



Alpes ingé

Géotechnique – Environnement
Montagne – Expertise

Les Meunières – 38660 Saint Pancrasse, France

☎ : 04.76.08.81.84 ✉ : 04.76.08.81.85

✉ : contact@alpes-inge.com

DOMAINE SKIABLE DE SAMOENS

AMENAGEMENT DU BAS

DE LA PISTE DE VEROSSE

ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE

RAPPORT



N° affaire : 12/06			N° Dossier : 01			
N° Indice	Dates	Etabli par	Signature	Vérifié par	Signature	Nb pages
0	15/12/12	A. GUELA		C. GACHET		17
A	11/01/2013	A. GUELA	ALPES INGE Ingénierie Conseil	C. GACHET		17

Les Meunières - 38660 SAINT-PANCRASSE

Tél. 04 76 08 81 84 Fax 04 76 08 81 85

e-mail : accueil@alpes-inge.com

Siren 428 143 838

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION.....	3
2	RENSEIGNEMENTS GENERAUX.....	3
2.1	Situation et description du site.....	3
2.2	Contexte géologique et hydrogéologique local	4
2.3	Risques naturels.....	4
3	DESCRIPTION DU PROJET	5
4	ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE.....	6
4.1	Identification par zone	6
4.2	Pentes de stabilité déblais/remblais.....	7
4.2.1	Pentes en déblais amont	7
4.2.2	Pentes en remblais aval.....	7
4.3	Ouvrages de soutènement possibles.....	7
4.3.1	Ouvrage de soutènement en remblais	7
4.3.2	Ouvrage de soutènement en déblais	9
4.4	Traitement des circulations d'eau	10
5	CONCLUSIONS.....	10
ANNEXE 1		11
MISSIONS GEOTECHNIQUES NORMALISEES.....		11
ANNEXE 2		14
PLAN DE SITUATION		14
ANNEXE 3		16
CARTE GEOLOGIQUE DU SITE.....		16

1 INTRODUCTION

A la demande et pour le compte du Domaine Skiable de Samoens (74), Alpes Ingé a réalisé une étude géotechnique préalable relative au projet d'aménagement du bas de la piste de Vérosse par élargissement.

Cette étude a pour objectif d'évaluer les risques naturels et sismiques et de définir les conditions de stabilité en déblais-remblais

Elle est basée sur une visite de site réalisée, le 04 octobre 2012 en présence de Frédéric BERGOIN, directeur général adjoint du domaine du Giffre.

En termes de risques naturels, la présente étude ne concerne que les risques de mouvements de terrain, de crues torrentielles et de chutes de blocs. Les risques d'avalanches ne sont pas traités dans notre rapport.

En référence à la norme NF P 94-500 – Classification des missions types d'ingénierie géotechnique – qui figure en annexe 1 de ce rapport, notre mission est de type G11.

NB : La bonne réalisation de cette mission ne supprimera jamais les risques naturels en domaine de haute montagne, notamment : éboulements, glissements de terrains, avalanches. Il ne peut pas y avoir obligation de résultat dans ce domaine. Par conséquent, la surveillance et l'entretien des ouvrages dans le temps est nécessaire, vis-à-vis des risques naturels (phénomènes de reptation, chutes de blocs,...).

2 RENSEIGNEMENTS GENERAUX

2.1 Situation et description du site

La piste de ski de Vérosse se trouve au droit des télésièges Chariande Express et Chariandre II. Le projet d'élargissement de la piste serpente sur 510 ml, avec une pente oscillant de 6.5% à 33%. Les plans d'avant projet ont été réalisés par le géometre-Expert Yann TOURNANT.

La piste sera réalisée en déblais-remblais entre les altitudes 1653 et 1571 m.

Le plan de situation du site figure en annexe 2 de ce rapport.



2.2 Contexte géologique et hydrogéologique local

D'après la carte géologique au 1/50 000 de Cluses, le secteur étudié est caractérisé par des moraines Wurmiennes (Gy) recouvrant des Schistes indifférenciés (gi-2F) (Oligocène inférieur) et des calcaires mylonitisés (I-j). On note à l'Est du projet, la présence d'une faille.

Le début de la piste (longueur 80 m environ) est marqué par des calcaires plus ou moins marneux visibles au niveau du talus amont. Le restant de la piste est marqué par des moraines superficielles.

La carte géologique du site figure en annexe 3 de ce rapport.

L'hydrogéologie est caractérisée par des circulations d'eau relevées dans les formations superficielles. La carte géologique ne présente pas de signe d'écoulements.

2.3 Risques naturels

Les risques naturels identifiés sur le secteur bas de la piste de Vérosse sont les suivants :

- **glissement de terrain**

Le projet d'élargissement de piste débute dans les calcaires marneux terrassés lors de la création de la piste actuelle. Dans cette zone, il n'y a pas de niche d'arrachement identifiée, ni d'indices de glissement actif. Le restant de l'élargissement se développe dans les moraines recouvrant les pâturages. On note plusieurs zones humides de faibles ampleurs (< 10 m²) qui semblent avoir été créées et accentuées par le piétinement des bêtes et la nature argileuses des sols.

On note des petits moutonnements caractérisant les ruissellements d'eaux.

Les moraines atteignent une pente de l'ordre de 25-30° environ.



- **chutes de blocs**

A ce jour, le risque de chute de blocs est faible à inexistant.

La partie amont de la piste, sur 80 m environ sera déroctée pour élargir la piste. La finition du déroctage devra être soignée afin de ne pas laisser de blocs instables ou pouvant se déchausser au niveau du talus.

La fracturation du substratum rocheux est marquée mais reste favorable au déroctage (pendage parallèle au talus de déroctage).



3 DESCRIPTION DU PROJET

L'avant projet du géomètre prévoit la conception d'un élargissement de la piste de ski desservant les Télésièges de Chariande Express et Chariandre II sur 510 m environ et entre les altitudes 1653m et 1571m.

La vue en plan de l'avant projet (septembre 2012) nous a été transmise par le géomètre expert Yann TOURNANT.

La piste est réalisée en déblais-remblais sur un versant possédant des pentes moyennes de 25° environ. Son profil en long prévoit des pentes comprises entre 6.5% et 33%.

La largeur de la piste envisagée oscille de 12m à 24 m. Cette largeur nécessite des terrassements en déblais à l'amont et la mise en œuvre de remblais à l'aval.

Sur la partie amont (80 ml), la côte de la piste à créer reste identique à la piste existante, l'élargissement est réalisé coté amont en déblais, principalement au rocher.



Partie Amont

Alpes ingé

Domaine skiable de Samoens – Piste de Vérosse – Etude géotechnique AVP

Sur la partie intermédiaire (190 m environ), l'élargissement sera réalisé en déblais remblais. La hauteur de déblais à l'axe du projet est de 5 m. Cette dernière sera optimisée en créant des pentes en profils en travers (6%). On pourra ainsi réduire la hauteur de déblais maximum à 3/3.5m.



Partie intermédiaire

Sur la partie aval, les hauteurs de déblais remblais reste faible (de l'ordre de 1/1.5 m).



Partie intermédiaire

4 ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE

4.1 Identification par zone

Lors de notre visite, nous avons parcouru le secteur de la piste afin d'évaluer les risques naturels. Nous avons identifié 3 zones sensiblement homogènes du point de vue de la géologie/morphologie, des caractéristiques mécaniques des terrains et des risques naturels. La description et les caractéristiques sommaires de ces différentes zones figurent dans le tableau ci-dessous :

Zone	Altitudes	Contexte géologique + Sondages	Morphologie et Risques naturels
1	De 1653 m à 1 645 m	Substratum calcaires marneux + moraines de couverture	Risques de chutes de blocs faibles. Travaux de finition et purge après réalisation de la piste à prévoir Pente modérée à faible : 25°
2	De 1 645 m à 1 585 m	Moraines avec secteurs humides	Risques de chutes de blocs faibles à nuls. Pente modérée à faible : 25°
3	De 1 585 m à 1 571 m	Moraines avec secteurs humides	Risques de chutes de blocs faibles à nuls Pente faible : 19°

4.2 Pentes de stabilité déblais/remblais

4.2.1 Pentes en déblais amont

Les pentes de terrassement proposées de manière à respecter la stabilité à long terme des déblais seront de :

- 2H/1V (=25°) dans les moraines, on pourra éventuellement optimiser la pente (30/35°) en fonction des matériaux
- 1H/3V (=17°) dans les calcaires marneux compacts.

Remarque : Des travaux de purge dans les calcaires marneux sont à prévoir en finition de chantier.

4.2.2 Pentes en remblais aval

Les matériaux utilisés en remblais proviendront des matériaux issus du déroctage (de type D3/D4 au sens de la norme NFP 11-300).

Les pentes respecteront 25° maximum (2H/1V), afin de se raccorder au terrain naturel.

4.3 Ouvrages de soutènement possibles

4.3.1 Ouvrage de soutènement en remblais

Ces ouvrages seront des ouvrages souples et peu sensibles aux actions gel-dégel.

Le fruit pourra atteindre 70° moyen.

Il pourra être constitué des dispositifs suivants :

Dispositif envisagé	Avantages/inconvénients	Coût
Massif renforcé par nappes géosynthétiques	Avantage : dispositif souple bien adapté Inconvénient : terrassements nécessaires pour les nappes, temps de réalisation long et main d'œuvre.	300 €/m ² de parement (y compris terrassement)
Massif gabions avec nappes de renforcement métalliques	Avantage : matériaux disponibles sur place Inconvénient : terrassements nécessaires pour les nappes, difficulté de mise en œuvre, main d'œuvre, coût	1700 à 2000 €/ml
Dispositif VELA®	Avantage : réalisation bien adaptée au contexte montagne à limiter sur une à deux rangées max. Inconvénient : terrassements nécessaires pour le corps mort	1000 à 1600 €/ml pour une rangée h= 3.0 à 3.5 m

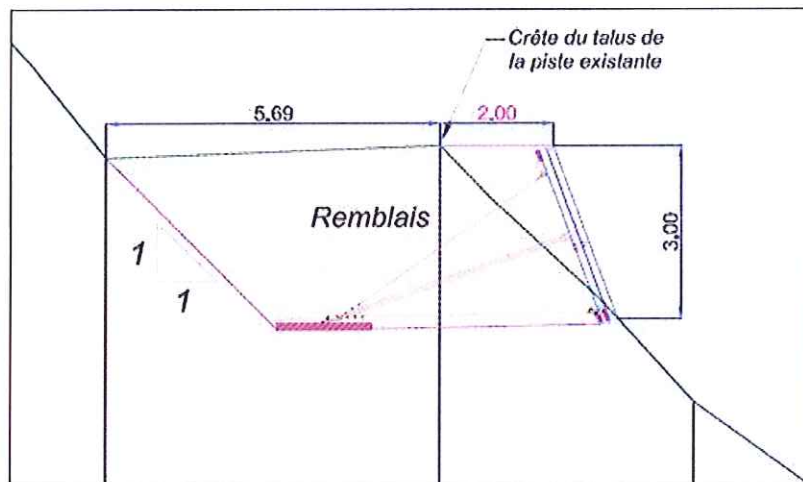
Un ouvrage poids de type mur en enrochements maçonnés ou gabions sans nappes est à proscrire dans cette configuration : hauteur importante supérieure à 2.0 m sur une pente naturelle inclinée à 25° (de plus, il faut une garde hors gel enterrée de 1.5 m !). Cette solution risque d'induire un phénomène de poinçonnement dans les formations superficielles, un risque d'affouillement aval de l'ouvrage et des déformations non négligeables sous le poids des blocs ou gabions.

Massif renforcé par nappes géosynthétiques



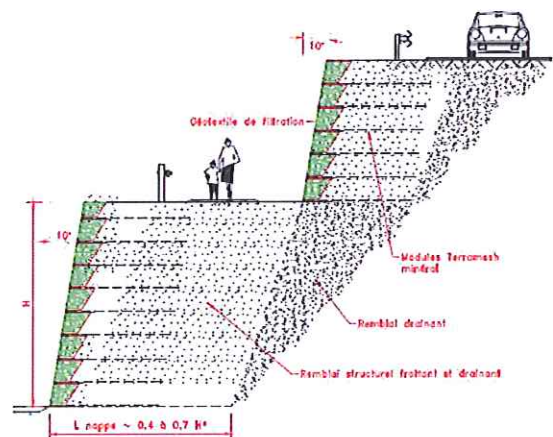
Dispositif de soutènement par VELA ®





Exemple de profil de piste avec un élargissement en remblai de 3.0 m et VELA sur une seule rangée

Dispositif de soutènement par GABIONS (photos Maccaferri)



4.3.2 Ouvrage de soutènement en déblais

Plusieurs solutions sont envisageables dans les zones de moraines :

- la pose d'une rangée de gabions ou d'enrochements associés à un talutage à 25/30°. Un drainage sera indispensable afin de limiter les surpressions liées aux circulations d'eau.
- des confortements peuvent être envisagés pour limiter les érosions régressives et/ou augmenter légèrement leur pente. Ces travaux consistent à confiner les talus par un grillage à haute limite élastique ancré par un maillage d'ancrages métalliques (système type TECCO).

4.4 Traitement des circulations d'eau

Afin de traiter les zones humides, il sera nécessaire de mettre en place des **épis drainants** reliés à un fossé longitudinal longeant la piste coté aval. Toutes les évacuations d'eau devront être reliées à ce dernier

Des cunettes transversales devront être disposées régulièrement (environ 50 m) sur toute la piste en évitant de renvoyer les eaux dans les zones remblayées.

Par ailleurs, tous les dispositifs de soutènement devront être drainés (barbacanes, drains, cunette...).

5 CONCLUSIONS

Suite à la demande du Domaine Skiable de Samoens, Alpes Ingé a réalisé l'étude géotechnique d'avant projet sommaire pour le projet d'élargissement du bas de la piste de Vérosse à Samoens.

Cette étude avait pour objectif d'évaluer les pentes à respecter en déblais/remblais en fonction de la nature des terrains rencontrés, d'identifier les risques naturels pour le projet et de définir les mesures de soutènement et de confortement à mettre en œuvre.

Suite à la visite de terrain réalisé, nous n'avons pas détectés de risques naturels majeurs.

Les précédents chapitres énumèrent les dispositions constructives à mettre en œuvre pendant les travaux.

Les travaux seront réalisés principalement en déblais/remblais. Une optimisation du tracé de la piste (par rapport à la version de septembre 2012) sera apportée afin de réduire la hauteur des déblais/ remblais, notamment en créant des pentes en profils en travers et des modelés (bosses,...).

Dans ces conditions, il ne semble pas nécessaire de mettre en œuvre de soutènement.

Les pentes à respecter pour les travaux de déblais sont les suivantes :

- 2H/1V (=25°) dans les moraines, on pourra éventuellement optimiser la pente (30/35°) en fonction des matériaux
- 1H/3V (=71°) dans les calcaires marneux compacts.

Les pentes à respecter pour les travaux de remblais sont les suivantes :

- 25° maximum (2H/1V), afin de se raccorder au terrain naturel.

Une attention particulière devra être apportée au traitement des eaux superficielles, par le biais de pose régulière de cunettes transversales, un drainage systématique des ouvrages de soutènement et la mise en place d'épis drainant au droit des zones humides.

Cette étude G11 devra être poursuivie par une mission G2 (phase projet) pour valider le choix des pentes de déblais/remblais retenues et dimensionner les dispositifs de soutènement, de confortement et de drainage.

L'ensemble des conclusions de cette étude devra ensuite être validé au moment de la réalisation des travaux, dans le cadre d'une mission de type G4 – Supervision géotechnique d'exécution.

ANNEXE 1

MISSIONS GEOTECHNIQUES NORMALISEES

Boutique AFNOR pour : ALPES-INGE le 18/1/2007 11:40

NF P 94-500

— 10 —

4 Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet.

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géologiques du site. L'étude de leurs conséquences et de leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet : en effet, les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions types d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2.

Les éléments de chaque mission sont spécifiés dans les chapitres 7 à 9. Les exigences qui y sont présentées sont, à respecter pour chacune des missions, en plus des exigences générales décrites au chapitre 5 de la présente norme.

— L'objectif de chaque mission, ainsi que ses limites, sont rappelés en tête de chaque chapitre.

Les éléments de la prestation d'investigations géotechniques sont spécifiés au chapitre 6.

Tableau 1 — Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Étape	Phase d'avancement du projet	Missions d'ingénierie géotechnique	Objectifs en termes de gestion des risques liés aux aléas géologiques	Prestations d'investigations géotechniques *
1	Étude préliminaire Étude d'esquisse	Étude géotechnique préliminaire de site (G11)	Première identification des risques	Fonction des données existantes
	Avant projet	Étude géotechnique d'avant-projet (G12)	Identification des aléas majeurs et principes généraux pour en limiter les conséquences	Fonction des données existantes et de l'avant-projet
2	Projet Assistance aux Contrats de Travaux (ACT)	Étude géotechnique de projet (G2)	Identification des aléas importants et dispositions pour en réduire les conséquences	Fonction des choix constructifs
3	Exécution	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3)	Identification des aléas résiduels et dispositions pour en limiter les conséquences	Fonction des méthodes de construction mises en œuvre
		Supervision géotechnique d'exécution (G4)		Fonction des conditions rencontrées à l'exécution
Cas particulier	Étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques	Diagnostic géotechnique (G5)	Analyse des risques liés à ces éléments géotechniques	Fonction de la spécificité des éléments étudiés
* NOTE À définir par l'ingénierie géotechnique chargée de la mission correspondante.				

Tableau 2 — Classification des missions types d'ingénierie géotechnique

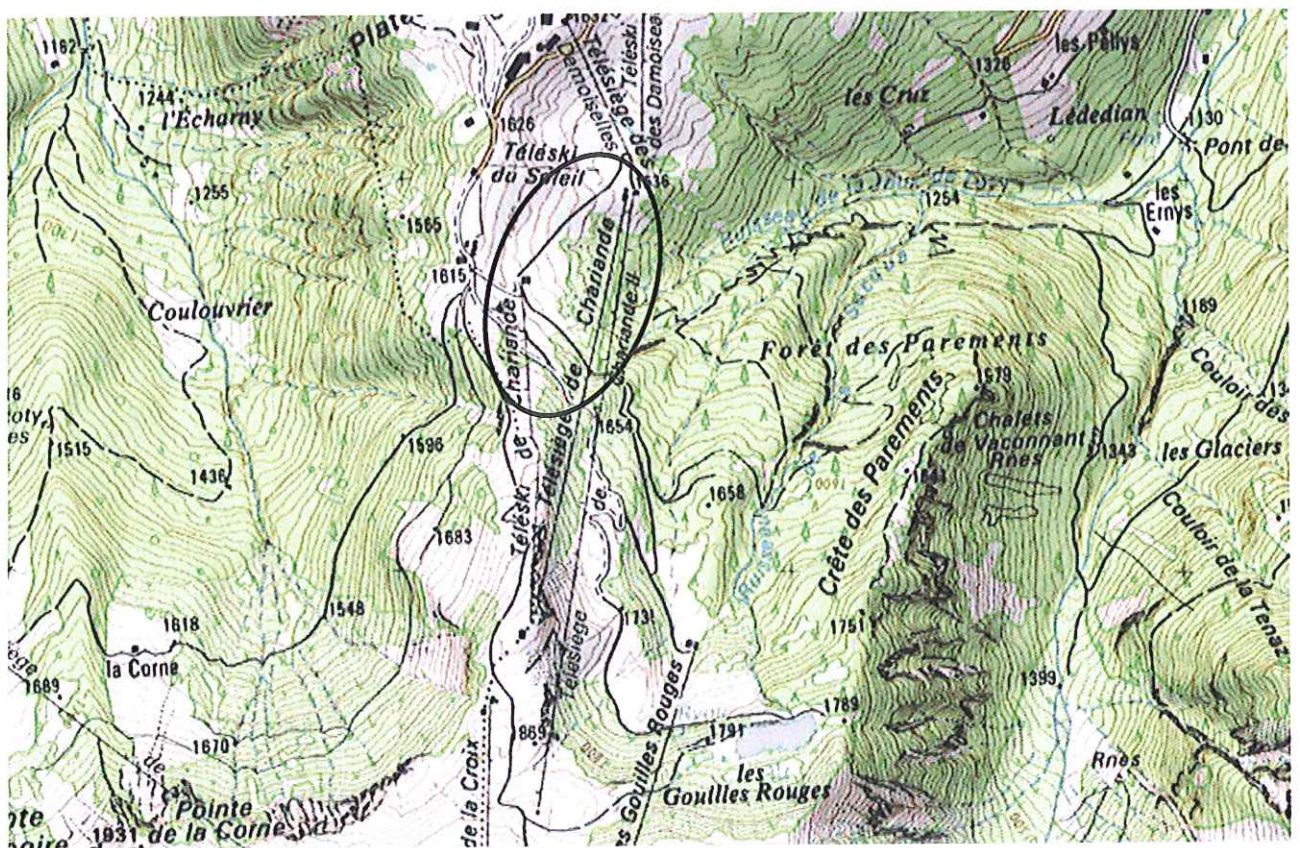
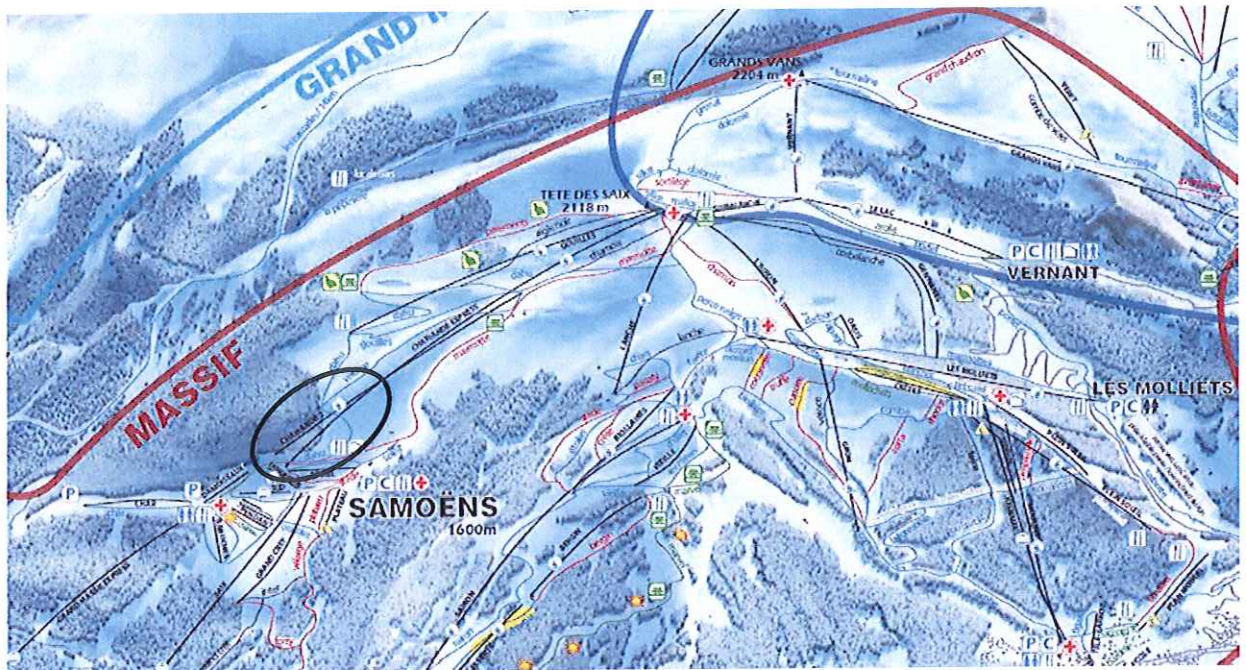
<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques. Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques.</p> <p>Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1)</p> <p>Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.</p> <p>ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE (G11)</p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques d'un site :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours. — Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques. <p>ÉTUDE GÉOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)</p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant projet et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants). <p>Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).</p>
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)</p> <p>Elle est réalisée pour définir le projet des ouvrages géotechniques et permet de réduire les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage et peut être intégrée à la mission de maîtrise d'œuvre générale.</p> <p>Phase Projet</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir une synthèse actualisée du site et les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisinants) et les valeurs seuils associées, certaines notes de calcul de dimensionnement niveau projet. — Fournir une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des conséquences des risques géologiques résiduels. <p>Phase Assistance aux Contrats de Travaux</p> <ul style="list-style-type: none"> — Établir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notes techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). — Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.
<p>ÉTAPE 3 : EXÉCUTION DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES (G3 et G4, distinctes et simultanées)</p> <p>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)</p> <p>Se déroulant en 2 phases interactives et indissociables, elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement confiée à l'entrepreneur.</p> <p>Phase Étude</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution. <p>Phase Suivi</p> <ul style="list-style-type: none"> — Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Étude. — Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats). — Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques. <p>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)</p> <p>Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage.</p> <p>Phase Supervision de l'étude d'exécution</p> <ul style="list-style-type: none"> — Avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées. <p>Phase Supervision du suivi d'exécution</p> <ul style="list-style-type: none"> — Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisinants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.
<p>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</p> <p>Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques. <p>Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, de suivi et supervision, doivent être réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser des travaux.</p>

ANNEXE 2

PLAN DE SITUATION

Alpes ingé

Domaine skiable de Samoens – Piste de Vérosse – Etude géotechnique AVP

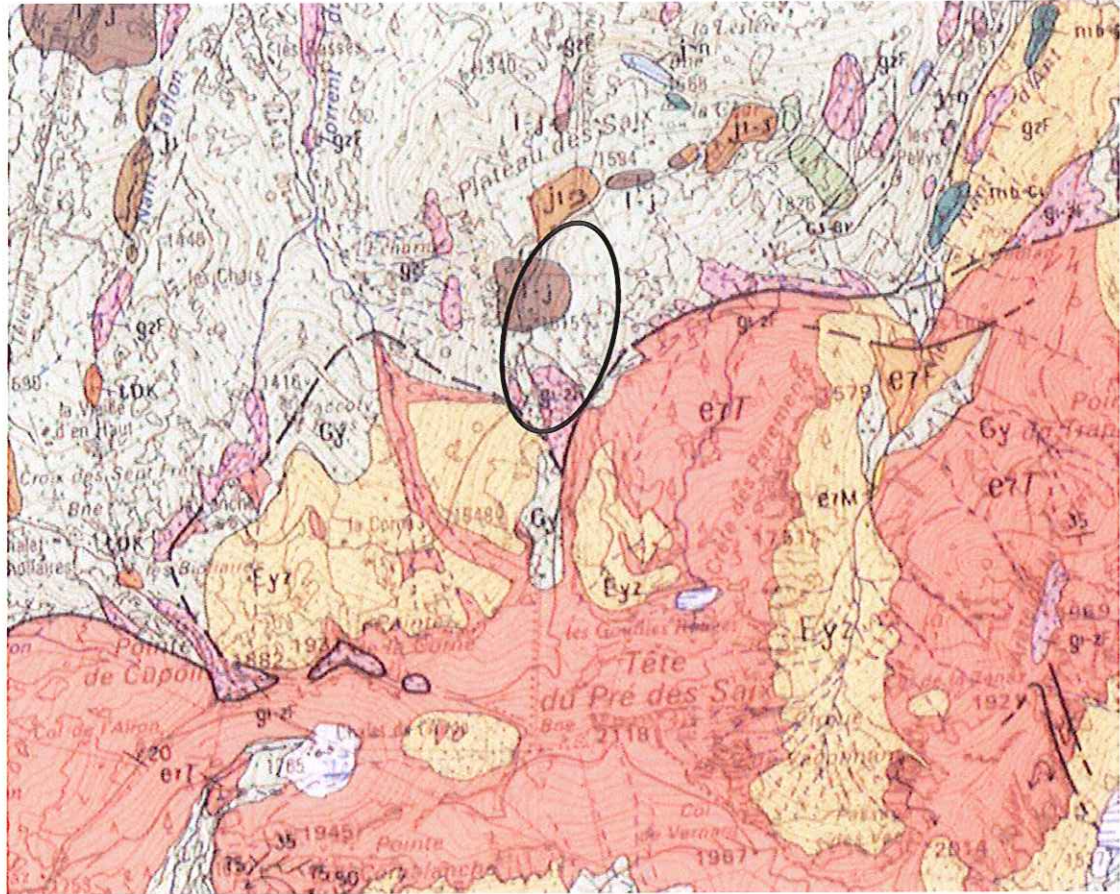


ANNEXE 3

CARTE GEOLOGIQUE DU SITE

Alpes ingé

Domaine skiable de Samoens – Piste de Vérosse – Etude géotechnique AVP



Gy: Moraines wurmiennes

gi-2F : Schistes indifférenciés

l-j : Calcaires mylonitisés

