

Commune de Tignes (73)

Construction de la nouvelle STEP

Etude des aléas naturels

Juillet 2018
Rapport n° 94857/A



Commune de Tignes
Quartier du Rosset
BP 50
73320 TIGNES CEDEX

Présenté par

Direction régionale Sud
Pôle Infrastructures
109 rue des Mercières
69140 RILLIEUX-LA-PAPE
Tél. : 04.37.85.19.60
Fax. : 04.37.85.19.61

Sommaire

	Pages
1. INTRODUCTION	5
2. DONNEES GENERALES	6
2.1. LOCALISATION DU PROJET	6
2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE	7
2.3. CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE	8
3. PHENOMENES NATURELS ET ALEAS	9
3.1. PHENOMENES ETUDIES	9
3.2. DONNEES EXPLOITEES.....	11
3.2.1. <i>Données d'archives</i>	11
3.2.2. <i>Rencontre avec la commune</i>	12
3.3. RECONNAISSANCES DE TERRAIN	12
4. PHENOMENES NATURELS.....	13
4.1. CRUES TORRENTIELLES.....	13
4.2. RAVINEMENT.....	15
4.3. GLISSEMENT DE TERRAIN/SOLIFLUXION	17
4.4. CHUTES DE BLOCS.....	20
4.5. AVALANCHES.....	23
5. DEFINITION DE L'ALEA.....	26
5.1. INONDATION	26
5.1.1. <i>Crues des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles (T)</i>	26
5.1.2. <i>Ruissellements sur versant et ravinement (V)</i>	27
5.2. MOUVEMENTS DE TERRAIN	28
5.2.1. <i>Glissements de terrain, solifluxion et coulées boueuses (G)</i>	28
5.2.2. <i>Chutes de pierres et de blocs (B)</i>	29
5.2.3. <i>Affaissements, effondrements de cavités souterraines, suffosion (F).</i>	30
5.3. AVALANCHES (A)	30
6. CONCLUSION.....	31

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Situation du projet	6
Figure 2. Extrait de la carte géologique	7
Figure 3. Berges de l'Isère en amont du pont de la piste de ski de fond paralympique	13
Figure 4. Pont de la piste de ski de fond paralympique.....	14
Figure 5. Ruisseau des Pigettes.....	14
Figure 6. Piste de ski coupant les virages de la RD 87E.....	15
Figure 7. Piste de ski du télésiège du Vallon de la Sache	16

Figure 8. Erosion de la bordure de la RD 87A suite à l'avalanche du Glattier en avril 2018.....	16
Figure 9. RD 87 A - Lutte anti-érosion par fascinage.....	17
Figure 10. Site de la future STEP avec les remblais à décaisser	18
Figure 11. RD 87 E – Dégradation du bitume derrière un mur de soutènement.....	18
Figure 12. RD 87 A – Affaissement superficiel de l'accotement aval.....	19
Figure 13. RD 87 A – Glissement superficiel du talus amont	19
Figure 14. RD 87 A – Glissements/érosions superficiel(les) du talus amont	20
Figure 15. RD 87 E - Bloc à purger sous la plateforme de l'ancien hôtel du Rocher Blanc	21
Figure 16. RD 87 E – Ecran pare-blocs	21
Figure 17. RD 87 E – Falaise	22
Figure 18. RD 87 A – Crête de falaise à purger	22
Figure 19. RD 87 A – Paravalanche du Vépier – Bloc à purger.....	23
Figure 20. RD 87 A – Paravalanche du Vépier.....	24
Figure 21. RD 87 A – Système anti coulée déformé constitué d'un grillage 60 x 80 mm monté sur barres GEWI 32 mm.....	24
Figure 22. RD 87 A – Restes de l'avalanche du Tunnel du Glattier déclenchée par les pisteurs en avril 2018	25
Figure 23. RD 87 A – Forêt de paravalanches	25

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Définition des phénomènes	10
Tableau 2. Données d'archives	12
Tableau 3. Niveaux d'aléa crue des ruisseaux torrentiels (T)	27
Tableau 4. Niveaux d'aléa ruissellement sur versant et ravinement (V)	27
Tableau 5. Niveaux d'aléa Glissement de terrain (G)	29
Tableau 6. Niveaux d'aléa chute de pierres et de blocs (B)	30
Tableau 7. Niveaux d'aléa Avalanches (A)	30

LISTE DES ANNEXES

Carte hors texte n°1 : Carte informative
Carte hors texte n°2 : Carte des aléas Inondation par crues torrentielles
Carte hors texte n°3 : Carte des aléas Ravinement
Carte hors texte n°4 : Carte des aléas Glissement de terrain
Carte hors texte n°5 : Carte des aléas Chutes de pierres/blocs
Carte hors texte n°6 : Carte des aléas Avalanches

1. Introduction

IRH est chargé d'assurer la maîtrise d'œuvre de la nouvelle STEP de Tignes qui comprend :

- La création d'un bassin tampon en bordure de la RD 87a, à proximité de la station existante à Tignes-le-Lac ;
- La réalisation d'une canalisation d'amenée (environ 6 km) entre l'actuelle STEP du lac et celle des Brévières ;
- La construction de la future STEP sur le site des Brévières.

Le présent rapport rend compte des recherches, études, observations ayant conduit à la l'élaboration des cartographies d'aléa dans l'emprise du tracé de la canalisation pour les phénomènes suivants :

- Inondations :
 - **T** : crues des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles,
 - **V** : ruissellements sur versant et ravinement.
- Mouvements de terrain :
 - **G** : glissements de terrain, solifluxion et coulées boueuses,
 - **P** : chutes de pierres et de blocs,
 - **F** : affaissements, effondrements de cavités souterraines, suffosion.
- Phénomènes neigeux :
 - **A** : Avalanches.

2. Données générales

2.1. Localisation du projet

Le site du futur bassin tampon est localisé à 2 040 m d'altitude aux abords immédiats de l'actuelle station de Tignes-le-Lac, à l'aval du hameau de Lavachet entre la RD 87a et le ruisseau du lac.

Le tracé de la conduite suit d'abord la RD 87a jusqu'à l'intersection du hameau des Boisses (alt. : 1 848 m). Puis, le tracé traverse ce hameau et coupe une série de virages en épingles à cheveux de la RD 87e qu'elle suit jusqu'à la piste de ski située sous le télésiège du vallon de la Sache. Le tracé descend cette piste jusqu'au hameau des Brévières puis traverse l'Isère sur un support dédié et longe le Lac des Brévières puis à nouveau la RD 87^e jusqu'à la plateforme prévue pour l'implantation de la future STEP à la cote + 1550 m NGF.

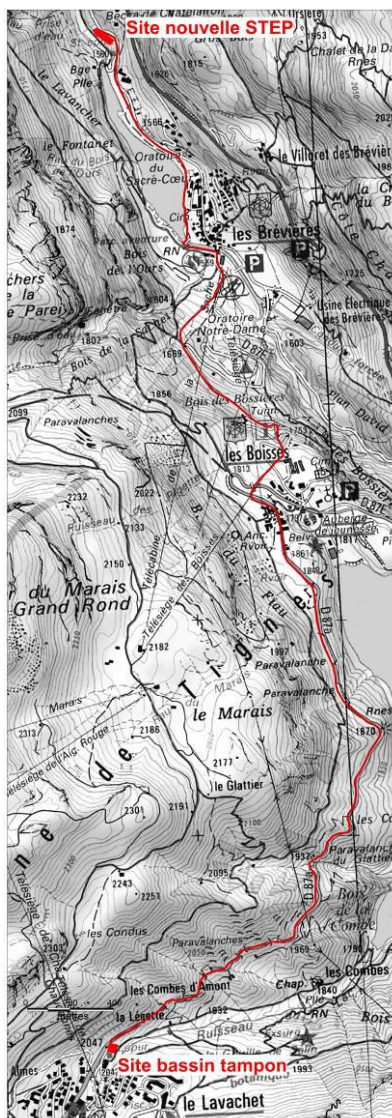


Figure 1. Situation du projet

2.2. Contexte géologique

D'un point de vue géologique, le futur bassin tampon ainsi que la partie amont du tracé de la conduite sont situés dans des moraines anciennes du Würm et post-Würm (Gy). A partir du tunnel du Glattier, apparaissent sous la forme d'affleurements localisés, d'abord les cargneules du Trias (Kr) puis des Quartzites du Trias (TiQ) que l'on retrouvera sur une grande partie du tracé en rive gauche de l'Isère. Des placages de moraines anciennes (Gy) ainsi qu'un cône de déjection (Jz) au niveau de la piste de ski du vallon de la Sache) recouvrent en partie ces formations rocheuses. Au pied du versant, toujours en rive gauche de l'Isère, les terrains quartzitiques sont en contact anormal avec les formations de socle anté-triasique constituées de micaschistes et de gneiss (S et r). Ces terrains constituent le substratum rocheux en rive droite de l'Isère où ils sont en grande partie recouverts par des formations ébouluses (E).

A noter que les contacts tectoniques peuvent être soulignés par la présence de marbres (JB-r, c-e).

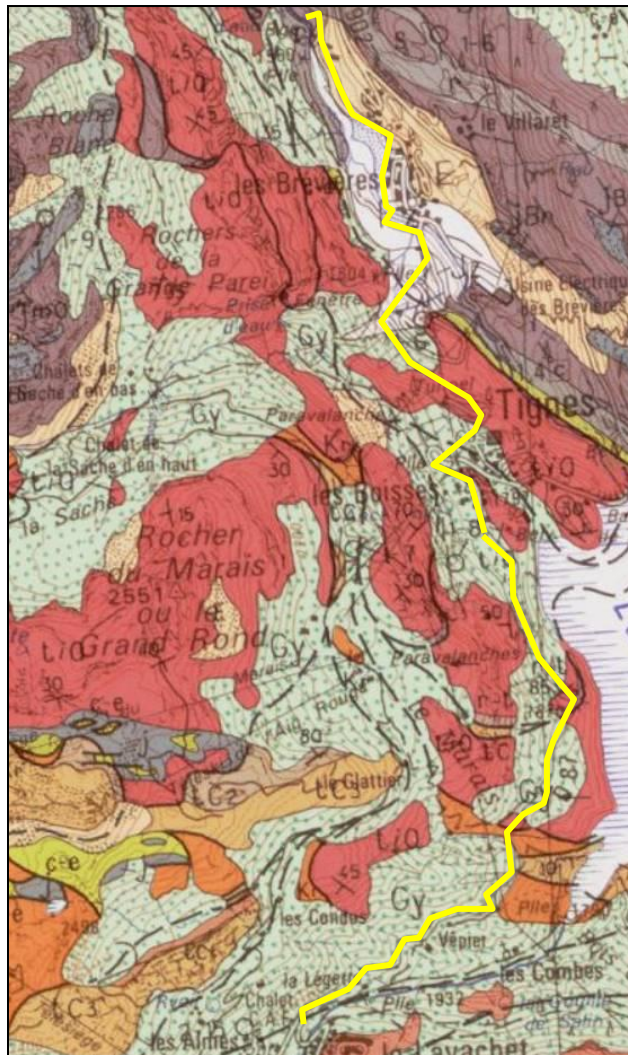


Figure 2. Extrait de la carte géologique

2.3. Contexte hydrographique et hydrogéologique

D'un point de vue hydraulique :

Dans sa partie supérieure le long de la RD 87a, le tracé traverse toute une série de vallons qui canalisent les écoulements gravitaires de nature temporaire (avalanches et écoulements d'eau superficiels).

Au niveau du hameau des Boisses, le tracé traverse trois fois le cours - canalisé d'abord puis naturel - du ruisseau du Marais auquel vient se joindre le ruisseau des Pigettes. Ces deux ruisseaux sont sujets à des phénomènes de débordements entraînant des ravinements sous le virage des Boisses.

Des écoulements de surface sont également présents, plus bas, le long du tracé de la RD 87e.

La piste du Vallon de la Sache constitue le débouché d'écoulements temporaires provenant d'un thalweg dont le haut se situe à la cote 2 170 m NGF. La présence d'un cône de déjection témoigne de la permanence de ces écoulements.

Au niveau des Brévières, le tracé de la future conduite passe au-dessus du ruisseau de la Sachette et franchit le cours de l'Isère sous le barrage de Tignes (la canalisation sera montée sur un portique dédié) puis longe le lac des Brévières jusqu'à l'usine hydroélectrique.

D'un point de vue hydrogéologique :

En dehors des venues d'eau sporadiques, présentes notamment dans les formations de surface, on peut noter la présence de deux anciennes sources captées au niveau des Boisses, en toute proximité du futur tracé. D'après la mairie, ces sources auraient servi à l'alimentation en eau potable du personnel du chantier pour la construction du barrage de Tignes. La présence de ces sources détrempe une partie des terrains où il est prévu de faire passer la conduite.

3. Phénomènes naturels et aléas

3.1. Phénomènes étudiés

Les aléas cartographiés, conformément aux différents guides techniques PPRN et aux déclinaisons locales des directives nationales applicables pour le département de la Savoie sont les suivants :

- Inondations :
 - **T** : crues des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles,
 - **V** : ruissellements sur versant et ravinement
- Mouvements de terrain :
 - **G** : glissements de terrain, solifluxion et coulées boueuses,
 - **P** : chutes de pierres et de blocs,
 - **F** : affaissements, effondrements de cavités souterraines, suffosion
- Phénomènes neigeux :
 - **A** : avalanches

Ces différentes catégories d'aléas sont définies plus précisément dans le tableau ci-après.

Aléa	Symbole	Définition du phénomène
Crue des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles	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 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.
Ruissellement sur versant Ravinement	V	Divagation des eaux météoriques en dehors du réseau hydrographique suite à de fortes précipitations. Ce phénomène peut provoquer l'apparition d'érosions localisées (ravinement).
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.
Chute de pierres et 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	Evolution 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.
Tassements lents et Suffosion	F	Entraînement, par des circulations d'eaux souterraines, de particules fines (argiles, limons) dans des terrains meubles constitués aussi de sables et graviers, provoquant des tassements superficiels voire des effondrements. Tassements lents de sols compressibles (tourbe).
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.

Tableau 1. Définition des phénomènes

3.2. Données exploitées

3.2.1. Données d'archives

Une recherche de données d'archives sur internet et auprès des organismes susceptibles de fournir des données (RTM de la Savoie, DDT de la Savoie, BRGM, IRMA, Commune de Tignes, Conseil Départemental de la Savoie) a été réalisée. Le tableau ci-après synthétise les données collectées au cours de nos différentes recherches.

Organisme	Référence des données collectées	Commentaires
BRGM (http://www.info-terre.net)	Carte géologique à 1/50 000 n°820 de Tignes Inventaire départemental des mouvements de terrain de la Savoie Inventaire départemental des cavités souterraines de la Savoie	Deux mouvements de terrain signalés en proximité du tracé : <ul style="list-style-type: none">ID 500002871 (Coulée sur le CD 87 E le 19/10/1981)ID 500002872 (Coulée sur le CD 87 Chantoiseau le 01/10/1981) Pas de cavité sur le tracé
Archives RTM	BD RTM Site de l'observatoire des Territoires	Glissement de terrain le 15 octobre 2000 en situation de retour d'Est sur la RD 87 ^E entre les Brévières et les Boisses. Obstruction de la route en amont du tunnel des Ruines CLPA – Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanche Cartes Robert Marie
Archives IRMA (http://www.irma-grenoble.com/)	Néant	
Commune de Tignes	Cartographie du risque inondation, avalanche, mouvement de terrain à l'échelle du 1/25 000 Etude CEREP de 1983 sur la remise en état du goulet du Vallon de la Sache Alea SARL – Juillet 2018 - Nouvelle station des Brévières - Etude du risque d'avalanche dans le cadre du PLU	Ravinement important en octobre 1981 au droit d'un talus de piste de ski entre 2400 m et 2270 m d'altitude entraînant 10 000 m ³ de matériaux emportés

Conseil Départemental de la Savoie	Pas de données	
Direction Départementale de la Savoie	http://www.observatoire.savoie.equipe-ment-agriculture.gouv.fr/Communes/carteppr.php PPR approuvé de la commune de Tignes	

Tableau 2. Données d'archives

3.2.2. Rencontre avec la commune

Afin de compléter le recensement des désordres et des événements de référence, une rencontre a été organisée le 30 mai 2018 avec Monsieur Guignard, adjoint aux travaux de la Mairie de Tignes.

Cette rencontre a permis de collecter les documents précités et d'apporter quelques précisions sur les événements passés.

3.3. Reconnaissances de terrain

Les reconnaissances de terrain ont été menées le 30 et 31 mai 2018.

Ces reconnaissances ont permis de faire des observations naturalistes sur le terrain et d'effectuer un repérage des ouvrages en place (pare-avalanches, mur de soutènements, grillages, ouvrages hydrauliques, etc.)

4. Phénomènes naturels

4.1. Crues torrentielles

Cet aléa est représenté à plusieurs endroits du tracé.

- Au niveau du franchissement de l'Isère, la canalisation sera fixée sur un portique parallèle au pont de la piste paralympique de ski de fond aux Brévières. L'Isère, ici régulée par le barrage du Chevril, ne peut guère sortir du lit mineur. En revanche, les berges du lit mineur sont exposées à des lâchers d'eau. Selon la forme et l'implantation définitive du portique, son dimensionnement devra tenir compte le cas échéant des effets d'un lâcher d'eau de référence sur l'ouvrage (effet de poussée induits sur celui-ci).



Figure 3. Berges de l'Isère en amont du pont de la piste de ski de fond paralympique



Figure 4. Pont de la piste de ski de fond paralympique

- La Mairie signale un débordement du ruisseau des Pigettes il y a environ 15 ans suite à la « rupture d'une poche d'eau ». La coulée aurait dévié en rive droite du ruisseau suivant la piste de ski qui coupe les virages de la RD 87^e. Cet événement aurait entraîné de profonds ravinements.



Figure 5. Ruisseau des Pigettes

- Au niveau du hameau des Boisses, le PPR de Tignes signale que la buse canalisant le ruisseau du marais sous le hameau peut se boucher, ce qui entraîne des débordements dans le hameau.

4.2. Ravinement

Au niveau du tracé, un aléa de niveau moyen est présent :

- Sur un large secteur sous le hameau des Boisses, notamment le long de la piste de ski qui coupe les virages de la RD 87^E (Conséquence du débordement du ruisseau des Pigettes décrit par la mairie dans le chapitre précédent).



Figure 6. Piste de ski coupant les virages de la RD 87E

- Au niveau de la descente de la piste de ski du télésiège du vallon de la Sache. Bien qu'aucun événement historique ne vienne l'étayer, cette piste se situe en effet au débouché d'un thalweg naturel (altitude max 2170 m NGF) qui est le siège d'écoulements temporaires. La présence d'un cône de déjection indiqué sur la carte géologique indique l'ancienneté des phénomènes de divagation des écoulements dans ce secteur.

Pour tous les secteurs en aléa de ravinement moyen, on recommandera d'enterrer la conduite sur au moins 1,50 m afin de prévenir un éventuel dévoiement du réseau par le ruissellement.



Figure 7. Piste de ski du télésiège du Vallon de la Sache

Un niveau d'aléa ravinement (faible en général) a été noté au niveau de toutes les autres traversées de thalwegs que fait le tracé notamment le long de la RD 87A. Des avalanches de grande ampleur comme ce fut le cas en avril 2018 au niveau du tunnel du Glattier, peuvent entraîner des ravinements de la bordure la chaussée comme ci-dessous.



Figure 8. Erosion de la bordure de la RD 87A suite à l'avalanche du Glattier en avril 2018



Figure 9. RD 87 A - Lutte anti-érosion par fascinage

4.3. Glissement de terrain/solifluxion

Cet aléa est globalement peu impactant pour le projet pour les raisons suivantes :

- Le substratum rocheux, présent en rive en rive gauche de l'Isère est essentiellement de nature quartzitique et s'avère globalement peu favorable aux altérations argileuses.
- Les moraines présentes sur la partie haute du tracé sont compactes et connaissent des instabilités superficielles. Le positionnement du tracé de la canalisation étant prévu sur la demi chaussée amont, celles-ci ne sont pas préjudiciables au projet.

Quelques points doivent cependant être signalés :

- Sous le virage des Boisses, le terrain apparaît gorgé d'eau en raison de la présence des deux sources précédemment citées. Des précautions devront être prises afin d'assurer la stabilité des fouilles ainsi qu'un drainage correct du terrain (remblaiement de la tranchée avec une grave propre emballée dans un géotextile anti-contaminant).
- Concernant le site de la future STEP, les terrains actuels apparaissent naturellement stables, hormis le remblai caillouteux non compacté qui devra être décaissé afin de rechercher de meilleurs appuis pour les fondations (à

confirmer par l'étude géotechnique en cours). Il en est de même pour le site du bassin tampon. Les talus de déblai/remblai devront faire l'objet d'étude de stabilité spécifiques.

- On cherchera à écarter la conduite de la proximité des têtes de talus ou des murs de soutènements (3 m minimum). En effet, l'expérience prouve que les soutènements anciens peuvent connaître des défaillances très rapides en cas d'infiltration d'eau. On conseillera à ce titre la réparation du bitume derrière l'ouvrage hydraulique du virage des Boisses (Cf. fig. 11).



Figure 10. Site de la future STEP avec les remblais à décaisser



Figure 11. RD 87 E – Dégradation du bitume derrière un mur de soutènement



Figure 12. RD 87 A – Affaissement superficiel de l'accotement aval



Figure 13. RD 87 A – Glissement superficiel du talus amont



Figure 14. RD 87 A – Glissements/érosions superficiel(les) du talus amont

4.4. Chutes de blocs

Cet aléa est limité à quelques affleurements présents sur le linéaire du projet. Un aléa moyen a été considéré pour les falaises de plus 6 à 7 m, faible ailleurs. On recommandera ainsi la purge de quelques blocs instables au niveau 3 secteurs (Cf fig. 15, 18 et 19) surplombant le futur tracé ceci afin d'éviter la chute de blocs pendant la réalisation des travaux.



Figure 15. RD 87 E - Bloc à purger sous la plateforme de l'ancien hôtel du Rocher Blanc



Figure 16. RD 87 E – Ecran pare-blocs



Figure 17. RD 87 E – Falaise



Figure 18. RD 87 A – Crête de falaise à purger



Figure 19. RD 87 A – Paravalanche du Vépier – Bloc à purger

4.5. Avalanches

C'est l'aléa le plus représenté sur le linéaire mais il est peu susceptible d'impacter le projet hormis les superstructures à savoir :

- Nouvelle STEP : une expertise a été menée sur site par le bureau d'études ALEA Sarl (Alain DUCLOS) qui indique que le projet se situe en marge de deux avalanches historiques (CLPA 110 et 112) et recommande de ne pas exposer de parties sensibles en partie Ouest.
- Bassin tampon : D'après la CLPA, le site est exposé à des coulées en provenance du versant situé au-dessus de la RD 87A. Ce versant a fait l'objet de mesures de sécurisation (Râteliers paravalanches, grillages 60 x 80 mm sur barres GEWI 32mm, redans). Compte tenu de la présence de ces ouvrages, le volume de neige mobilisable est moindre et diminue l'exposition du futur bassin aux coulées. On recommandera de ne pas prévoir d'ouverture et de ne pas exposer de partie sensible côté amont. Par ailleurs, nous conseillons le remplacement des systèmes anti coulée montés sur barres GEWI, peu efficaces (flexion des ancrages) par des grillages montés sur HEB 120 ou des paravalanches normés.
- Franchissement de l'Isère : D'après le PPR de Tignes, la zone de franchissement de l'Isère est concernée par l'aérosol de l'avalanche de la Sache (CLPA n°109) ; elle se situe également en marge de l'avalanche du Bois de l'Ours (CLPA n°110)

pour laquelle un événement d'intensité moyenne d'occurrence supérieure à 100 ans est donné en proximité du site (événement associé à l'avalanche de 1881 ayant donné par endroit 18 à 20 m de neige sur l'Isère). C'est donc surtout vis-à-vis du premier événement (effet d'aérosol) que l'on cherchera à se prémunir soit par l'intermédiaire d'une structure résistante à l'effet de souffle, voire par l'intermédiaire d'un déviateur en terre au niveau de l'appui rive gauche.



Figure 20. RD 87 A – Paravalanche du Vépier



Figure 21. RD 87 A – Système anti coulée déformé constitué d'un grillage 60 x 80 mm monté sur barres GEWI 32 mm



Figure 22. RD 87 A – Restes de l'avalanche du Tunnel du Glattier déclenchée par les pisteurs en avril 2018



Figure 23. RD 87 A – Forêt de paravalanches

5. DEFINITION DE L'ALEA

On trouvera dans ce chapitre des éléments de justifications des cartes d'aléas fournies en annexe.

5.1. Inondation

5.1.1. Crues des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles (T)

Aléa	Indice	Critères
Fort	T3	<ul style="list-style-type: none"> * Lit mineur du torrent ou du ruisseau torrentiel avec bande de sécurité de largeur variable selon la morphologie du site, l'importance du bassin versant ou/et la nature du torrent ou du ruisseau torrentiel * Zones affouillées et déstabilisées par le torrent (notamment en cas de berges parfois raides et constituées de matériaux de mauvaise qualité mécanique) * Zones de divagation fréquente des torrents dans le " lit majeur " et sur le cône de déjection * Zones atteintes par des crues passées avec transport de matériaux grossiers et/ou lame d'eau boueuse de plus de 0,5 m environ * Zones soumises à des probabilités fortes de débâcles * En cas de prise en compte des ouvrages, par exemple : <ul style="list-style-type: none"> . Bande de sécurité derrière les digues . Zones situées au-delà pour les digues jugées notoirement insuffisantes (du fait de leur extrême fragilité ou d'une capacité insuffisante du chenal)
Moyen	T2	<ul style="list-style-type: none"> * Zones atteintes par des crues passées avec une lame d'eau boueuse de plus de 0,5 m environ et sans transport de matériaux grossiers * Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec possibilité d'un transport de matériaux grossiers * Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec écoulement d'une lame d'eau boueuse de plus de 0,5 m environ et sans transport de matériaux grossiers

		<ul style="list-style-type: none"> * En cas de prise en compte des ouvrages, par exemple : zones situées au-delà de la bande de sécurité pour les digues jugées suffisantes (en capacité de transit) mais fragiles (risque de rupture) du fait de désordres potentiels (ou constatés) liés à l'absence d'un maître d'ouvrage ou à sa carence en matière d'entretien
Faible	T1	<ul style="list-style-type: none"> * Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec écoulement d'une lame d'eau boueuse de moins de 0,5 m environ et sans transport de matériaux grossiers * En cas de prise en compte des ouvrages, par exemple : zones situées au-delà de la bande de sécurité pour les digues jugées satisfaisantes pour l'écoulement d'une crue au moins égale à la crue de référence et sans risque de submersion brutale pour une crue supérieure

Tableau 3. Niveaux d'aléa crue des ruisseaux torrentiels (T)

5.1.2. Ruissellements sur versant et ravinement (V)

Aléa	Indice	Critères
Fort	V3	<ul style="list-style-type: none"> - Versant en proie à l'érosion généralisée (badlands). Exemples : <ul style="list-style-type: none"> - présence de ravines dans un versant déboisé - griffe d'érosion avec absence de végétation - effritement d'une roche schisteuse dans une pente faible - affleurement sableux ou marneux formant des combes - Axes de concentration des eaux de ruissellement, hors torrent
Moyen	V2	<ul style="list-style-type: none"> - Zone d'érosion localisée. Exemples : <ul style="list-style-type: none"> - griffe d'érosion avec présence de végétation clairsemée - écoulement important d'eau boueuse, suite à une résurgence temporaire - Débouchés des combes en V3 (continuité jusqu'à un exutoire)
Faible	V1	<ul style="list-style-type: none"> - Versant à formation potentielle de ravine - Ecoulement d'eau plus ou moins boueuse sans transport de matériaux grossiers sur les versants et particulièrement en pied de versant.

Tableau 4. Niveaux d'aléa ruissellement sur versant et ravinement (V)

5.2. Mouvements de terrain

5.2.1. Glissements de terrain, solifluxion et coulées boueuses (G)

Aléa	Indice	Critères	Exemples de formations géologiques sensibles
Fort	G3	<ul style="list-style-type: none"> - Glissements actifs dans toutes pentes avec nombreux indices de mouvements (niches d'arrachement, fissures, bourrelets, arbres basculés, rétention d'eau dans les contre-pentes, traces d'humidité) et dégâts au bâti et/ou aux axes de communication - Auréole de sécurité autour de ces glissements, y compris zone d'arrêt des glissements (bande de terrain, peu penté, au pied des versants instables, largeur minimum 15 m) - Zone d'épandage des coulées boueuses (bande de terrain, peu penté, au pied des versants instables, largeur minimum 15 m) - Glissements anciens ayant entraîné de très fortes perturbations du terrain - Berges des torrents encaissés qui peuvent être le lieu d'instabilités de terrains lors de crues 	<ul style="list-style-type: none"> - Couvertures d'altération des marnes, calcaires argileux et des schistes très altérés - Moraines argileuses - Argiles glacio-lacustres - Molasse argileuse

Moyen	G2	<ul style="list-style-type: none"> - Situation géologique identique à celle d'un glissement actif et dans les pentes fortes à moyennes (de l'ordre de 20 à 70 %) avec peu ou pas d'indices de mouvement (indices estompés) - Topographie légèrement déformée (mamelonnée liée à du fluage) - Glissement ancien de grande ampleur actuellement inactif à peu actif - Glissement actif mais lent de grande ampleur dans des pentes faibles (< 20 % ou inférieure à l'angle de frottement interne des matériaux du terrain instable) sans indice important en surface 	<ul style="list-style-type: none"> - Couvertures d'altération des marnes, calcaires argileux et schistes - Moraine argileuse peu épaisse - Molasse sablo-argileuse - Eboulis argileux anciens - Argiles glacio-lacustres
Faible	G1	Glissements potentiels (pas d'indice de mouvement) dans les pentes moyennes à faibles (de l'ordre de 10 à 30 %) dont l'aménagement (terrassment, surcharge...) risque d'entraîner des désordres compte tenu de la nature géologique du site	<ul style="list-style-type: none"> - Pellicule d'altération des marnes, calcaires argileux et schistes - Moraine argileuse peu épaisse - Molasse sablo-argileuse - Argiles lités

Tableau 5. Niveaux d'aléa Glissement de terrain (G)

5.2.2. Chutes de pierres et de blocs (B)

Zonage par analyse historique et reconnaissances de terrain :

Aléa	Indice	Critères
Fort	P3	<ul style="list-style-type: none"> - Zones exposées à des éboulements en masse, à des chutes fréquentes de blocs ou de pierres avec indices d'activité (éboulis vifs, zone de départ fracturée, falaise, affleurement rocheux) - Zones d'impact - Bande de terrain en pied de falaises, de versants rocheux et d'éboulis (largeur à déterminer, en général plusieurs dizaines de mètres) - Auréole de sécurité à l'amont des zones de départ
Moyen	P2	<ul style="list-style-type: none"> - Zones exposées à des chutes de blocs et de pierres isolées, peu fréquentes (quelques blocs instables dans la zone de départ) - Zones exposées à des chutes de blocs et de pierres isolées, peu fréquentes, issues d'affleurements de hauteur limitée (10-20 m) - Zones situées à l'aval des zones d'aléa fort - Pentes raides dans versant boisé avec rocher sub-affleurant sur pente > 70 % - Remise en mouvement possible de blocs éboulés et provisoirement stabilisés dans le versant sur pente > 70 %

Faible	P1	<ul style="list-style-type: none"> - Zones d'extension maximale supposée des chutes de blocs ou de pierres (partie terminale des trajectoires présentant une énergie très faible) - Pentes moyennes boisées parsemée de blocs isolés, apparemment stabilisés (ex. : blocs erratiques)
---------------	-----------	---

Tableau 6. Niveaux d'aléa chute de pierres et de blocs (B)

5.2.3. Affaissements, effondrements de cavités souterraines, suffosion (F).

Sans objet

5.3. Avalanches (A)

Aléa	Indice	Critères
Fort	A3	<p>Si cartographie CLPA : avalanches reconnues par enquête sur le terrain (avalanches numérotées) et par photo-interprétation ; zones avalancheuses et dangers localisés ; zones de souffle avec dégâts significatifs</p> <p>En l'absence de cartographie CLPA : zone d'extension maximale connue des avalanches (souvent par des archives) avec ou non destruction du bâti ; zones de souffle connu avec dégâts significatifs (destruction généralisée de forêt, gros arbres brisés)</p>
Moyen	A2	<p>Si cartographie CLPA : zones présumées avalancheuses et dangers localisés présumés</p> <p>En l'absence de cartographie CLPA : zones pour lesquelles des informations suffisamment précises n'ont pu être obtenues ou qui ont donné lieu à des renseignements non recoupés ou contradictoires</p> <p>Dans les deux cas : zones de dégâts limités dus au souffle (bris d'arbres, de fenêtres)</p>
Faible	A1	<p>Phénomène très localisé et de faible amplitude (purge de talus...) Zone terminale de souffle (bris de branches ; plâtrage de façade ; bris possible de vitrage ordinaire)</p>

Tableau 7. Niveaux d'aléa Avalanches (A)

6. Conclusion

Le projet de construction de nouvelle STEP de Tignes ne comporte pas d'aléa naturel majeur sur son tracé susceptible de remettre en question sa faisabilité. Quelques points particuliers sont en revanche à noter :

- Bassin tampon (aléa moyen avalanches) : précautions particulières à prendre contre les coulées de neige (renforcement de la façade amont, pas d'ouverture côté amont. Remplacement des systèmes paravalanches tordus par le poids de la neige sur le talus amont de la route.
- Nouvelle STEP (aléa faible avalanches) : ne pas exposer de parties sensibles en partie Ouest, éviter les ouvertures côtés amont.
- Conduite enterrée :
 - En zone d'aléa moyen de glissement de terrain (virage des Boisses) : prévoir d'enterrer la conduite dans une grave drainante emballée dans un feutre anti-contaminant ; drainer systématiquement les venues d'eau en fouilles.
 - En zone d'aléa moyen de ravinement, prévoir d'enterrer la conduite sur une profondeur minimale d'1,50 m afin d'éviter les affouillements en cas de coulée chargée.
 - Quelques secteurs de falaise à purger au niveau de la RD 87A et falaise sous l'ancienne plateforme du Rocher Blanc afin d'éviter des départs de blocs pendant les travaux.
- Concernant la traversée de l'Isère sur un portique spécialement conçu.
 - Selon son positionnement et sa conception, ce dernier devra résister aux efforts de poussée (et à l'érosion) imputable aux PHE dues à un lâcher d'eau de référence du barrage du Chevril.
 - Le portique se situe en bordure d'une avalanche majeure d'occurrence supérieure à 100 ans (datant de 1881) issue du Vallon de la Sache ; il est également exposé à des effets d'aérosols de l'avalanche du Bois de L'Ours. En conséquence, l'ouvrage devra au minimum avoir une conception lui permettant de résister à l'effet d'aérosol. Un merlon déviateur pourrait également être envisagé. Un passage sous le cours de l'Isère par forage dirigé ou microtunnelier pourrait permettre de s'affranchir de l'ensemble de ces risques.

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'ANTEA ne sauraient engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Rapport

Titre : **Commune de Tignes (73) – Construction de la nouvelle STEP – Etude des aléas naturels**

Numéro et indice de version : 94857A

Date d'envoi : 27 juillet 2018

Nombre de pages : 31

Diffusion (nombre et destinataires) :

1 ex. Client

1 ex. Agence

Nombre d'annexes dans le texte : 0

Nombre d'annexes en volume séparé : 6

1 ex. Auteur

Client

Coordonnées complètes :

BIEVRE ISERE COMMUNAUTE

Grenoble Air Parc

1, avenue Roland Garros

38590 SAINT-ETIENNE DE SAINT-GEOIRS

Tél. : 04.76.93.51.46

Nom et fonction des interlocuteurs : Monsieur Baptiste VUILLAUME

Antea Group

Unité réalisatrice : SINF – Rillieux La Pape

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Interlocuteur commercial : RENAULT O.

Responsable de projet : RENAULT O.

Rédacteur : RENAULT O.

Secrétariat : Cindy YAFFA

Qualité

Contrôlé par : DELAMARE Estelle

Date : 27/07/2018 - Version A

N° du projet : RHAP170692

Références et date de la commande :

Mots clés : Cartographie, aléa, inondation, mouvement de terrain, avalanche, Savoie.