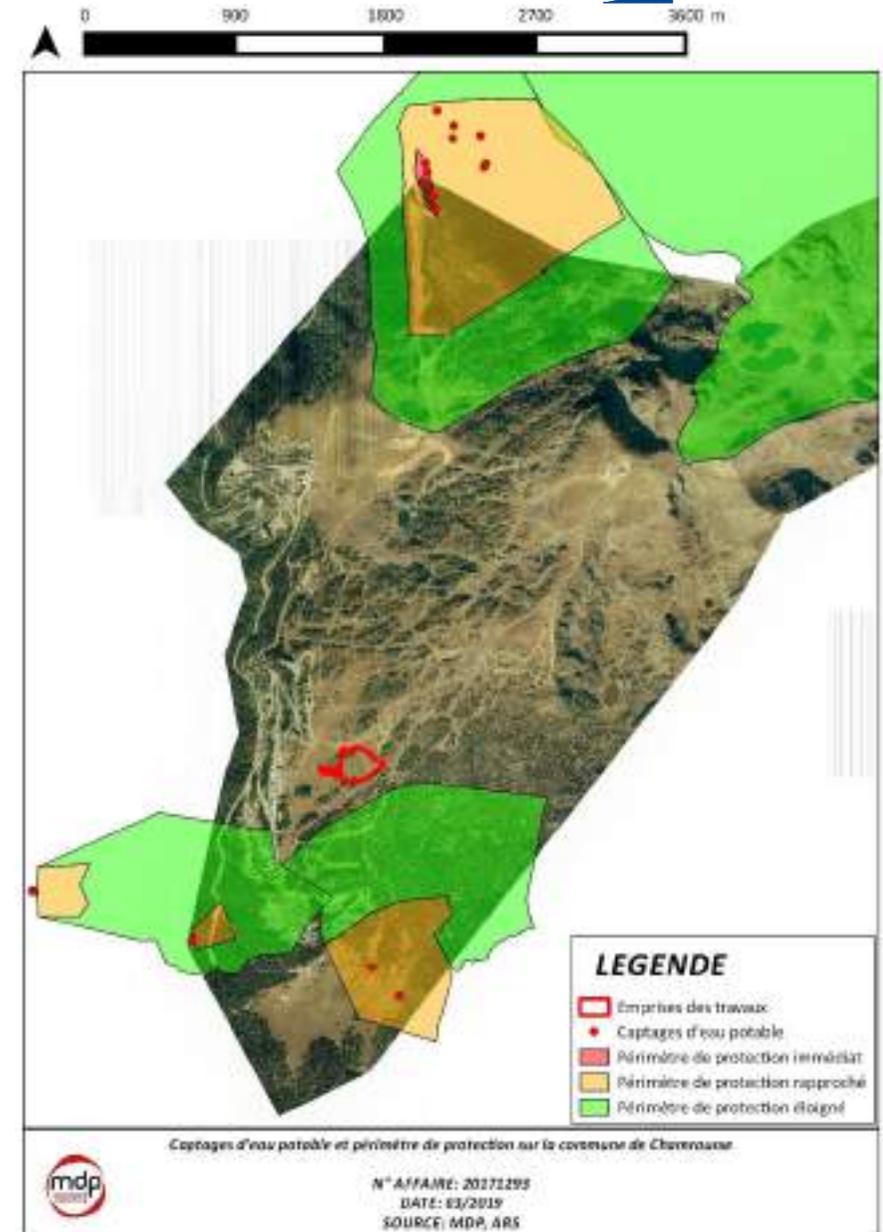
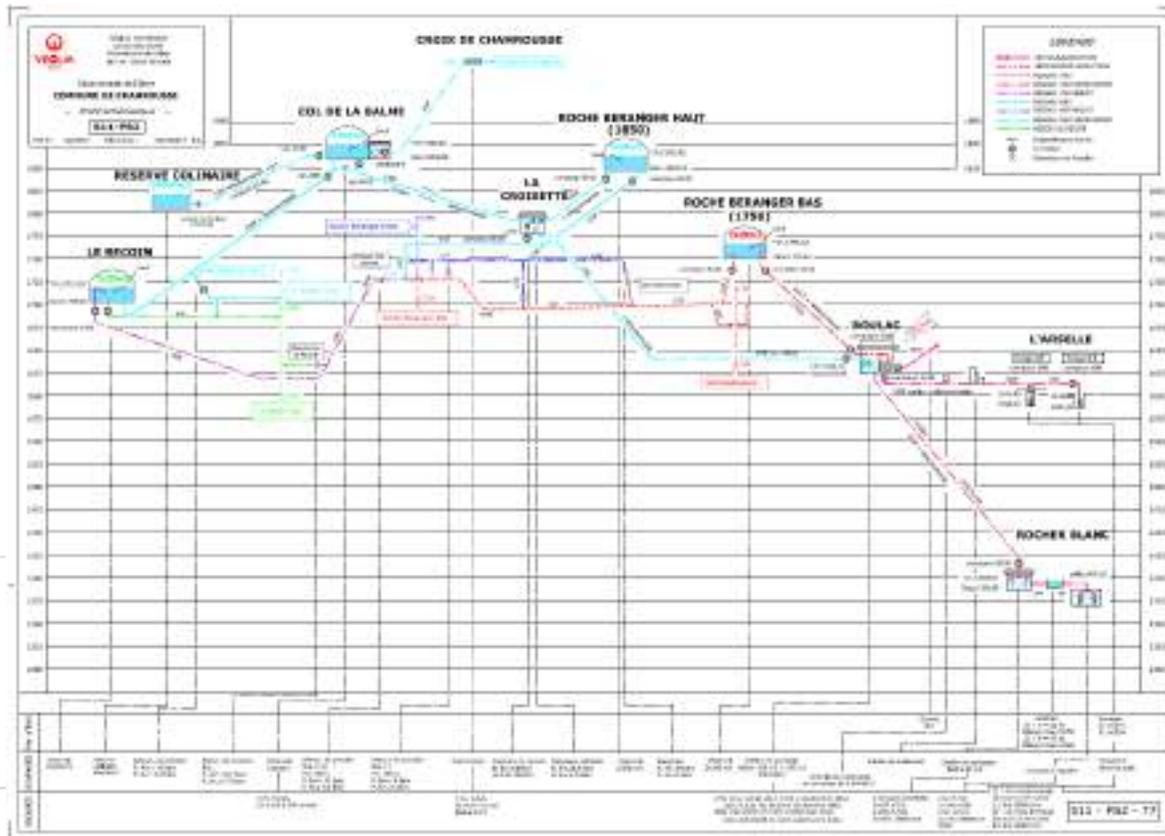
- Taux d'équipement neige du domaine skiable :

	Proportion dans l'offre de ski	Proportion de l'installation neige
Verte	13%	26%
Bleue	36%	26%
Rouge	32%	43%
Noire	17%	0%
Ludique	2%	5%



Gestion de l'eau intégrant la future retenue de Roche

Fonctionnement du réseau AEP actuel



Répartition des ressources actuelles



	Lac des Vallons	Retenue de la Grenouillère	Prélèvement sur le réseau AEP communal	Totalité
Volume d'eau	45 000 m ³	40 000 m ³	35 000 m ³	120 000 m³

Répartition des ressources projetées



	Lac des Vallons	Retenue des la Grenouillère	Réalimentation par réseau AEP (nov à mi fév)	Future retenue de Roche Béranger	Réalimentation par Rioupéroux et Arselle (nov à mi fév)	Totalité
Volume d'eau	45 000 m ³	40 000 m ³	35 000 m ³	93 000 m ³	17 000 m ³	230 000 m³

Alimentation de la future retenue



Besoins de réalimentation durant la période d'exploitation

Besoin brut en eau	Ressources en eau disponibles durant la période d'exploitation	Besoin de réalimentation total	AEP réservoir Vallons (de mi-nov. à Fév. Inclus)	Réalimentation depuis le ruisseau du Rioupéroux (évaporation)	Réalimentation depuis le captage de l'Arselle (de mi-nov. à Fév. Inclus)
230 000m ³	178 000m ³	52 000m³	35 000 m ³	5 000 m ³	12 000 m ³

Pour rappel:

Captage de l'Arselle:

- Débit prélevé en provenance du captage de l'Arselle : 15m³/h
- Possibilité d'utilisation en période hivernale (réseau AEP de secours)

Réseau AEP des Vallons:

- Alimenté par le captage AEP de Rocher Blanc et Boulac
- Pas de réalimentation possible durant les vacances scolaires pendant la période d'exploitation
- Réalimentation possible durant la période d'exploitation hors vacances scolaires : 20m³/h
- Réalimentation possible hors période d'exploitation : 40m³/h

Simulation de la gestion annuelle en eau possible

Projet Retenue Roche :

- Nécessité de 110 000 m³ (dont 5 000 m³ d'évaporation)
- dont 17 000 m³ de réalimentation (5 000 m³ entre juillet et octobre et 12 000 m³ entre le 15 novembre et début février)
- Retenue remplie à 93 000 m³ au 15 novembre
- Réalimentation par captage de l'Arselle, possible durant la période d'exploitation du domaine skiable, à raison de 15m³/h
- Pas de réalimentation depuis le ruisseau du Rioupéroux entre novembre et février
- Pas d'alimentation depuis captages Boulac/Rocher Blanc

	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Possibilité d'alimentation gravitaire de la retenue en m3 avec la prise d'eau depuis le	4000	3600	8500	20400	25900	19100	9900	5300	9500	8500	6400	2900	124000
Possibilité d'alimentation depuis l'Arselle en m3 (uniquement P1)	11160	10080	11160	10800	11160	10800	11160	11160	10800	11160	10800	11160	131400
Volume consommé pour la production de neige en m3 dont 5000m3 d'évaporation	30000	5000	0	0	0	0	1500	2500	1000	0	20000	50000	110000
Volume prélevé dans le talweg				19500	25000	18500	9000			3000			75000
Volume prélevé au captage de l'Arselle	4000	1000	4500	4500	5000	5000	3500			500	2500	4500	35000
Volume total prélevé	4000	1000	4500	24000	30000	23500	12500	0	0	3500	2500	4500	110000
Volume d'eau dans la retenue en m3 (en fin de mois)	4000	0	4500	28500	58500	82000	93000	90500	89500	93000	75500	30000	

Fonctionnement du captage de l'Arselle

- L'alimentation se fera en utilisant le forage de l'Arselle. Ce dernier alimente actuellement l'usine de l'Arselle avec un débit calé à 15 m³/h avec la pompe 1 et 20 m³/h avec la pompe N° 2. L'eau étant chargée en fer, elle est déferrisée par filtration à l'usine de l'Arselle avant d'être envoyée à la bache de Boulac pour l'alimentation en eau potable. Le niveau de nappe est protégé et géré grâce à des piézomètres automatisés présents dans les deux captages. Les niveaux d'alerte ont été définis par l'étude d'Idées EAUX de 2013. Cette même étude précise qu'un fonctionnement régulier de ce captage réduit énormément les teneurs en fer et manganèse de cette ressource.
- Un diagnostic des forages a été réalisé en 2013 et a permis de recalculer les débits de pompage cités **ci-dessus en fonction des derniers essais de pompage**. Un entretien et nettoyage des puits a été réalisé en 2015.
- Pour alimenter le lac, la solution retenue est un shunt physique de l'alimentation du forage, après l'usine, en direction d'une bache de reprise. Ce fonctionnement sera asservi par des vannes électriques, gérées au niveau de l'automate de l'usine par l'exploitant du réseau AEP (actuellement Véolia). Tout comme pour le lac des Vallons, la production d'eau potable restera toujours prioritaire, et seul l'exploitant du réseau AEP (actuellement Véolia) aura la possibilité de mettre en service cette alimentation de la retenue ou de l'arrêter au profit de la distribution d'eau potable. Ce fonctionnement sera asservi par l'automate de l'usine (Véolia).
- Afin de garantir la priorité de l'AEP sur la Neige, concernant les 35 000 m³ prélevables, le décompte annuel des volumes prélevés se fera à partir de début février de chaque année afin de prendre en compte la période la plus sensible de pic de consommation d'eau qui se situe pendant les vacances scolaires de février.

Etude fonctionnement des forages de l'Arselle et de leur relation avec la tourbière

En parallèle de la demande d'autorisation environnementale pour la construction de la retenue de Roche Béranger il a été décidé de faire procéder à une étude permettant de mieux connaître les effets du prélèvement dans les forages de l'Arselle aujourd'hui autorisé par arrêté préfectoral.

La régie des remontées mécanique de Chamrousse s'engage à la mise en place de cette mesure et à suivre sa construction. Etant donnée la multiplicité des acteurs (Régie, Commune, Communauté de Commune, département) le portage final de l'étude n'est pas encore défini mais le principe en a été validé.

Cette étude aura lieu en parallèle de la mise en place du programme de prélèvement provisoire proposé.

Objectifs de l'étude :

1 - Rappeler et mettre à jour les caractéristiques biotiques de la tourbière sur la base :

Du diagnostic pastoral de l'Alpage de Chamrousse par la Fédération des Alpages de l'Isère (2002)

De l'actualisation de l'inventaire ZNIEFF (2003)

De l'inventaire des sphaignes et diagnostic sphagnologique des tourbières du massif de Belledonne (2006)

Du suivi de la flore patrimoniale et de la végétation de la tourbière de l'Arselle par Gentiana (2015)

De la cartographie des habitats naturels du CBNA (2003)

De la cartographie des habitats naturels du CEN AVENIR (2010)

De l'inventaire des amphibiens et des libellules par la LPO (2016)

De l'inventaire des chiroptères du site Natura 2000 par la LPO (2013)

De la coupe géologique de Belledonne de R.P Ménot (1987)

De l'esquisse géomorphologique de la plaine de l'Arselle de la DDAF et M. Biju-Duval (1982)

De l'étude piézométrique de la nappe de la plaine de l'Arselle, et variation du niveau des nappes à l'hiver (1983-1984)

Il sera nécessaire de rassembler les informations déjà en partie réunis dans le plan de gestion de la tourbière de l'Arselle et d'identifier les mises à jour nécessaires en lien avec l'analyse des effets des forages de l'Arselle. Attention, il ne s'agit pas ici de mettre à jour entièrement l'état initial du plan de gestion mais d'identifier les manquements susceptibles de rendre impossible l'analyse des effets et de les compléter par une méthode bibliographique.

2 - Proposer une méthodologie

Ce protocole devra permettre d'évaluer avec certitude les impacts des prélèvements sur le régime des eaux superficielles et du sous-sol.

Il s'agira donc dans un premier temps de valider l'aire d'influence écologique maximale de chaque forage. Puis, dans un second temps de définir l'aire d'influence de chaque forage en fonction du débit de pompage et de facteurs dynamiques choisis (régime des eaux, météorologie, etc.).

Le croisement de ces deux aires permettra d'évaluer l'impact des forages sur la tourbière.

3 - Effectuer les demandes d'autorisation nécessaire à la mise en place de la campagne de mesure

La mise en place du protocole nécessitera surement de requérir plusieurs autorisations au titre de l'APPB et de la Natura 2000. L'étude aura donc pour but de réaliser les dossiers nécessaires et d'obtenir ces autorisations.

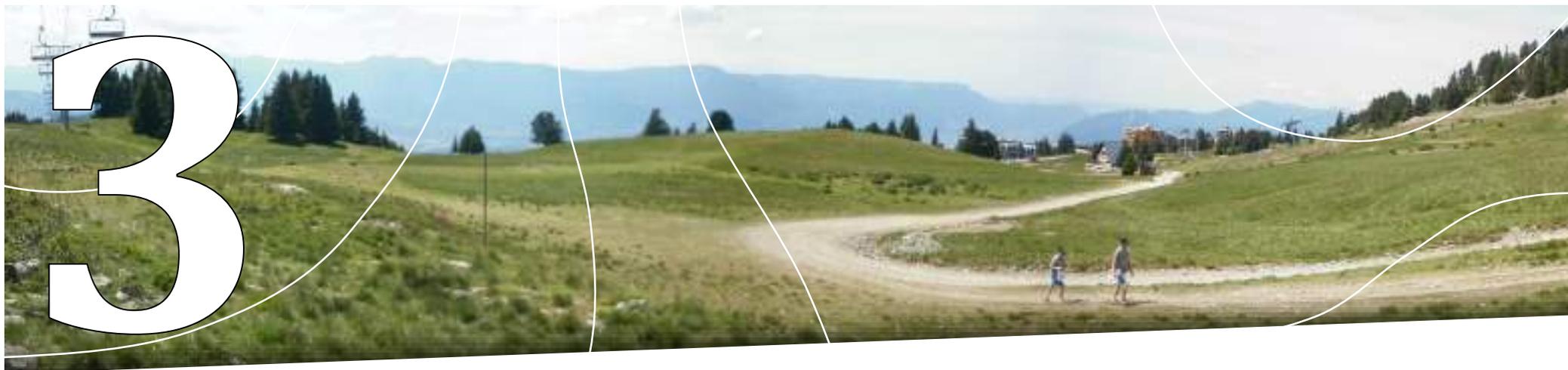
4 - Effectuer les mesures

L'étude devra ensuite logiquement mettre en œuvre le protocole pour obtenir le résultat des mesures de chacune des aires.

Pour les investigations hydrogéologique, il s'agira de faire des essais de pompage de longue durée avec mesure de l'évolution de la charge hydraulique de la nappe dans les puits et dans des piézomètres proches à créer en fonction du débit prélevé et du temps écoulé. Ces essais de pompages permettront de définir les caractéristiques de l'aquifère et le cône de rabattement du pompage.

5 - Analyser les résultats

Enfin, il s'agira de conclure sur les effets des forages sur la tourbière et de commenter le programme de prélèvement provisoire et de l'adapter si possible ou nécessaire.



Volet économique

- | Coûts d'investissement de la retenue/Plan de financement
- | Impact économique du renforcement de la Neige de culture

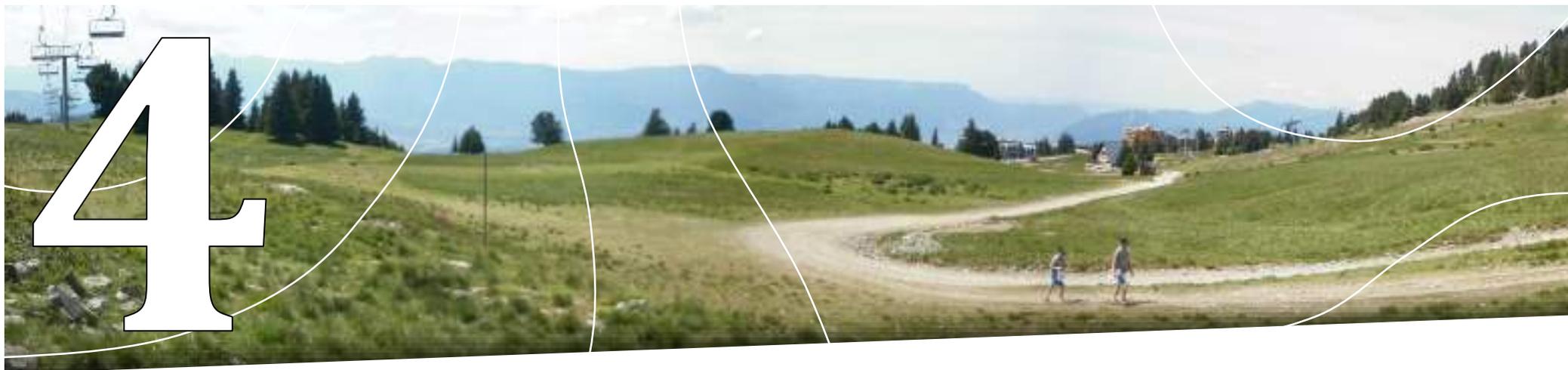
Coût de la retenue de Roche Béranger

<ul style="list-style-type: none">• Retenue de Roche Béranger (avec salle des machines, hors équipements)	2 400 000 € H.T.
<ul style="list-style-type: none">• Plan de financement<ul style="list-style-type: none">• Subvention de la Région• Subvention de la Communauté de Communes• Subvention du Département	<ul style="list-style-type: none">- 600 000 € H.T.- 507 000 € H.T.- 100 000 € H.T.
<ul style="list-style-type: none">• Solde : emprunt validé	1 193 000 € H.T.

Impact économique de la Neige de culture

○ Les impacts économiques attendus

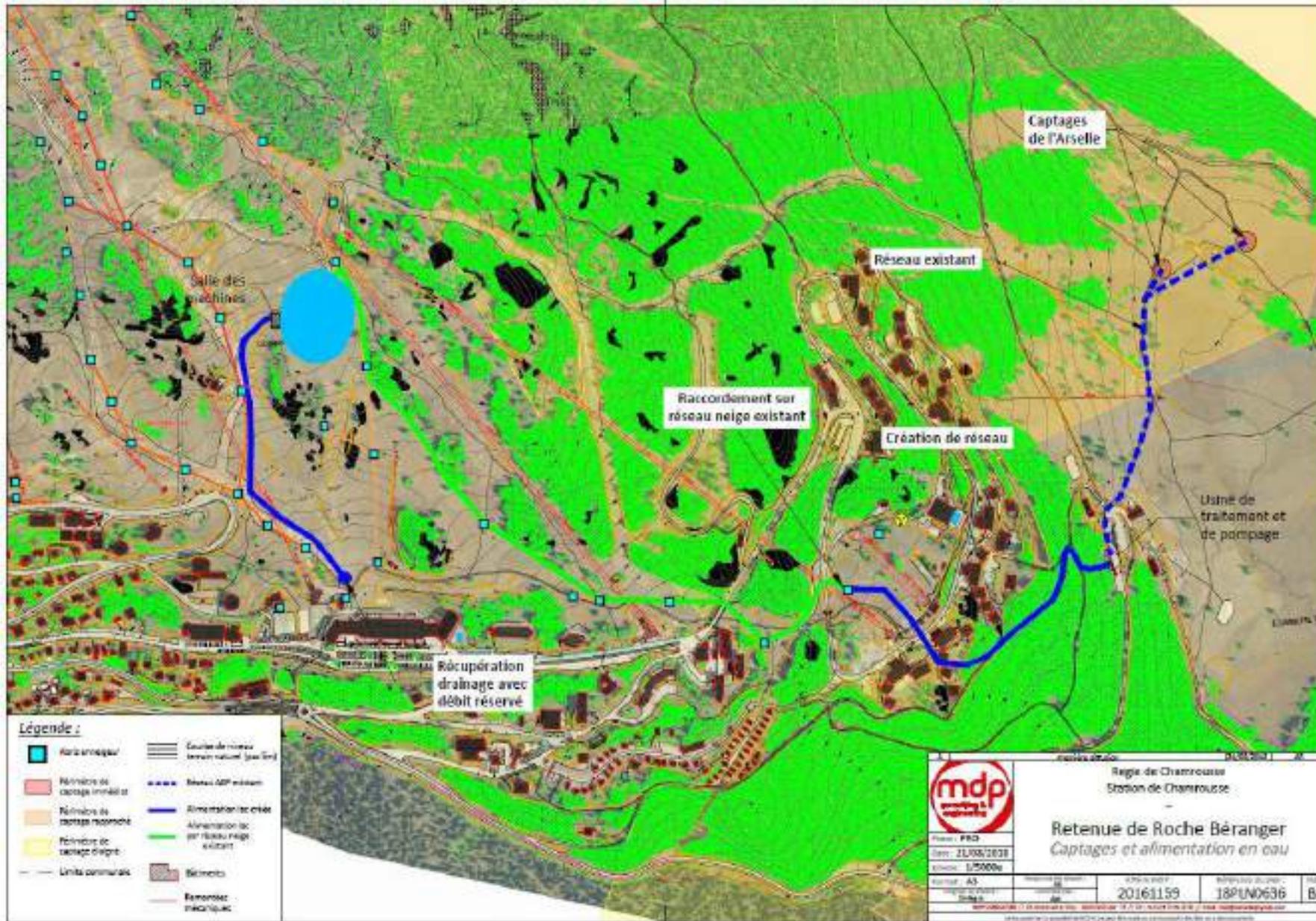
- La nouvelle retenue permet de fiabiliser l'alimentation en eau des équipements existants et de prévoir les consommations futures à 2025
- Le domaine de Chamrousse ouvre environ 135 jours par an. La garantie Neige fournie, en moyenne, quatre semaines d'enneigement garantie supplémentaires, permettant de sécuriser directement 20% de chiffre d'affaire annuel
- La présence des tour-operator (et donc le remplissage de la station sur toute la saison et surtout hors vacances scolaires) est conditionnée à un niveau d'équipement en Neige de culture qui doit être > à 35 % du domaine skiable
- Une installation d'enneigement bien dimensionnée garantie une ouverture de la station dès début décembre. Un WE représente 2,5% du CA. Si les deux premiers WE de décembre sont assurés cela représente 5% du CA
- La garantie d'ouverture du domaine skiable fiabilise les embauches et donc l'emploi direct de 100 saisonniers pour la (Régie) et indirect de 350 à 450 saisonniers pour les commerces et services sur une période conséquente et ce, dès début décembre
- Pour rappel, un euro de dépense en forfaits induit 6 à 7 euros de dépenses annexes (ratio validé par dernières études de 2018)



Volet environnement

- | Incidences sur l'alimentation en eau potable
- | Incidences sur les écoulements de versant
- | Incidences sur le contexte hydrographique
- | Incidences sur les habitats humides
- | Mesures mises en place

Captage et alimentation en eau



Incidences sur l'alimentation en eau potable

- En alimentant une partie de la retenue par les captages de l'Arselle, la Régie peut potentiellement prélever 35 000 m³.
 - La priorité sera toujours donnée à l'alimentation en eau potable
 - Véolia gardera la gestion des prélèvements possibles
- **Si les 35 000 m³ autorisés sont utilisés pour l'AEP, la retenue ne sera pas alimentée par les forages de l'Arselle aussi, les impacts du projet sur l'alimentation en eau potable de la commune de Chamrousse sont inexistantes.**
- Le site à terrasser est sur l'aire d'alimentation du captage de Passe-Rivière à Vaulnaveys-le-Bas.
- **Les travaux de terrassement vont atteindre une profondeur de 9m50. La position du site à terrasser est en exergue par rapport au terrain naturel environnant. Aucune venue d'eau n'a été observée. La probabilité de rencontrer des écoulements concentrés est très faible. L'impact quantitatif sur le captage de Passe-Rivière en aval sera donc négligeable compte tenu de son éloignement (7 km) et au regard des derniers éléments hydrogéologiques**

Incidences sur l'alimentation en eau potable

- La retenue est située sur le bassin versant du ruisseau de Prémol qui était capté pour l'AEP sur la commune de Vaulnaveys-le-Haut.
- **Ce captage a été abandonné par délibération du conseil métropolitain aussi, les impacts du projet sur l'alimentation en eau potable d'autres communes, situées sur le même bassin versant, sont inexistantes.**
- Le massif est fracturé avec une perméabilité en grand. En cas de pollution accidentelle, une contamination de l'aquifère serait possible.
- **Des mesures d'évitement sont prévus (ME1) : Kit antipollution, Formation des personnels, Gestion des déchets, Limitation des travaux en période de pluie, Gestion des ruissellements, drainage et vidanges, Réalisation et mise en place d'un plan d'urgence, Plan de circulation, de stationnement et de stockage.**

Incidences sur les écoulements de versant

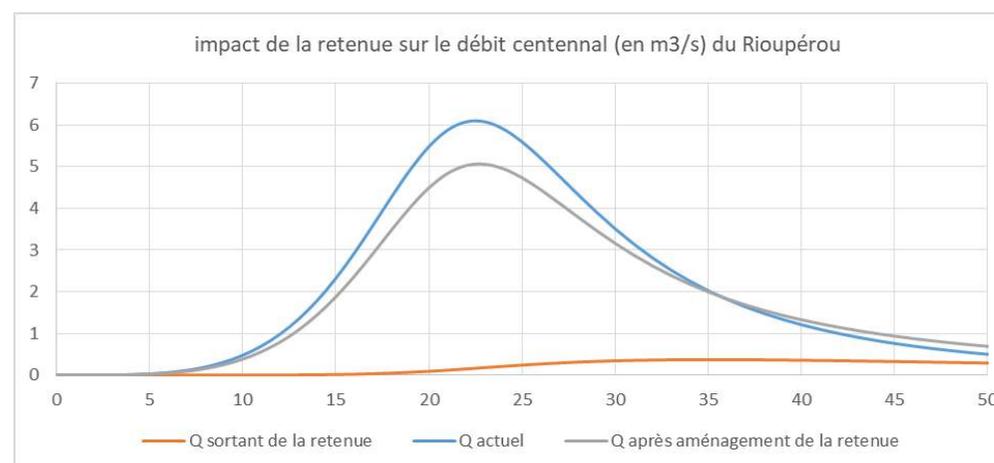
- Aucun cours d'eau, temporaire ou permanent n'est présent au droit du projet.
- Aucune résurgence n'a été observée sur la zone d'implantation de la retenue mais il reste possible que des circulation souterraines soient mises à nu lors des terrassements.
 - Les derniers éléments hydrogéologiques sur les captages permettent d'affirmer que le risque de pollution de la nappe est faible.
 - Le détournement des écoulements souterrains est également possible mais reste faible.

Effets	Type	Période d'application	Evaluation de l'impact
Création d'un risque de pollution chimique de la nappe	Direct	Temporaire	Faible
Création d'un risque de détournement d'écoulements souterrains concentrés	Direct	Temporaire	Faible

Incidences sur le contexte hydrographique

○ Incidences sur les crues centennales

- Le bassin versant du ruisseau juste au niveau de la zone urbanisée mesure 34,5 ha.
- Après réalisation de la retenue d'altitude, une partie du bassin versant sera intercepté par le projet, d'où une légère diminution des débits ruisselés



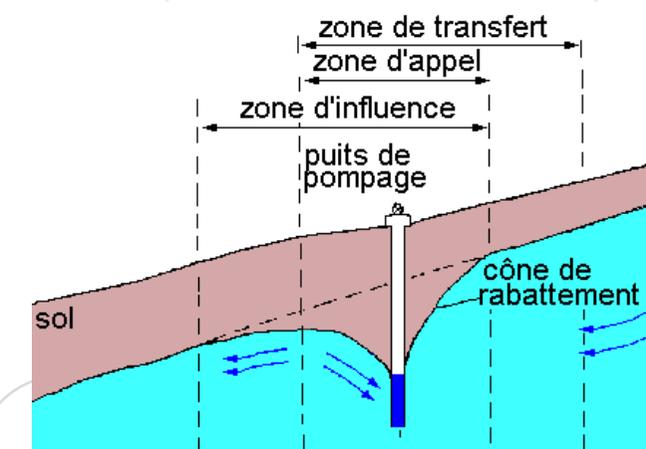
○ Incidences sur le régime hydrologique

- Le ruisseau du Rioupérou sert d'alimentation principale pour la future retenue
- Les prélèvements seront faits à la fonte des neiges maintenant ainsi un débit réservé conséquent

Effets	Type	Période d'application	Evaluation de l'impact
Modification du régime hydraulique du talweg, amont du ruisseau du Rioupérou.	Direct	Permanent	Faible
Diminution du débit de la crue centennale au niveau du centre commercial de Roche Béranger.	Direct	Permanent	Positif

Incidences sur les habitats humides

- Aucune zone humide ne subira d'impact direct pour la réalisation de ce projet
- Des milieux de type eaux courantes temporaires et berges seront supprimés, les effets sont considérés comme faibles
 - caractère anthropique
 - fortement dégradés par les troupeaux et la présence de piste de ski (ruissellement de fonte, curage régulier)
- Point sur la tourbière de l'Arselle
 - Tourbière protégée par un APPB et gérée par un ENS
 - Le pompage est susceptible d'entraîner un rabattement de la nappe (cf schéma)
 - Le suivi mis en place permettra de connaître précisément la zone d'influence du pompage
 - Le rabattement maximal est connu donc aucun risque de dégrader les pompages



EFFETS	TYPE	PÉRIODE D'APPLICATION	EVALUATION DE L'IMPACT
CRÉATION D'UN RISQUE D'ASSÈCHEMENT DE LA TOURBIÈRE DANS LA ZONE D'INFLUENCE DU FORAGE P2	DIRECT	PERMANENT	MODÉRÉ
AUGMENTATION DES CONNAISSANCE SUR LE FONCTIONNEMENT HYDRIQUE DE LA TOURBIÈRE DE L'ARSELLE	DIRECT	PERMANENT	POSITIF

Mesures mises en place

- **ME1** : Protection contre le risque de pollution turbide et chimique
- **ME2** : Limitation horaire des activités chantier
- **ME3** : Gestion des déambulations de chantier et information sur les zones sensibles
- **ME4** : Dimensionnement de l'aléa chute de blocs et traitement
- **ME5** : Déplacement du point d'eau pour les troupeaux
- **MR1** : Adaptation du calendrier de chantier
- **MR2** : Réensemencement des espaces remodelés
- **MC1** : Concertation avec l'Architecte Bâtiment de France
- **MS1** : Encadrement du chantier
- **MA1** : Etude fonctionnement des forages de l'Arselle et de leur relation avec la tourbière

NOS DOMAINES D'EXPERTISE: Aménagement / Transport par câble / Tourisme / Environnement
Urbanisme / Développement durable / Finance et Performance / Lab & workshop.



www.consultingbymdp.com
+33 (0)4 76 90 20 60



**GLOBAL ENGINEERING
/ REAL EXPERIENCES**