

ALPES



INGÉ



Passage inferieur pour skieurs
St-Jean d'Aulps
Étude géotechnique préalable

Demandeur : Commune de St-Jean d'Aulps
Projet : Passage inferieur pour skieurs
Localisation / Commune : St-Jean d'Aulps (74)
Intervenants :

- ✓ Maître d'ouvrage : Commune de Saint-Jean d'Aulps
- ✓ Assistant maître d'ouvrage : BE Cime

Documents fournis ou à disposition :

- Plans du projet du passage inférieur fournis par le client (Annexe 4 TK Têtes).

N° d'affaire		AF23-068	N° commande client		Devis signé
Ind	Date	Modifications	Pages	Établi par	Vérifié par
0	30/06/2023	Première émission.	13	P. MORTREAU	I. BRUNET

Pierre MORTREAU, ingénieur géotechnicien

ALPES INGE
Ingénierie Conseil
Eurekato
38660 SAINT VINCENT DE MERCUZE
Tél. 04 76 08 81 84 - Fax 04 76 08 81 85
E-mail : contact@alpes-inge.com
Siren 428 143 838

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	4
2	RENSEIGNEMENTS GENERAUX	4
2.1	SITUATION GEOGRAPHIQUE ET DESCRIPTION DU PROJET	4
2.2	CONTEXTE GEOLOGIQUE	6
2.3	CONTEXTE GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE	6
2.4	ZONAGE PPR	7
3	ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE	7
3.1	GENERALITES	7
3.2	CHUTES DE BLOCS	7
3.3	MOUVEMENTS DE TERRAIN	8
3.4	CRUES TORRENTIELLES	8
3.5	CAVITES	8
3.6	CLASSIFICATION PARASISMIQUE DU SITE	8
3.7	SYNTHESE DES OBSERVATIONS	8
4	PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION	9
5	CONCLUSION	9

ANNEXES

Annexe 1 – NORME NF P 95-500 – MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

1 INTRODUCTION

A la demande du bureau d'études CIME et pour le compte de la commune de St-Jean d'Aulps, Alpes Ingé a réalisé l'étude géotechnique préalable phase principes généraux de construction (G1 PGC) pour la création d'un tunnel pour skieurs sur le domaine skiable du Roc d'enfer dans la commune de Saint-Jean d'Aulps (74).

Cette étude a pour objectif d'évaluer les risques naturels et sismiques et définir sommairement les conditions de fondation du tunnel en fonction de la zone d'implantation.

Afin de mener à bien cette mission, une visite de site a été réalisée le 27 juin 2023.

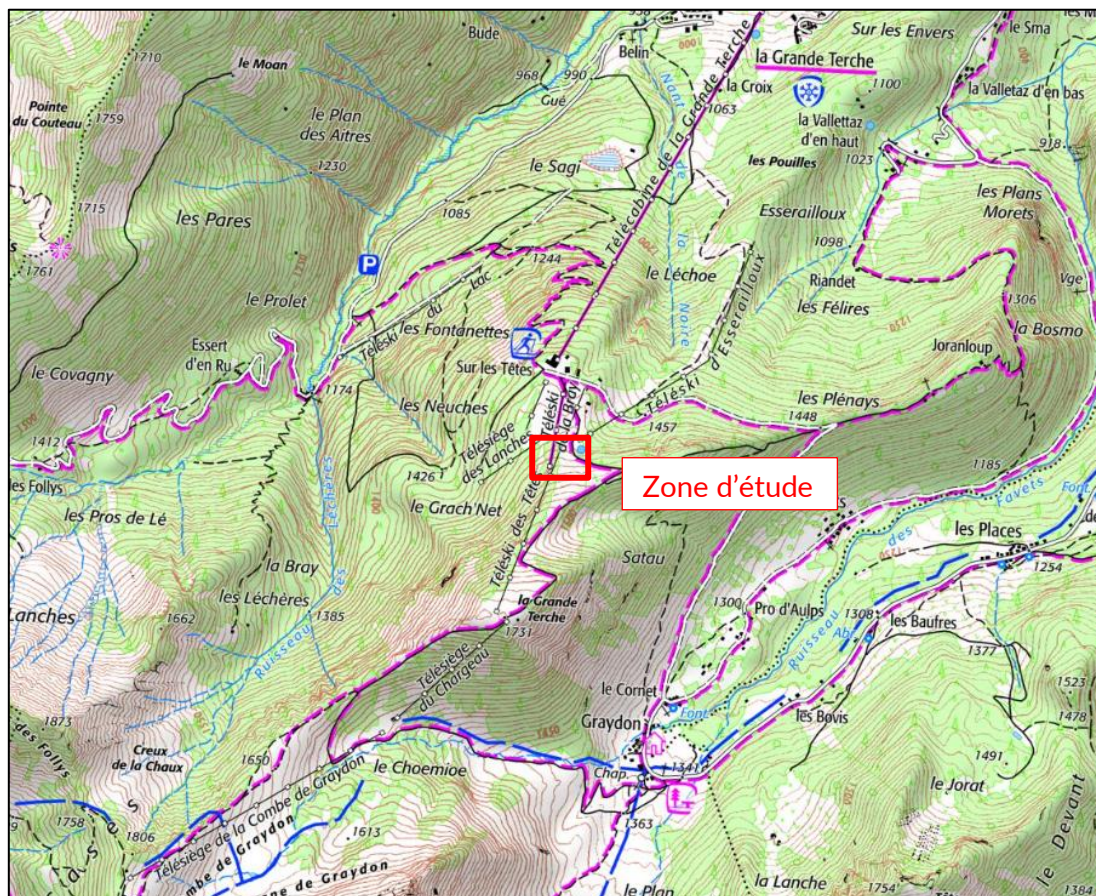
En référence à la norme NF P 94-500 – Classification des missions types d'ingénierie géotechnique – qui figure en annexe 1 de ce rapport, notre mission est de type G1 – Étude Géotechnique préalable – phase principe généraux de construction (G1 PGC).

NB : Cette étude ne concerne que les risques de chutes de blocs, de mouvement de terrain et de crue torrentielles. Les risques d'avalanche ne sont pas traités dans notre rapport.

2 RENSEIGNEMENTS GENERAUX

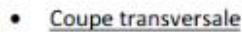
2.1 Situation géographique et description du projet

Le projet se situe sur le domaine skiable du Roc d'Enfer a environ 1550 m NGF. Plusieurs ouvrages (remontées mécaniques) sont présents dans la zone. La zone a vraisemblablement été remaniée lors des terrassements des pistes de ski.



Carte IGN de la zone d'étude (www.geoportail.gouv.fr)

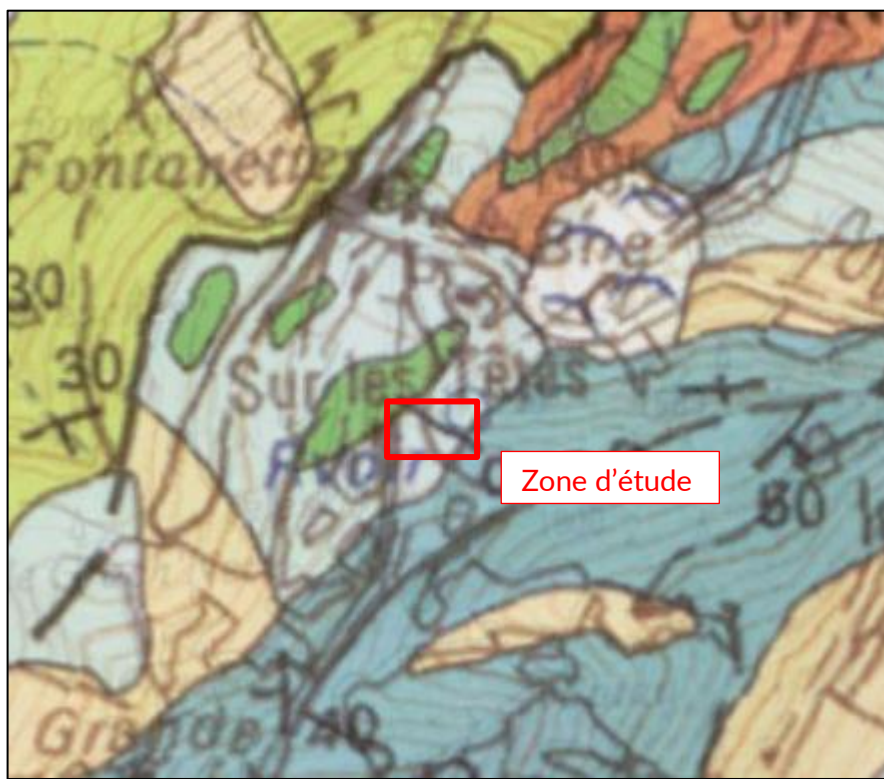
- ✓ Un passage de dameuses doit être possible dans le tunnel et sur la piste située au-dessus ;
- ✓ Le tunnel fera 35 m de long pour 7.50 m de large et 5.40 m de haut à l'axe ;
- ✓ Le passage inférieur devrait être de type buse métallique ou béton.



Plans du projet

2.2 Contexte géologique

D'après la carte géologique de St Jean d'Aulps au 1/50 000^{ème}, le site d'étude se situe majoritairement sur des moraines glaciaires datant du Wurm (G). À la bordure du site, côté Est, on trouve un affleurement de calcaires à silexites datant du Kimmeridgien (Bs). Du côté Ouest apparaît à l'affleurement des calcaires fins du Turonien (c-eR).



G : Moraines (würmiennes et post-würmiennes)



Bs : Brèche supérieure et Calcaires à silexites (Kimmeridgien - Néocomien)



c-eR : Calcaires fins et calcschistes de faciès Couches rouges (Turonien sup. - Santonien ; Maastrichtien sup. ; Paléocène sup. Éocène inf.)

Carte géologique à l'échelle 1/50000^{ème} de la zone d'étude (www.infoterre.brgm.fr)

On note la présence d'une petite faille géologique en aval, ainsi qu'une plus grosse faille en amont du projet de passage inférieur pour skieurs.

2.3 Contexte géomorphologique et hydrologique

Le tunnel est implanté à 1550 m NGF à proximité du télésiège des Têtes, en amont du télésiège d'Esseillaux, au niveau du croisement entre la piste bleue et la piste rouge des Têtes.

Le tunnel se trouve dans le prolongement de la piste bleue. La piste rouge passe donc au-dessus.

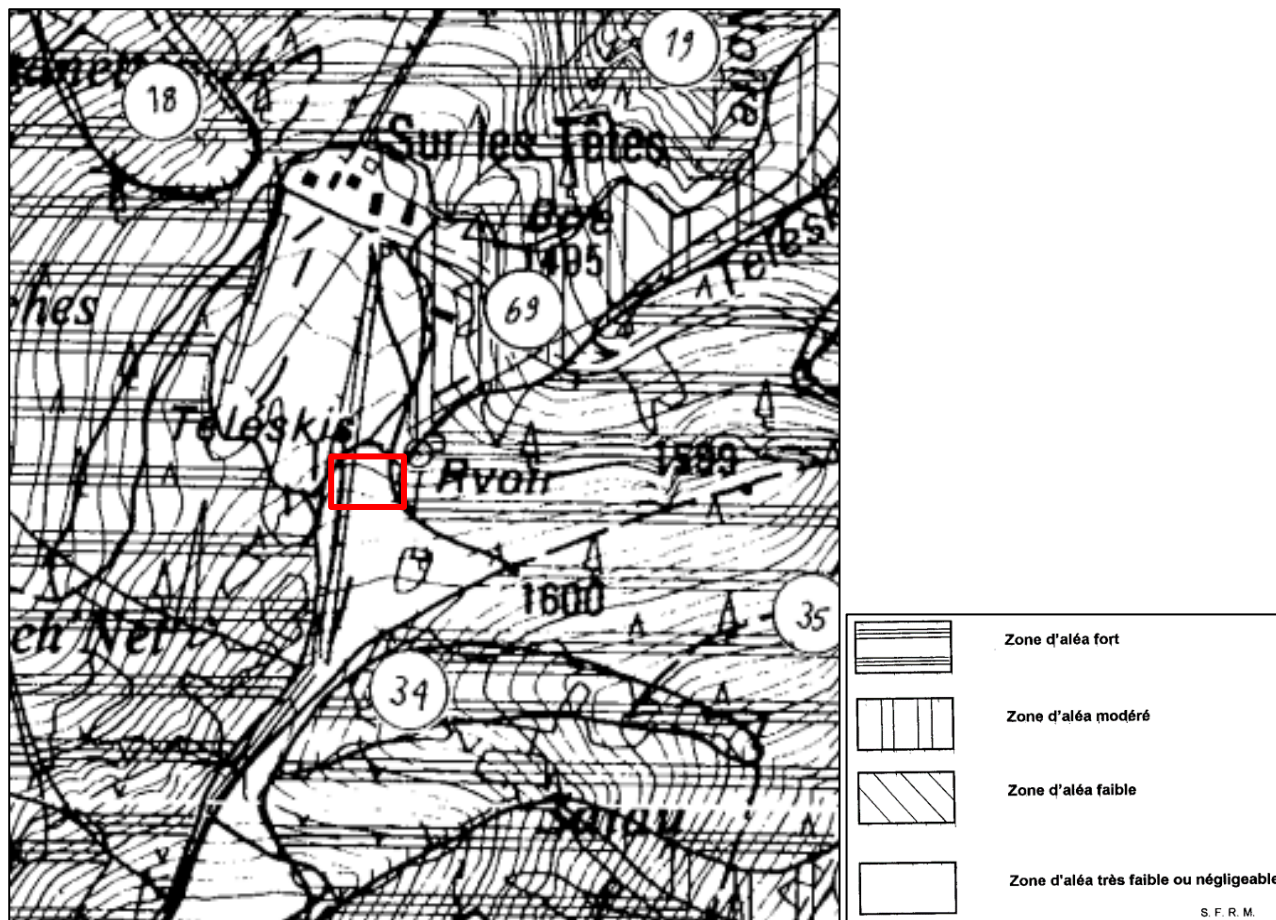
La zone est située si la large ligne de crête descendant de la Grande Terche vers le Nord.

Nous notons la présence d'une zone humide en aval du tunnel au droit d'un réservoir d'eau.

Un pylône de télésiège est situé à environ 30 m de la sortie du tunnel.

2.4 Zonage PPR

Le tunnel se situe dans une zone à aléa général très faible ou négligeable comme l'indique ce document ci-dessous :



Carte géologique à l'échelle 1/50000^{ème} de la zone d'étude (www.infoterre.brgm.fr)

On note qu'au sein du PPR les descriptions et informations au sujet de cette zone (planche 10) sont manquantes.

3 ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE

3.1 Généralités

Carte géologique BRGM	Observations de surface	Aléas (niveau) PPRN
Moraines (G) et calcaires (Bs/c-eR)	RAS	Zone d'aléa très faible ou négligeable

Les zones étudiées étant situées dans le domaine skiable faisant l'objet de sécurisation vis-à-vis des avalanches, ce risque n'est pas présenté.

3.2 Chutes de blocs

Sans objet en l'absence de zones de départs en amont du site (affleurements rocheux ou falaise).

3.3 Mouvements de terrain

Etant donné la géomorphologie du site, la couverture morainique semble de faible épaisseur au droit du projet. Aucun indice de mouvement de terrain n'est visible dans la zone d'étude. Le risque est donc jugé faible. Des sondages devront être effectués dans la suite du projet.

3.4 Crues torrentielles

Sans objet en absence de cours d'eau.

3.5 Cavités

Les roches sont de nature calcaire donc potentiellement soumises au risque d'effondrement par formation de cavités karstiques. Aucun indice n'a été relevé le jour de notre visite. Etant donné la géomorphologie du site, le risque est considéré comme faible.

3.6 Classification parasismique du site

Sur la base du décret du 22 octobre 2010 et selon l'Eurocode 8, la zone d'étude se trouve en zone sismique 4 (sismicité moyenne). Ainsi, l'accélération maximale de référence a_{gr} est égal à $1.6m/s^2$.

Les classes d'importances utilisées ci-dessous sont définies en comparaison avec des projets similaires, elles pourront être précisées par le maître d'ouvrage. Selon l'article 2 du décret du 22 octobre 2010, nous considérerons que le tunnel est un bâtiment de classe I (« *bâtiment dans lequel est exclue toute activité humaine nécessitant un séjour de longue durée et non visé par les autres catégories du présent article* »).

Les classes de sols pourront être réévaluées en fonction des résultats des sondages complémentaires prévus en phase G2.

Les critères et coefficients devant être retenus sont les suivants :

Hypothèses		Valeurs des coefficients	
Zone de sismicité :	4 (moyenne)	Accélération maximale de référence a_{gr}	$1.60 m.s^{-2}$
Catégorie ouvrage :	I	Coefficient d'amortissement η	1
La classe de sol :	(A) Rocher ou autre formation géologique comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistants.	Paramètre caractéristiques de la classe de sol S	1.00
Topographie :	Catégorie du bâtiment inférieure ou égale à II.	Coefficient d'amplification S_t	1

Coefficient sismique horizontal :	0.065
Coefficient sismique vertical :	0.033

3.7 Synthèse des observations

Le passage inférieur pour skieur pourra être réalisé au droit du site. Aucun risque naturel majeur n'a été retenu lors de nos observations.

NB : Le type de fondation à mettre en œuvre, les profondeurs d'ancrage et les contraintes admissibles à l'ELU et à l'ELS à prendre en compte dans le calcul pour le tunnel seront définis plus précisément après réalisation de la campagne de sondages, dans le cadre d'une mission de type G2 – Etude géotechnique de Projet.

4 PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION

Lors de la réalisation des ouvrages, les principes constructifs suivants devront être respectés :

- ✓ Les terrassements des terrains de couverture pourront être réalisés à la pelle mécanique. Cependant la présence du substratum à faible profondeur ou de blocs pourront nécessiter l'utilisation d'engins puissants (pelle de 40 t, bulldozer D9, et BRH) et si besoin de travaux de minage ;
- ✓ Si les talus de déblais et/ou remblais présentent des signes d'instabilités, des travaux de sécurisation provisoires et/ou définitif devront être réalisés (retalutage, blindage...). Les talus définitifs auront une pente maximale de 3H / 2V dans les terrains meubles et 2H/3V dans le substratum rocheux ;
- ✓ Si des travaux sont réalisés proche des installations existantes (principalement pylônes de télésiège), toutes les précautions devront être prises pour ne pas déstabiliser ces ouvrages ;
- ✓ Les fondations des ouvrages pourront être assises dans les terrains en place (moraines ou substratum rocheux) ;
- ✓ En cas d'arrivées d'eau lors de l'ouverture des terrassements, des mesures de drainage seront mises en œuvre pour assurer la bonne évacuation des eaux ;
- ✓ La profondeur hors gel minimal est fixée à 1,2 m pour les fondations assises dans les terrains meubles. Le remblaiement sera réalisé de manière à garantir cette profondeur notamment à l'entrée et la sortie du tunnel. En fonction du profil du terrain, les massifs pourront présenter un redan ou une bèche pour respecter cette profondeur.

5 CONCLUSION

A la demande du bureau d'études CIME et pour le compte de la commune de St-Jean d'Aulps, Alpes Ingé a réalisé une étude géotechnique préalable, phase principes généraux de construction (G1 PGC) pour la création d'un passage inférieur pour skieurs sur la station du Roc d'enfer sur la commune de Saint-Jean d'Aulps (74).

Cette étude a pour objectif de déterminer la faisabilité de l'ouvrage, d'évaluer les risques naturels et sismiques et de définir sommairement les conditions de fondation du tunnel en fonction de la zone d'implantation. Elle est basée sur une visite de site réalisée le 27 juin 2023.

L'analyse des documents existants et les observations de terrain ont permis de montrer qu'aucun risque naturel majeur ne remet en cause la faisabilité du projet. **Le projet n'accentuera pas les risques et n'en créera pas de nouveaux.**

Une étude de terrain plus approfondie avec campagne de sondages géotechniques devra être réalisée lors d'une étude de projet G2 PRO.

Annexe 1 – NORME NF P 95-500 – MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

4.2.4 - Tableaux synthétiques

Tableau 1 – Enchaînement des missions d'Ingénierie géotechnique

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 risques résiduels	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	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/ISA	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

Tableau 2 – Classification des missions d'Ingénierie géotechnique

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques 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 si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> Définir si besoin 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, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.</p> <ul style="list-style-type: none"> Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notes techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Tableau 2 – Classification des missions d'Ingénierie géotechnique

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps 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. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin 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 établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- 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, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).