



SATA

ALPE D'HUEZ · LES 2 ALPES · LA GRAVE



PROJET DE LA TC VILLARAIS

VILLARD-RECULAS et HUEZ Station de l'Alpe d'Huez (38)

Étude géotechnique préalable Analyse des risques naturels (DAET) (G1 ES+PGC)

RP 13812-1



SOCIETE ALPINE DE GEOTECHNIQUE
2, rue de la Condamine – B.P. 17 - 38610 GIERES
☎ 04.76.44.75.72

n° RP	Ind.	Date	Commentaires	Établi par	Vérifié par	Approuvé par
13812-1	A	19/09/2024	Établissement du rapport	G. CHAMEL	M. CAMUS	L. LORIER

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	5
2. CONTEXTE GENERAL	7
2.1. PRESENTATION GENERALE DU PROJET	7
2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE	8
2.3. CONTEXTES HYDROLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES	8
2.4. RISQUES NATURELS – REGLEMENTATION	9
2.5. RISQUES NATURELS – RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE	10
2.6. OUVRAGES EXISTANTS A PROXIMITES – RECHERCHE D'ARCHIVES.....	10
2.7. PHOTOS AERIENNES D'ARCHIVES	11
2.8. ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE (ZIG)	12
3. OBSERVATIONS DE TERRAIN	13
4. ANALYSE DES RISQUES NATURELS (HORS AVALANCHES)	16
4.1. MOUVEMENTS DE TERRAIN	16
4.2. CHUTES DE BLOCS	16
4.3. AFFAISSEMENT/EFFONDREMENT DE CAVITES	16
4.4. CRUES TORRENTIELLES/INONDATIONS	16
4.5. ALEA AMIANTE ENVIRONNEMENTALE.....	16
4.6. ALEA RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES	16
4.7. POTENTIEL RADON	16
4.8. SISMICITE	17
5. PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION	18
5.1. TERRASSEMENTS.....	18
5.2. GARES ET PYLONES DE LIGNE	18
5.3. PRECONISATIONS TECHNIQUES GENERALES	19
6. CONCLUSIONS	20

1. INTRODUCTION

Intervenants :

Maître d'ouvrage	SATA Huez 131 rue du Pic Blanc 38750 ALPE d'HUEZ Interlocuteur : M. Thierry HUGUES
Maître d'œuvre	E.R.I.C 13 Bis Rue de la Tuilerie 38170 Seyssinet-Pariset Interlocuteur : M. Laurent ARLAUD

Objet :

La présente étude géotechnique est effectuée à la demande et pour le compte de la SATA.

Elle concerne le projet de remplacement du télésiège du Villarais sur les communes de Villard-Reculas et d'Huez, station de l'Alpe d'Huez (38).

Les objectifs de cette étude sont :

- Identifier les risques naturels à prendre en compte pour le projet (hors risques d'avalanches) ;
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques sur la base des observations de terrain réalisées et des documents d'archives ;
- Définir une première adaptation du projet aux spécificités du site et les grands principes de réalisation des travaux.

Cette étude a été réalisée sur la base d'une visite de terrain réalisée le 04.09.2024.

Il s'agit d'une mission de type **G1 ES/PGC** selon la classification de l'Union Syndicale Géotechnique (cf. Annexe 2).

Documents consultés :

- Banques de données générales :
 - Carte IGN du secteur étudié au 1/25 000^{ème}
 - Carte géologique du BRGM (*feuille Vizille n° 797 – 1972*) au 1/50 000^{ème}
 - Base de données géo-scientifiques web du BRGM : site <http://infoterre.brgm.fr>
 - Base de données des risques sur le territoire : <http://www.georisques.gouv.fr>
 - Site de la préfecture de l'Isère : <https://www.isere.gouv.fr>
- Documents relatifs au projet :

Docs	Désignation et référence	Origine	Date
[1]	3232-01-00 - Profil en long et vue en plan (version TC)	ERIC	16/11/2023

Conditions d'utilisation du rapport et annexes associées :

Cette étude est la propriété du client : SATA. Elle ne peut être ni reproduite ni diffusée en dehors du consentement de ce dernier. Le rapport et ses annexes sont indissociables.

Nos conditions d'utilisation du rapport sont rappelées en annexe. En particulier :

- Ce document doit être transmis à l'ensemble des intervenants du projet. Toute modification apportée au projet ou à son environnement (*aménagements de proximité, terrassements...*) après l'étude nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission pour étudier leur impact.
- L'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension.
- Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution et non détectés lors de la mission d'origine (*failles, remblais anciens, karsts, venues d'eau, hétérogénéités localisées ...*), ainsi que tout incident survenu au cours des travaux (*éboulements, glissement...*), pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport géotechnique G2 ou G3, doivent immédiatement être signalés aux bureaux d'études géotechniques en charge du suivi géotechnique des travaux (*missions G3 et G4*) afin qu'ils en analysent les conséquences sur les conditions d'exécution et la conception de l'ouvrage.

2. CONTEXTE GENERAL

2.1. Présentation générale du projet

Le tracé du projet de remplacement du télésiège du Villarais est légèrement décalé côté Sud du télésiège actuel, sur le versant Ouest de la montagne de *La Grande Sure*.

Le projet prévoit la réalisation d'une gare de départ G1, de 16 pylônes de ligne (P16 à P1, numérotation décroissante vers l'amont) et d'une gare d'arrivée G2.

La gare de départ (G1) se situe à Villard-Reculas, à cheval au-dessus de la route des pistes à l'altitude de 1485 m. La gare d'arrivée (G2) se situe à l'altitude de 2113 m, au niveau du sommet de *La Grande Sure*, à proximité de la gare d'arrivée du TSCD du Signal. L'axe de la ligne est Nord +80°E, sur un dénivelé de 628 m pour une distance horizontale d'environ 2305 m.

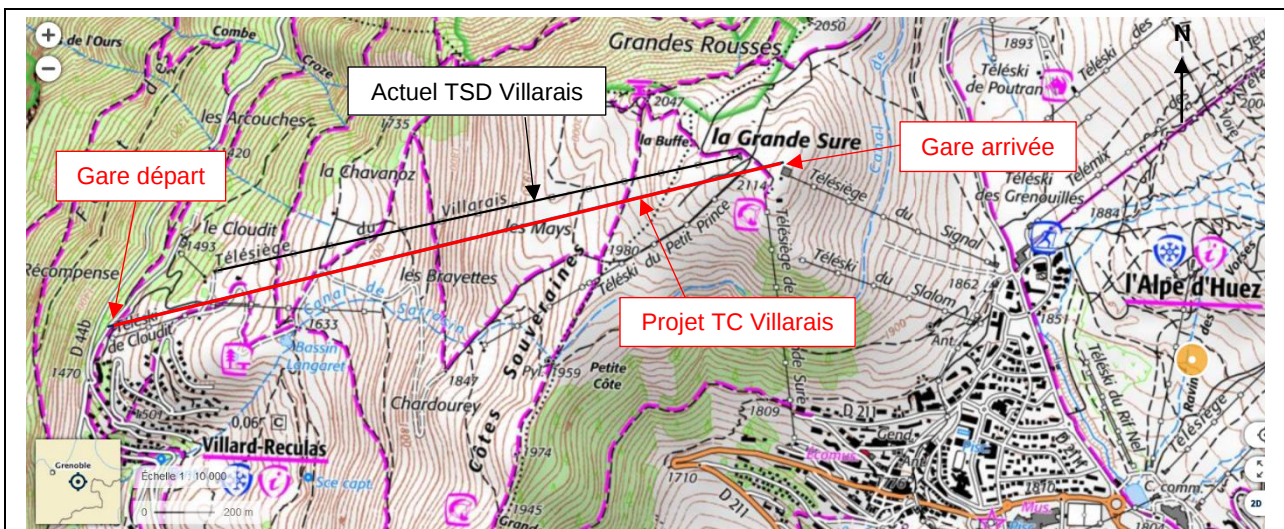


Figure 1 : Localisation du site sur fond de plan IGN (Source : <https://www.geoportail.gouv.fr>)

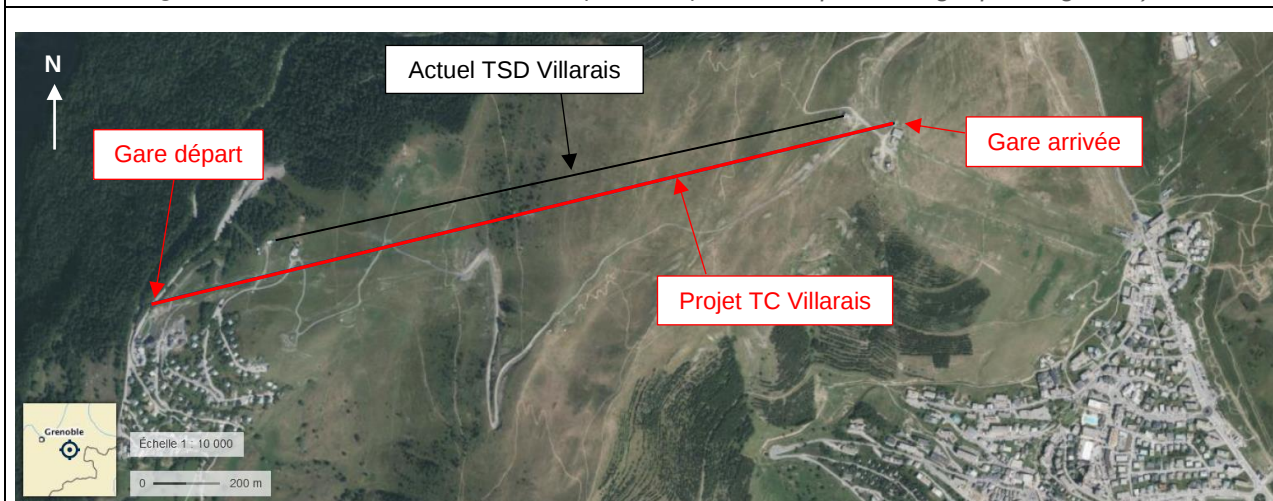


Figure 2 : Localisation du site sur vue aérienne (Source : <https://www.geoportail.gouv.fr>) (photo du 15.08.2021)

2.2. Contexte géologique

D'après la carte géologique au 1/50 000ème, la géologie du site est composée :

- Par le substratum rocheux constitué d'une série de couches sédimentaires du Jurassique inférieur (Lias) de calcaires +/- argilo-schisteux, de calcschistes et de schistes marneux. Cette série de couches sédimentaires est plissée et forme un grand synclinal dont le cœur est situé au niveau du village de Villard-Reculas ;
- Localement, des terrains de couverture composés de matériaux morainiques glaciaires et/ou d'éboulis peuvent être présents et recouvrir le substratum rocheux.

Il est à noter, au vu de l'historique du site (construction des actuelles remontées mécaniques et des pistes de ski, aménagement du front de neige en G1, construction de la route des pistes, ...), que des remblais existent probablement localement sur ce site (épaisseur et qualité des matériaux de remblais inconnues).

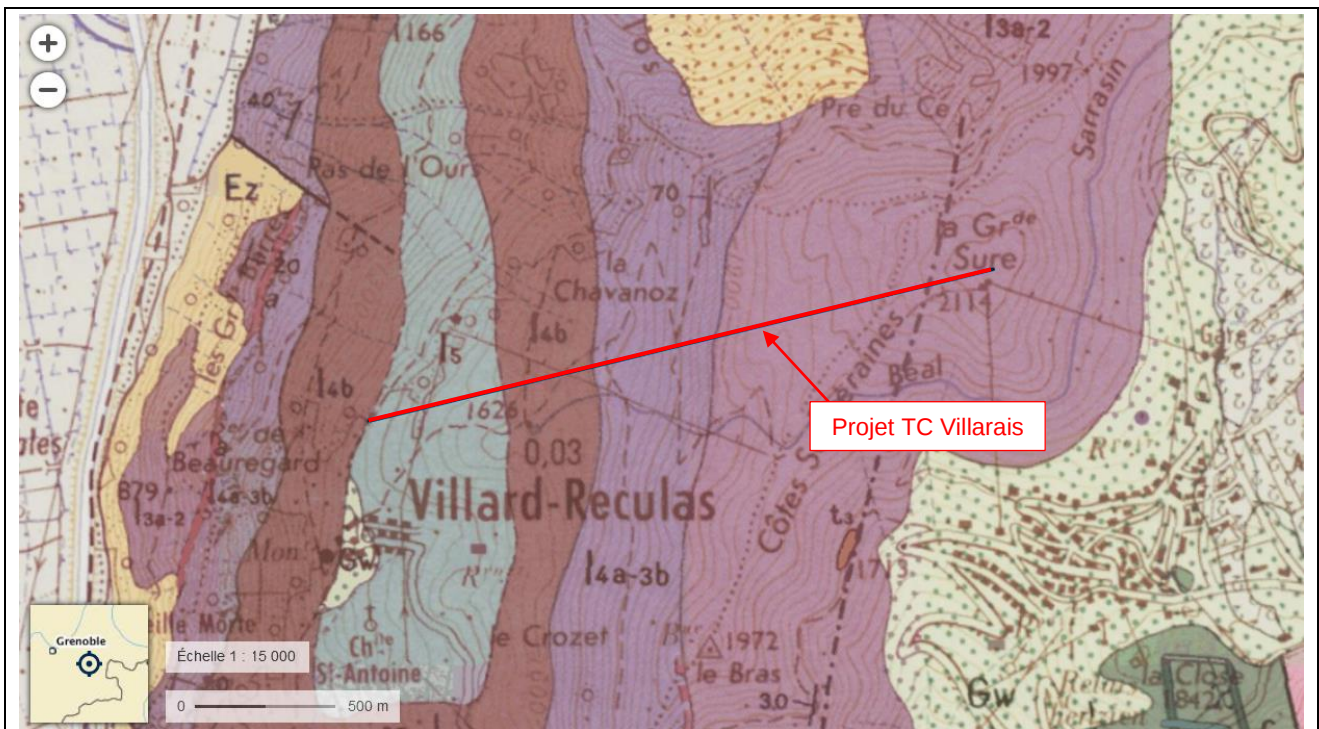


Figure 3 : Extrait de la carte géologique du BRGM (Source : <http://infoterre.brgm.fr>)

2.3. Contextes hydrologiques et hydrogéologiques

D'après la carte du réseau hydrographique, aucun cours d'eau permanent ne se trouve dans un rayon de 100 m autour du projet.

Néanmoins, sur ce site, l'existence de résurgences +/- saisonnières et/ou d'écoulements d'eaux souterraines est possible (contexte de versant de montagne) et peut être variable (période de fontes des neiges, fortes précipitations, ...). Aucune résurgence d'eau, ni écoulement d'eau n'ont été cependant constaté lors de la visite du site le 04.09.2024.

2.4. Risques naturels – Règlementation

La commune de Villard-Reculas possède une carte R111-3 (approuvé en date du 04.10.1985).

La commune de Huez possédant un PPRn avec une carte des aléas (mars 2000).

Le projet de la TC Villarais est situé dans le périmètre d'étude de ces documents.

Documents de référence	Informations concernant le site
Villard-Reculas Carte R111-3	Projet concerné par les risques suivants : Zones dangereuses d'avalanches-éboulements sur un secteur en partie centrale du projet.

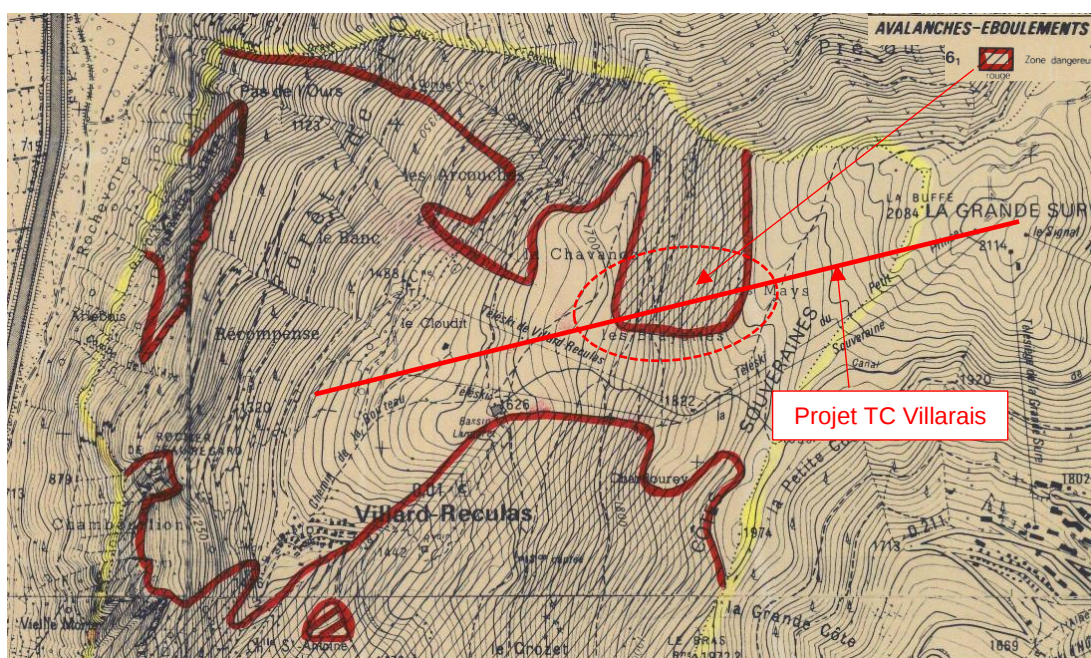


Figure 4 : Extrait de la carte R111-3 de la commune de Villard-Reculas (Source : <https://www.isere.gouv.fr>)

Huez Carte des aléas	Projet concerné par les risques suivants : Aléa faible de glissement de terrain, solifluxion ou coulées boueuses sur un secteur en partie amont du projet.
-------------------------	--

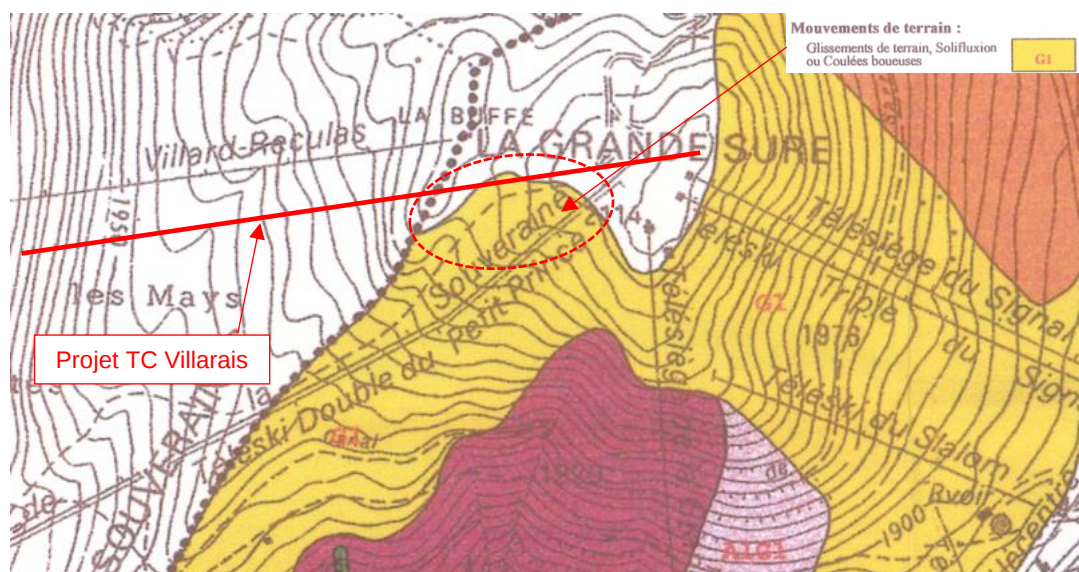


Figure 5 : Extrait de la carte des aléas de la commune de Huez (Source : <https://www.isere.gouv.fr>)

2.5. Risques naturels – Recherche bibliographique

Une recherche bibliographique sur les bases de données publiques permet de retenir les informations suivantes sur la zone d'étude :

Type de risque	Source	Informations concernant le site
Affaissement/effondrement de cavités	http://infoterre.brgm.fr	Pas de cavité recensée sur/à proximité du projet
Glissements de terrain	http://infoterre.brgm.fr	Pas de glissement de terrain recensé sur/à proximité du projet
Mouvements de terrain provoqués par les alternances de sécheresse et de réhydratation des sols argileux	http://infoterre.brgm.fr	Aléa faible de retrait-gonflements des sols argileux en partie aval du projet
Amiante environnementale	http://infoterre.brgm.fr	Susceptibilité nulle à très faible
Chutes de pierres et éboulements	http://www.georisques.gouv.fr	Pas de chutes de pierres et d'éboulement recensés sur/à proximité du projet
Sismicité	http://www.georisques.gouv.fr	Zone 3 (Modérée)
Potentiel radon	https://www.irsnn.fr	Formations géologiques dont le potentiel radon est de catégorie 1 (faible)

2.6. Ouvrages existants à proximité – Recherche d'archives

Les documents d'archives concernant des ouvrages situés à proximité de la zone d'étude sont les suivants :

Doc.	Désignation	Origine	Référence	Date
[2]	VILLARD RECULAS - TK Cloudit Etude géotechnique et Contrôles de fouilles	SAGE	RP 8450	2018
[3]	HUEZ – Télémix Le Signal Etude géotechnique et Contrôles de fouilles	SAGE	RP 6525	2016

Les informations apportées par ces archives et concernant le projet sont les suivantes :

- TK Cloudit :
 - Pylônes P1 à P5 ancrés dans le substratum rocheux de calcschiste ($\sigma_{ELS} = 250$ KPa) ;
 - Pylône P6 ancré dans des moraines limono-caillouteuses ($\sigma_{ELS} = 200$ KPa).
- Télémix Le Signal :
 - Gare G2 ancrée dans le substratum rocheux de calcschiste ($\sigma_{ELS} = 300$ KPa) ;
 - Présence de limon en couverture du substratum rocheux de calcschiste sur 0,8 à 1,7m d'épaisseur.

2.7. Photos aériennes d'archives

L'analyse des photos d'archives permet de retenir les éléments d'informations suivants concernant le projet :

- Au Sud de la gare de départ du projet, un parking souterrain a été construit après 2011 (date à préciser). Avant cette zone était un champ enherbé. Ce parking et la fouille de terrassement provisoire nécessaire à sa réalisation ne sont pas situés sur l'emprise du projet hormis une ancienne rampe d'accès pour les travaux qui avait été réalisée dans le talus. La présence de remblais est possible sur cette zone ;
- A proximité de la gare d'arrivée du projet, les gares d'arrivées de plusieurs téléskis existaient. La présence de remblais, voire d'anciennes structures en béton est possible sur cette zone.

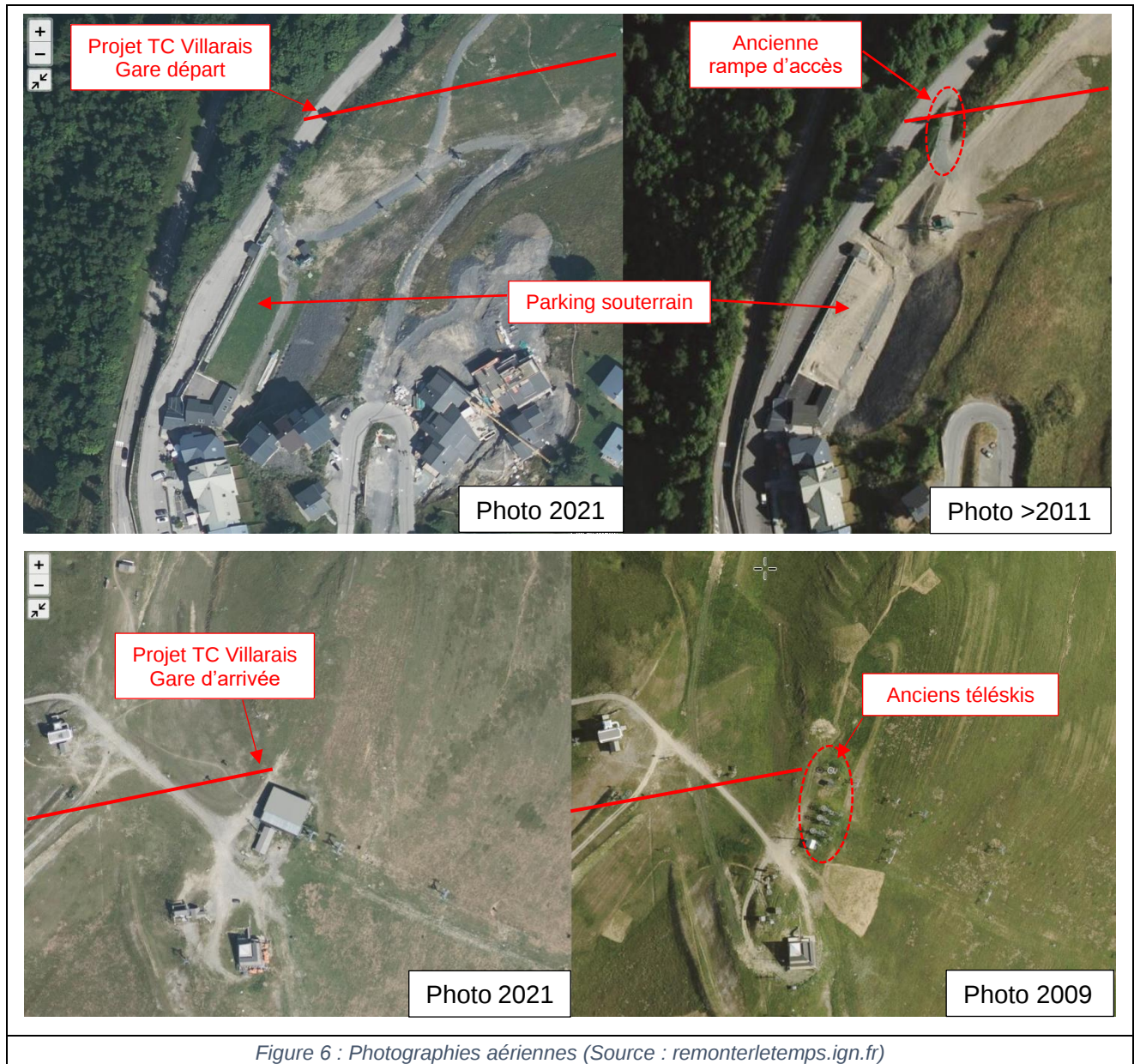


Figure 6 : Photographies aériennes (Source : remonterletemps.ign.fr)

2.8. Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

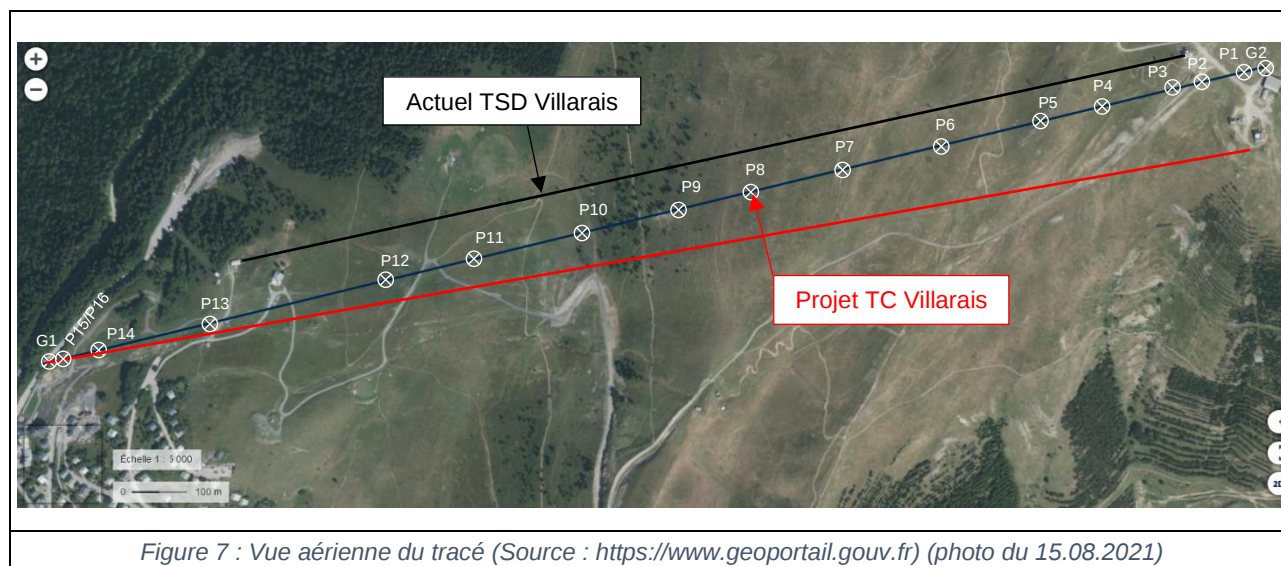
Définition de la ZIG selon la NF P 94-500 : Volume du terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement du terrain (du fait de sa réalisation et de son exploitation) et l'environnement (sols et ouvrages environnants).

La Zone d'Influence Géotechnique du projet comprend :

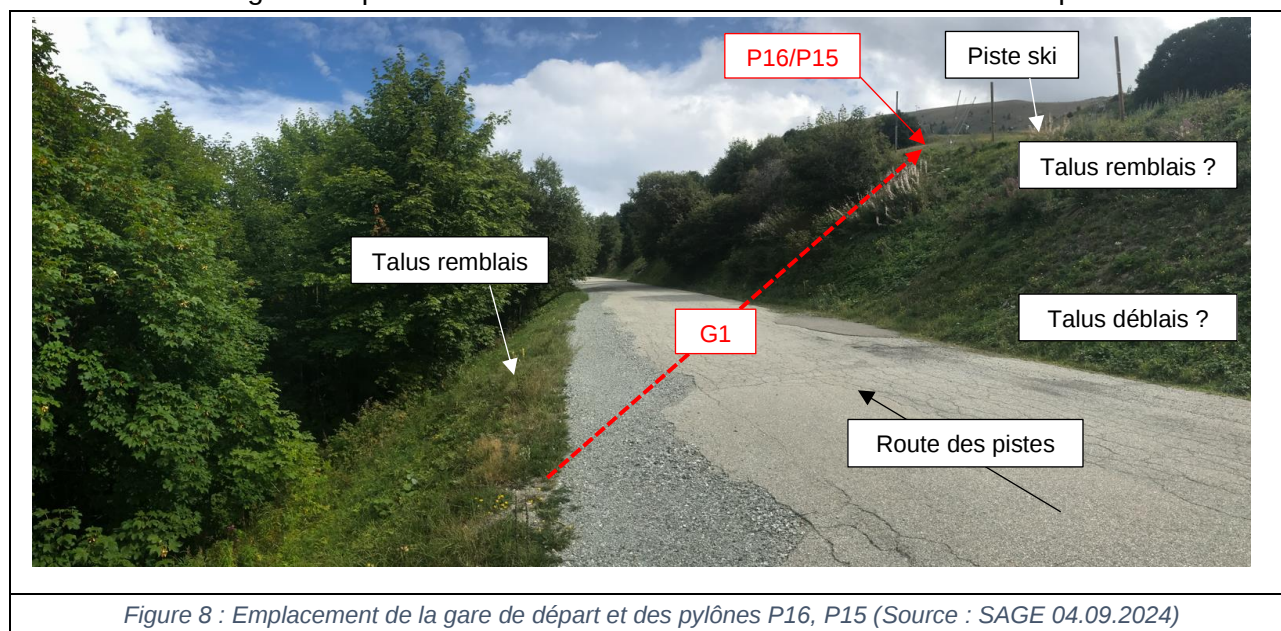
- Les parcelles cadastrales sur lesquelles les gares et les pylônes seront implantés et les éventuels réseaux/ouvrages enterrés situés à proximité des gares et des pylônes ;
- La RD44b située à l'aval du projet de gare de départ ;
- La route des pistes, le raide talus aval et les éventuels réseaux existants sous la chaussée situés au droit du projet de gare de départ ;
- Les structures existantes (remontées mécaniques, pistes ski/4x4/VTT, réseaux enterrés, talus de déblais et/ou de remblais, ...) situées sur et/ou à proximité du projet ;
- Les enneigeurs et leurs réseaux associés.

3. OBSERVATIONS DE TERRAIN

Les observations de terrain, réalisées le 04.09.2024, sont reportées sur la vue en plan du projet (cf. Annexe 1).



La gare de départ (G1) se situe au droit de la route des pistes et des talus aval et amont à la chaussée. La gare est prévue construite à cheval au-dessus de la route des pistes.



Le profil de la route a été réalisé en partie en déblais côté amont (partie inférieure du talus $\approx 35/40^\circ$, présence locale d'affleurements de calcschiste en pied de talus) puis en remblais (partie supérieure du talus $\approx 32/35^\circ$). Côté aval, le profil de la route a été réalisé en remblais (pente 34° puis $25/30^\circ$).

A l'aval de la future gare G1, au niveau du talus amont à la RD44b, on observe la présence d'un raide talus rocheux de calcschiste gris sur 3 à 5 m de hauteur environ (pendage de la schistosité très redressé : $N5^\circ - 75^\circ SE$) avec en tête un calcschiste brun très altéré et fauché sur quelques mètres (pendage de la schistosité quasiment horizontal). Ensuite, le talus est végétalisé et de pente 25 à 35° jusqu'à la route des pistes (probable remblai).

Une petite niche d'arrachement (5 m x 5 m x 1 à 1,5 m d'épaisseur) d'un ancien glissement superficiel est visible localement dans ce talus.

Entre P15 et P13, le tracé de la ligne remonte tout d'abord la piste de ski du Cloudit, dans l'axe de la pente, par des pentes d'inclinaison moyenne (10 à 25°) jusqu'à un replat topographique (pente <10°) au niveau de la gare G1 de l'actuel TSD. Cette zone a parfois été reprofilée en déblais/remblais pour créer la piste de ski du Cloudit. Des affleurements rocheux de calcschistes sont visibles dans certains talus en déblais.

Entre P13 et P10, le tracé de la ligne remonte des prés enherbés par des pentes plus ou moins vallonées d'inclinaison faible à moyenne (5 à 20/25°) jusqu'au niveau d'une piste 4x4 et du début d'une sapinière où la pente s'accroît (30 à 38°). Sur ce secteur, le substratum rocheux de calcschiste altéré semble situé à faible profondeur (<1 à 3 m). Il est d'ailleurs parfois visible au niveau de la tranchée réseaux qui est en cours de réalisation. Il est recouvert par un limon brun peu compact (probable frange d'altération du substratum rocheux).

Quelques blocs erratiques sont également visibles : une couverture morainique peut être présente.

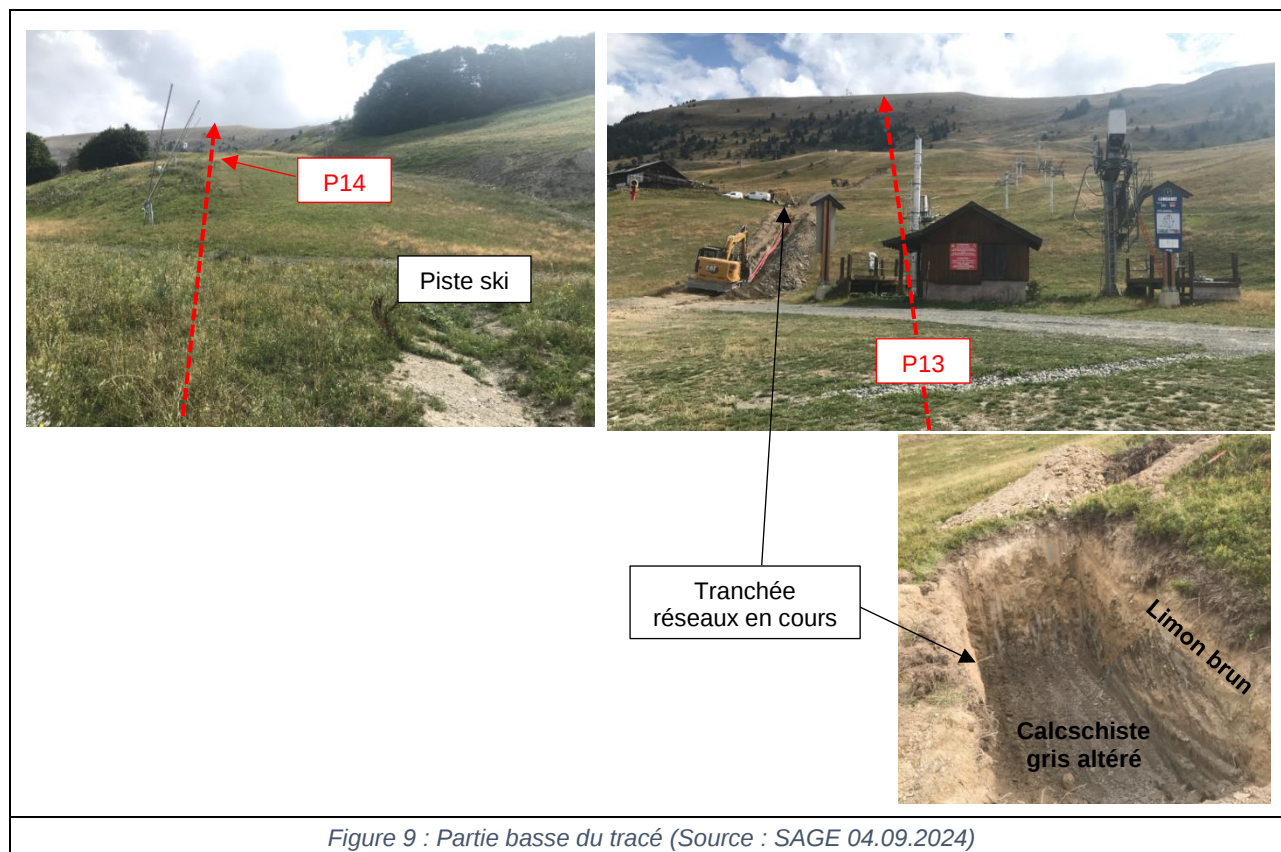


Figure 9 : Partie basse du tracé (Source : SAGE 04.09.2024)

Entre P10 et P8, le tracé de la ligne remonte, dans l'axe de la pente, un versant plus raide (30 à 38°) où des affleurements de calcaire (pendage de la schistosité : N24° - 41°SE) sont visibles localement.

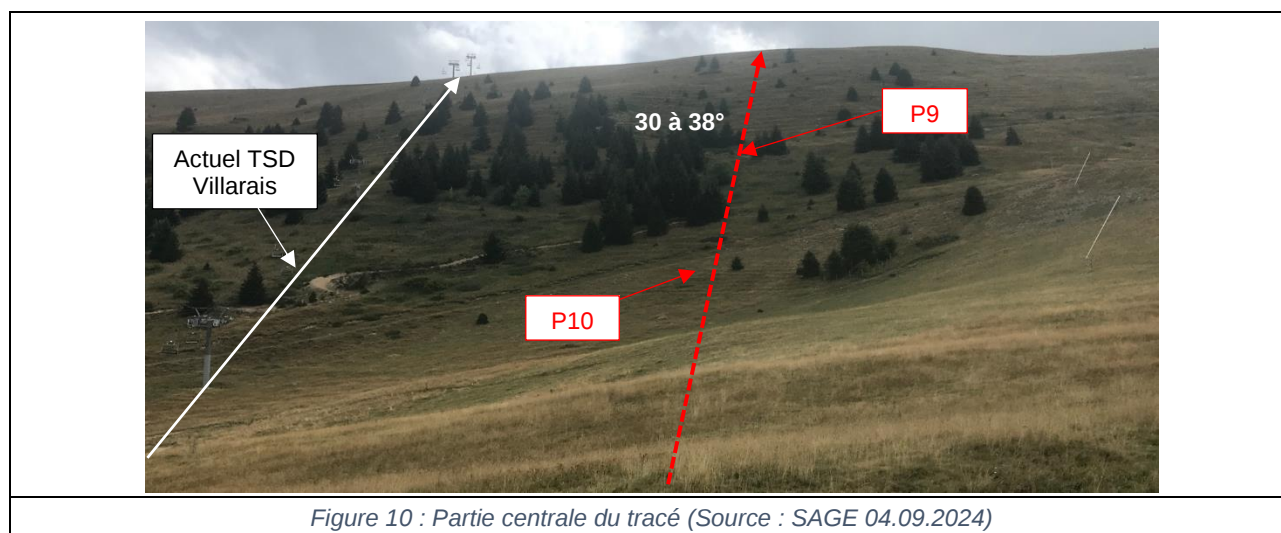


Figure 10 : Partie centrale du tracé (Source : SAGE 04.09.2024)

Entre P8 et P4, le tracé de la ligne remonte, en léger travers pente côté gauche sens montant, un versant vallonné de pente moyenne à faible (30 à 5°). Localement au niveau de P5, le tracé recoupe un talus de pente plus raide (30 à 40°) et correspondant à un affleurement/éperon de calcschiste (pendage de la schistosité : N27° - 46°SE).

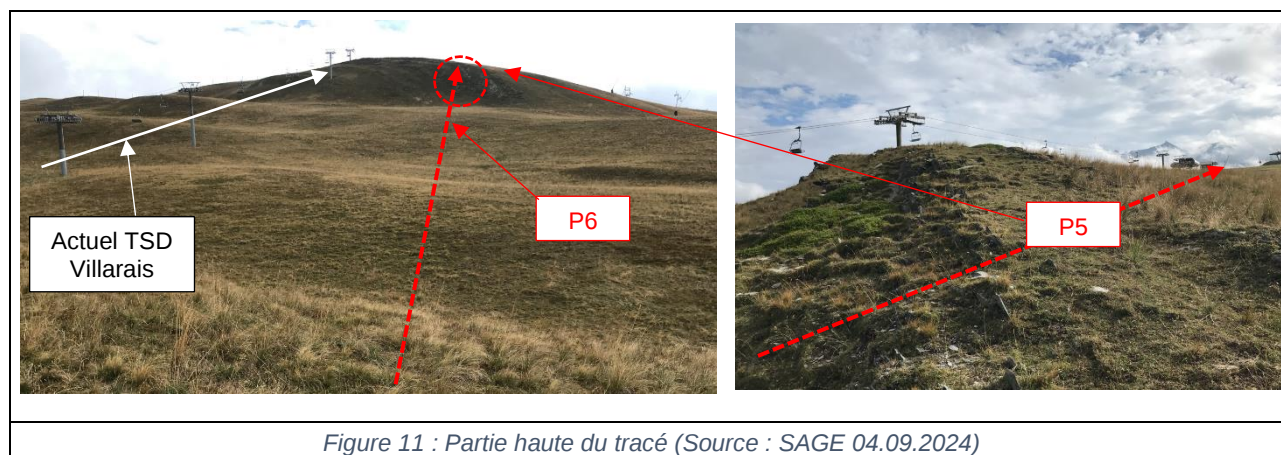


Figure 11 : Partie haute du tracé (Source : SAGE 04.09.2024)

Enfin, entre P4 et la gare d'arrivée G2, le tracé de la ligne remonte des pentes faibles (5 à 15°) en léger travers pente côté droit sens montant. Le tracé passe au-dessus du téléski du Petit Prince et de son merlon en remblai puis arrive au sommet de *La Grande Sure*, à proximité de la gare d'arrivée et du garage du Télémix du Signal.

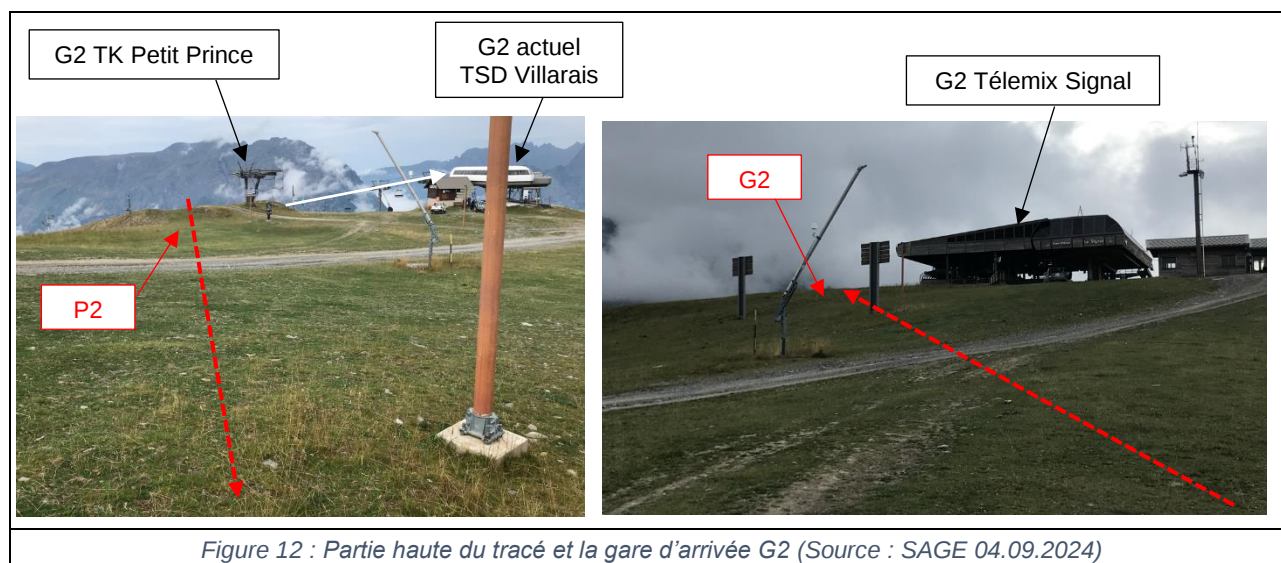


Figure 12 : Partie haute du tracé et la gare d'arrivée G2 (Source : SAGE 04.09.2024)

Sur l'ensemble du site, lors des observations réalisées :

- Aucune résurgence d'eau, ni écoulement d'eau n'a été observé au droit et à proximité du projet ;
- Aucun indice de mouvement de terrain actif n'a été observé au droit et à proximité du projet ;
- Aucun désordre particulier n'a été mis en évidence sur les fondations des pylônes et gares des remontées mécaniques situées à proximité du projet.

4. ANALYSE DES RISQUES NATURELS (HORS AVALANCHES)

4.1. Mouvements de terrain

D'après l'enquête et les observations de terrains réalisées, l'analyse géomorphologique du secteur ne met pas en évidence d'indices de phénomènes de type mouvements de terrain/affaissements de versant actifs au droit du tracé envisagé.

Localement, le talus situé à l'aval de la gare G1 semble sensible aux glissements de terrains car il est raide et constitué en partie de remblais, de terrains meubles et de calcschiste fauché. Cet aléa de glissement de terrain est estimé à moyen, ce qui est confirmé par l'existence d'une niche d'arrachement relativement récente d'un glissement (petit glissement superficiel : 5 m x 5 m x 1 à 1,5 m d'épaisseur) dans ce talus.

Compte tenu des implantations actuelles des gares et des pylônes :

- Le projet n'est pas concerné par un aléa de glissement de terrain entre la G1 et la G2 ;
- Le projet est concerné par un aléa de glissement de terrain estimé à moyen pour le talus situé à l'aval immédiat de la G1.

La conception de la gare G1 devra être réalisée de façon à prendre en compte et minimiser cet aléa (à préciser en phase conception : limiter voire éviter les remblaiements côté talus aval, pas de fondation dans la partie schisteuse altérée et fauchée, ...).

4.2. Chutes de blocs

D'après l'enquête et les observations de terrains réalisées, le projet n'est pas concerné par ce risque.

4.3. Affaissement/effondrement de cavités

D'après l'enquête et les observations de terrains réalisées, le projet n'est pas concerné par ce risque.

4.4. Crues torrentielles/Inondations

D'après l'enquête et les observations de terrains réalisées, le projet n'est pas concerné par ce risque.

4.5. Aléa amiante environnementale

D'après les données du BRGM, le projet est situé en zone de susceptibilité nulle à très faible vis-à-vis du risque de présence d'amiante naturelle. Le risque est estimé de nul à très faible vis-à-vis du projet.

4.6. Aléa retrait-gonflement des argiles

D'après les données du BRGM, l'aléa de retrait-gonflement des argiles est estimé faible au niveau de la partie basse du tracé.

En fonction des résultats des sondages prévus, des dispositions de conception des fondations seront prises pour éviter ce risque (pas d'ancrage des fondations dans les sols fins sensibles au retrait/gonflement et/ou ancrage à une profondeur suffisante).

4.7. Potentiel radon

D'après les données de l'IRSN, le site se situe au niveau de formations géologiques dont le potentiel radon est de catégorie 1 (faible). Compte tenu du type d'aménagement prévu (télécabine : équipement ouvert), le projet n'est pas concerné par ce risque hormis pour les éventuels ouvrages fermés et/ou enterrés (se référer à la réglementation si besoin).

4.8. Sismicité

Le projet est situé en zone d'aléa modéré (*Zone 3*) du point de vue sismique selon la révision du zonage sismique de la France (*article R563-1 à R563-8 du Code de l'Environnement*).

Selon les éléments issus du groupe de travail STRMTG du début d'année 2020 sur la refonte du guide RM2 :

- **Les massifs de gare** sont considérés comme des ouvrages de **classe III**.
- **Les massifs de ligne** sont considérés comme des ouvrages de **classe II**.

En première approche, sur la base de nos observations de terrain et en l'absence de sondages géotechniques, les classes de sol suivantes peuvent être retenues :

Ouvrage	Classe de sol estimée*	Coefficient d'importance de l'ouvrage	Coefficient topographique
G1	B ou A	1,2	1,0 à 1,2
P16 à P1	B ou A	1	1
G2	A	1,2	1,0

* A confirmer/préciser en phase conception (sondages géotechniques) et en fonction de la position définitive des ouvrages.

5. PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION

Remarque : Les profondeurs et contraintes admissibles fournies dans les paragraphes suivants sont données en première estimation. Ces données doivent impérativement être validées par une étude géotechnique de conception (mission G2 AVP/PRO) associée à une visite de pré-implantation des pylônes une fois le constructeur retenu.

5.1. Terrassements

En première estimation, on pourra retenir les hypothèses et préconisations suivantes pour la gare G1, les pylônes de lignes et la gare G2 :

- Talus de terrassement provisoire et définitif (déblais et remblais) dans les terrains meubles et le substratum rocheux +/- altéré :
 - 1H/1V (45°) maximum en provisoire et 3H/2V (34°) maximum en définitif (à valider lors de l'ouverture des terrassements par un géotechnicien – mission G4) ;
 - En fonction de la compacité et/ou de la fracturation du substratum rocheux, un raidissement des talus pourra être envisageable si nécessaire (à préciser en phase conception). Également, la mise en place d'ancrages de confortement et/ou de grillage plaqués pourra être nécessaire au niveau des talus de terrassement (à préciser en phase conception en fonction du projet).

Les travaux de terrassements nécessiteront l'utilisation d'engins puissants (pelle > 12/15 t) et l'utilisation de BRH, de dent de déroctage, voire de minage en cas de présence de substratum rocheux compact et/ou de gros blocs rocheux. La mise en place d'une instrumentation de suivi des vibrations (tirs de calibrage puis suivi des vibrations lors des travaux) pourra être nécessaire en cas de proximité des travaux avec des structures existantes sensibles.

Les ouvrages existants (fondations, réseaux, ...) situés sur et/ou à proximité des fondations du projet seront purgés totalement et/ou dévoyés ou les positions des pylônes décalées si nécessaire.

Des systèmes de drainages (drains, tranchées, éperons, masques drainants, ...) seront mis en place afin de mettre hors d'eau les talus et/ou les fouilles de terrassements si nécessaire (venue d'eau lors des terrassements).

5.2. Gares et pylônes de ligne

Les fondations pourront être de type semelle superficielle (pour la gare G1 et les ouvrages associés (quais, ...) : à préciser en phase conception et selon les résultats des sondages).

En première estimation, on pourra retenir les hypothèses et préconisations suivantes (numérotation des pylônes décroissante de l'aval vers l'amont de la ligne selon le profil MOE) :

Massifs (semelle superficielle)	Contrainte de sol admissible ELS estimée *	Profondeur fondation estimée **	Terrains de fondation supposés	Préconisations particulières
Gare G1* P16, P15	$\sigma_{a,ELS} = 200 \text{ à } 300 \text{ kPa}$	2,5 à 5/6 m	Substratum rocheux de calcschiste +/- altéré	• Purgé des remblais/structures existantes • Terrassements rocheux à prévoir (pelle puissante, BRH, minage possible) • Drainage périphérique définitif probable • Côte hors gel = -1,20 m minimum/niveau fini • Gare G1 : sondages à prévoir afin de déterminer la profondeur d'apparition et la résistance du substratum rocheux. • Gare G1 : éventuelles adaptations à prévoir vis-à-vis du talus aval (quai en structure portée sur les massifs RM, fondations profondes, ...) • Côte hors gel = -1,05 m minimum/niveau fini

P14 à P4	$\sigma_{a,ELS} = 150 \text{ à } 250 \text{ kPa}$	0 à 2,5 m (à préciser en fonction du dévers)	Substratum rocheux de calcschiste +/- altéré et/ou moraines gravelo-limoneuses	- Purge des remblais/structures existantes - Terrassements rocheux à prévoir (pelle puissante, BRH) - Côte hors gel = -1,05 à -1,20 m minimum/niveau fini
P3 à P2	$\sigma_{a,ELS} = 80 \text{ à } 250 \text{ kPa}$	1,5 à 4,0 m	Remblai et/ou moraines gravelo-limoneuses puis éventuel substratum rocheux de calcschiste +/- altéré	- Présence du merlon en remblai du TK Petit Prince à prendre en compte (limitation des terrassements provisoire, prise en compte d'une poussée des terres) si pylônes situés dans l'emprise des talus du merlon - Côte hors gel = -1,20 m minimum/niveau fini
P1 Gare G2	$\sigma_{a,ELS} = 200 \text{ à } 300 \text{ kPa}$	1,5 à 3,0 m	Substratum rocheux de calcschiste +/- altéré	- Purge des remblais/structures existantes - Terrassements rocheux à prévoir (pelle puissante, BRH, minage possible) - Côte hors gel = -1,20 m minimum/niveau fini

* : valeurs à valider par des sondages géotechniques

** : profondeur de fondation (Hf) donnée à l'axe par rapport au niveau du terrain actuel avec l'hypothèse d'une semelle de 3,5 m x 5,0 m pour les pylônes de ligne et de semelles de 5,0 m x 5,0 m et de 5,0 m x 10,0 m pour les pylônes de gares.

5.3. Préconisations techniques générales

On retiendra les préconisations techniques générales suivantes (à valider en phase d'exécution) pour tous les ouvrages :

- En première approche, on retiendra une densité pour les remblais des massifs de ligne égale à $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$ et éventuellement à $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ pour les remblais des gares si ceux-ci sont correctement compactés par couches au compacteur lors de leur mise en oeuvre ;
- Le coefficient de poussée à prendre en compte sur les murs des ouvrages enterrés est variable : de $K_a = 0,78$ pour un talus amont de pente 34° à $K_a = 0,50$ pour un remblaiement horizontal à l'amont (à calculer en fonction de la pente du talus amont) ;
- En cas de venues d'eau, des dispositifs de drainages périphériques définitifs seront mis en place au niveau des fondations des pylônes et/ou dans les talus des fouilles ;
- Des purges puis des rattrapages en gros béton ou des substitutions graveleuses (matériaux d'apport de type 40/80 mm concassés ou équivalent) seront réalisées en cas de présence de sols médiocres et/ou de décompression des matériaux en fond de fouille ;
- Des rattrapages en gros béton seront réalisés, si nécessaire, afin d'assurer la profondeur hors-gel et / ou une assise homogène sous la semelle en cas de besoin ;
- Des redans en béton (armé si besoin) pourront également être mis en oeuvre pour assurer un ancrage homogène au sein du substratum rocheux compact notamment dans les zones de fortes pentes ou en cas d'approfondissement du toit du substratum rocheux ;
- Certaines fouilles pourront faire l'objet de confortements provisoires afin de sécuriser les travaux de génie civil.

6. CONCLUSIONS

La synthèse géologique et géotechnique préliminaire effectuée sur la base des documents transmis et de la visite de terrain du 04.09.2024 montre que le projet de la **TC Villarais** est envisageable sous réserve de suivre les prescriptions techniques du présent rapport.

Etant donné sa position à cheval au-dessus de la route des Pistes, la gare G1 et les ouvrages associés (quais, ...) nécessiteront la réalisation d'une étude géotechnique spécifique afin d'optimiser leur conception vis-à-vis de la route et du raide talus aval.

Une étude géotechnique de conception (*mission G2 AVP/PRO*) concernant les fondations sera effectuée sur la base de reconnaissances géotechniques complémentaires (*visite de pré-implantation, sondages géotechniques*). Cette étude permettra :

- De valider l'implantation définitive des pylônes et des gares ;
- D'étudier précisément les fondations des ouvrages selon leur position définitive, notamment en gare G1 vis-à-vis de la route des Pistes et du raide talus aval ;
- D'étudier précisément les terrassements définitifs associés aux ouvrages et selon leur position définitive (notamment en G1 et G2) ;
- De préciser les préconisations techniques associées à la réalisation de cet appareil.

Une mission de supervision géotechnique d'exécution en phase travaux (*mission G4*) devra également être prévue afin de valider les fonds de fouille de fondations, de valider les terrassements réalisés et de préciser/adapter si besoin les dispositions techniques définies dans le présent rapport et l'étude géotechnique de conception.

■ ■ ■

La Société SAGE se tient à votre disposition pour tout renseignement complémentaire ou assistance technique relative à cette étude.

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Vue en plan des observations de terrain du 04.09.2024

Annexe 2 : Classification des missions géotechniques selon la NF P 94-500

Annexe 3 : Conditions Générales de Vente et d'utilisation de SAGE Ingénierie

Annexe 1 : Vue en plan des observations de terrain

Origine du relevé de terrain : Relevé LIDAR par ...

16/11/2023

Date

1 ère version

Nature de la modification

T.Desbrus

Dessiné

L.Arlaud

Vérifié

Indice

Phase de travaux : .

Validité : Non valable pour execution

Echelle : 1/2500

Folio : 1/1

13, bis rue de la Tuilerie

38170 Seyssinet-Pariset

Tél. : 04 38 12 35 10

Fax : 04 76 70 19 88

eric@cabinet-eric.com

VILLARD-RECULAS

TC Villaraïs

Profil en long et vue en plan

Format : A2lg

PLAN N° 3232-01-00

Reproduction interdite (loi du 11 Mars 1957)

RP 13812-1	VILLARD-RECULAS / HUEZ (38) – TC Villaraïs
16.09.2024	Etude géotechnique préalable- G1
1/2500 ^{ème} – A0	Vue en plan des observations de terrains du 04.09.2024

Annexe 2 : Classification des missions géotechniques selon la NF P 94-500

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet	risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Annexe 3 : Conditions générales de vente et d'utilisation de la SAGE

1. Régime général et cadre des missions

CGVU MAJ 01/2020. Page 1/2

Les présentes Conditions Générales de Vente et d'utilisation (CGVU) s'appliquent sous réserve des conditions particulières figurant sur les devis établis par la SAGE pour chaque prestation demandée. L'acceptation de l'offre forme contrat et entraîne l'acceptation automatique des présentes CGVU.

La commande sera effectivement prise en compte à la réception de l'offre datée et signée (devis ou commande datée, signée et cachet pour une entreprise ou une collectivité).

La SAGE réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement) et confirmée par le bon de commande signé du Client. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'une demande spécifique et éventuellement d'une négociation.

Les missions géotechniques sont réglementées et normalisées selon la Norme NFP 94-500, réactualisée en 2013, dont un extrait est joint à l'offre et au rapport que le client déclare connaître et accepter. Par référence à cette norme, il appartient au Maître d'Ouvrage, au Maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet.

L'obligation de la SAGE est une obligation de moyens et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Il est donc entendu que la SAGE s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Pour mener à bien ses missions, la SAGE est membre de l'USG (Union Syndicale Géotechnique), de l'AGAP (agrément obtenu pour la Sismique Réfraction et le Radar) et de MASE. Elle détient les qualifications géotechniques de l'OPQIBI et les agréments (n°26) pour les études, l'auscultation et le suivi de travaux pour les digues et barrages de classe C.

2. Limites des missions

Si une mission d'investigations est commandée seule (hors prestation d'ingénierie), elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil.

La mission G1 (phases ES et PGC) est une étude géotechnique préliminaire, permettant d'identifier les risques et de donner les principes généraux de construction destinés à réduire les conséquences des risques. Cette mission exclut tout dimensionnement et toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entrent dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (G2).

La mission G2 (phases AVP, PRO et DCE/ACT) est une mission de conception qui permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Nous rappelons qu'une mission G2 AVP ne peut servir directement à l'établissement d'un DCE et que les notes de calcul de dimensionnement ainsi que l'estimation des quantités et coûts des ouvrages géotechniques font partie de la mission G2 phase PRO.

La mission G3 est une mission d'étude et de suivi géotechniques d'exécution qui permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT fournie par la Maîtrise d'Ouvrage.

La mission G4, de supervision d'exécution, permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission G3. Elle est à la charge du Maître d'Ouvrage et est réalisée en collaboration avec la Maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Nous rappelons que les missions G2 doivent être suivies d'une mission G4 en phase travaux. Si la SAGE n'est pas mandatée pour la mission G4, les documents établis au cours des travaux ne lui seront pas opposables, ainsi que les éventuels désordres survenus sur les ouvrages en cours de chantier.

La mission de diagnostic géotechnique G5 est ponctuelle et limitée à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage. Elle engage la SAGE uniquement dans le cadre strict des objectifs fixés dans le devis.

La mission et les investigations éventuelles réalisées par la SAGE sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

3. Plans et documents contractuels

La SAGE réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, la SAGE ne peut en être tenue responsable.

Par ailleurs, toute modification apportée au projet ou à son environnement (aménagements de proximité, terrassements, déboisement...) au cours ou après l'étude nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

4. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'obtenir et de communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires à la SAGE en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public. Par ailleurs, il devra fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes.

Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui de la SAGE, entrant dans ses domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée à la SAGE avant toutes interventions. En cas de coactivité sur site, le Client se doit ainsi d'avertir la SAGE.

Sauf spécifications particulières, la SAGE ne pourra intervenir, faire des observations géologiques et donner un avis géotechnique que sur les zones ayant fait l'objet d'un débroussaillage et/ou d'un dégagement préalable à la charge du client. Les zones non expertisées du fait d'une non accessibilité ne pourraient être opposables à la SAGE.

Toute modification des conditions d'accès connues au moment de l'établissement du devis devra être discutée avec le Client et pourra faire l'objet d'une facturation complémentaire.

Les investigations peuvent entraîner des dommages sur le site, en particulier sur la végétation et les cultures, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part du personnel de la SAGE. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes seront discutées avec le Client et pourront faire l'objet d'une facturation complémentaire.

5. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

CGVU MAJ 01/2020 Page 2/2

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité des ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux et des ouvrages souterrains privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre à la SAGE l'établissement des DICT (le délai de réponse est de 10 jours ouvrés) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer.

En l'absence de DT effectuée par le Maître d'Ouvrage, la SAGE réalisera une DT/DICT conjointe, démarche considérée comme acceptée par le client à la signature du bon de commande.

La responsabilité de la SAGE ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit par le client préalablement à sa mission.

6. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans ou documents précis concernant des ouvrages projetés, la SAGE a été amenée à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de les valider par écrit ou de notifier ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions. Cette validation devra être réalisée dans les 15 jours après la remise du rapport.

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension.

Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution et non détectés lors de la mission d'origine (failles, remblais anciens, karsts, venues d'eau, hétérogénéités localisées...), ainsi que tout incident survenu au cours des travaux (éboulements, glissement...), pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport géotechnique G2 ou G3, doivent immédiatement être signalés aux bureaux d'études géotechniques en charge du suivi géotechnique des travaux (missions G3 et G4) afin qu'ils en analysent les conséquences sur les conditions d'exécution et la conception de l'ouvrage.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en évidence lors d'une phase d'étude (notamment glissement, érosion, dissolution, matériaux évolutifs, ...), les recommandations et conclusions du rapport doivent être réactualisées à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, ce caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations et rendre caduques les conclusions notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

7. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport géotechnique correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude, la SAGE ne peut être tenue responsable de la non connaissance de la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

8. Réception des études, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

9. Conditions d'utilisation du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission géotechnique définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre Maître d'Ouvrage, un autre constructeur ou Maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité de la SAGE et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

Rappel : Toute modification apportée au projet et à son environnement, ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, ainsi que tout incident survenu au cours des travaux, doit être signalé à la SAGE et nécessite une adaptation/mise à jour du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission. Il en va de même pour toute modification du cadre normatif.

10. Réserve de propriété, confidentialité, propriétés intellectuelles

Les coupes de sondages, plans et documents établis par la SAGE dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par la SAGE qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire de la SAGE, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable de la SAGE.

11. Conditions d'établissement des prix

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois.

Nos montants intègrent les frais d'assurances professionnelles présentées ci-après.

12. Assurances

La SAGE est couverte par un contrat d'assurance professionnelle souscrit auprès de SMA SA, garantissant les responsabilités décennale et civile professionnelle pour des constructions dont le coût total HT est inférieur à 26 000 000 € et dans le cadre des missions professionnelles G1 à G5 et /ou de Maîtrise d'œuvre conception-réalisation et/ou d'expertises.