



N° Affaire : 22/021

N° Dossier : 01

N° Indice	Dates	Etabli par	Vérifié par	Nb pages
A	29/08/22	C.GACHET	A.GUELA	30

## Anne GUELA

Ingénieur géotechnicien  
Diagnostics d'ouvrage d'art



+33 (0)6 31 44 61 44



anne.guela@pyrite-ingenierie.com



## Christine GACHET

Ingénieur géotechnicien et environnement  
Expert judiciaire près la cour d'appel de Grenoble



+33 (0)6 31 44 57 23



christine.gachet@pyrite-ingenierie.com

## SOMMAIRE

1	INTRODUCTION.....	3
2	RENSEIGNEMENT GENERAUX .....	3
2.1	Situation et description du projet.....	3
2.2	Contexte géologique et hydrogéologique.....	4
2.3	Contexte hydrogéologique local.....	5
3	RISQUES NATURELS .....	5
3.1	Chutes de blocs.....	5
3.2	Effondrements, karsts.....	6
3.3	Mouvements de terrain .....	6
3.1	Crués torrentielles .....	7
3.2	Classification parasismique du site.....	7
4	ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE.....	8
4.1	Généralités .....	8
4.2	Détail des caractéristiques des zones.....	10
4.2.1	Zone gare G1 – 1835-1842 m.....	10
4.2.2	Zone 1 – 1842-1897 m.....	12
4.2.3	Zone 2 – 1897-1935 m.....	14
4.2.4	Zone gare G2 – 1935-1936 m.....	17
4.3	Synthèse des observations.....	19
4.4	Dispositions constructives .....	20
5	CONCLUSION .....	21
	ANNEXE 1 .....	22
	CONDITIONS GENERALES DE VENTE ET NORME NF P 94-500 – MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE .....	22
	ANNEXE 2.....	28
	ZONAGE GEOTECHNIQUE DE LA LIGNE .....	28

## 1 INTRODUCTION

A la demande et pour le compte de DSR, PYRITE ingénierie, a réalisé l'étude géotechnique préliminaire relative au projet de construction du TSF du Dahu, situé sur le domaine skiable de la Rosière (73).

Cette étude a pour objectif d'évaluer les risques naturels et sismiques et de définir les conditions de fondation des gares et pylônes en fonction des différentes zones d'implantation. Elle est basée sur une visite de site, réalisée le 22 août 2022.

Elle s'appuie ainsi sur l'implantation de la ligne transmise par le maître d'œuvre ERIC (plan source ind 1 du 21/07/22).

NB 1 : Cette étude ne concerne que les risques de chutes de blocs, de mouvements de terrain et de crues torrentielles. Les risques d'avalanches ne sont pas traités dans notre rapport.

En référence à la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013 – Classification des missions types d'ingénierie géotechnique – qui figure en **annexe 1** de ce rapport, notre mission est de type G1 – PGC (Principes Généraux de Construction).

NB 2 : La bonne réalisation de cette mission ne supprimera jamais les risques naturels en domaine de haute montagne, notamment : éboulements, glissements de terrain, 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 sont nécessaires, vis-à-vis des risques naturels (phénomènes de reptation, chutes de blocs...).

## 2 RENSEIGNEMENT GENERAUX

### 2.1 Situation et description du projet

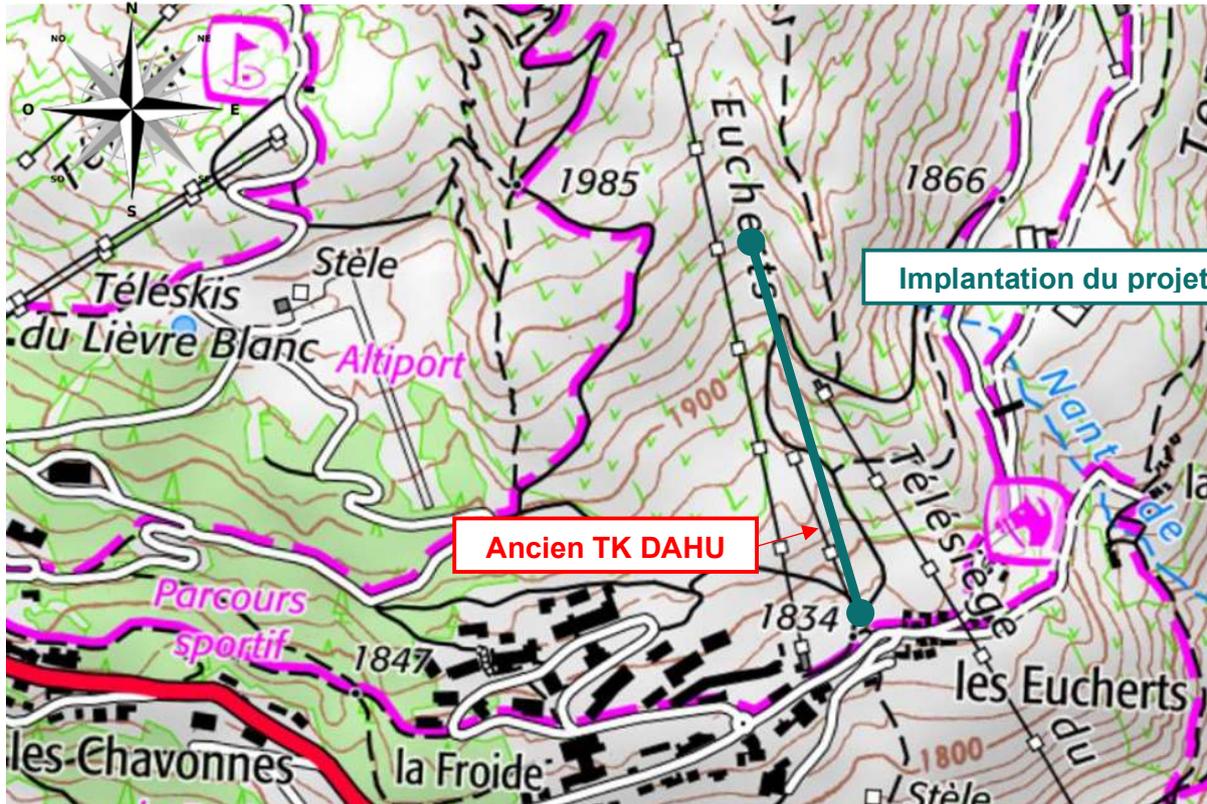
Le secteur d'étude est implanté sur le domaine skiable de la Rosière, sur le front de neige des Eucherts.

Le nouveau TSF4 du Dahu viendra en remplacement du TK Dahu existant, sur un axe décalé.

La gare aval sera implantée au niveau de la G1 du TK existant, à une altitude de 1835m.

La gare amont sera implantée nettement plus en amont de la gare actuelle, à une altitude de 1936 m.

Le projet envisage en première approche 7 pylônes sur un linéaire de 523 m et un dénivelé de 101 m.

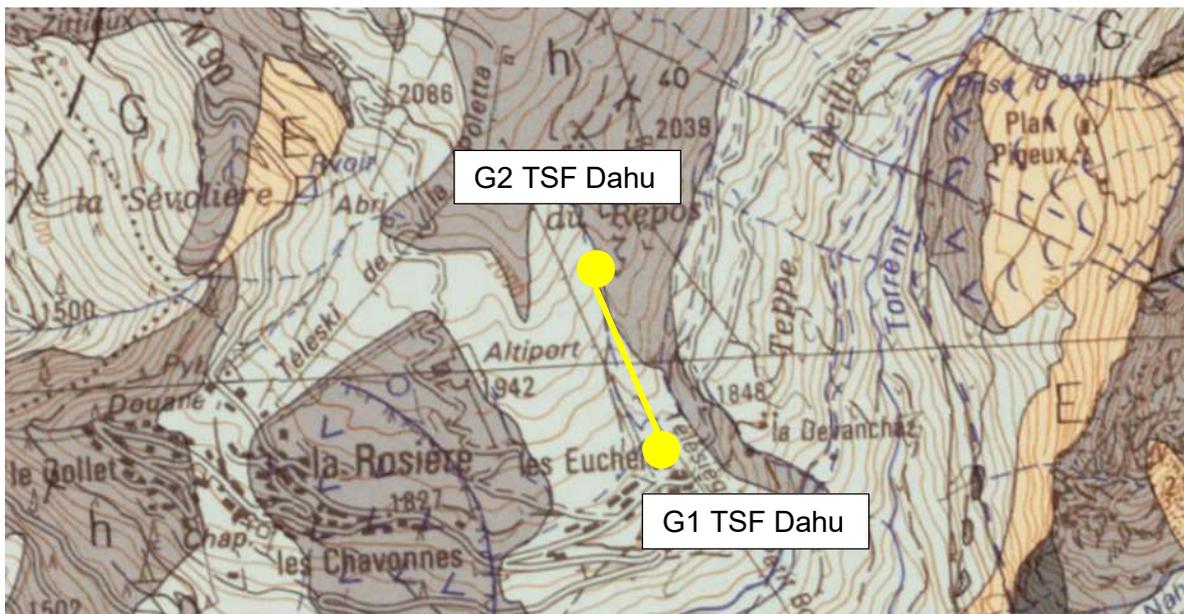


Implantation sur extrait de carte topographique (source Géoportail)

## 2.2 Contexte géologique et hydrogéologique

D'après la carte géologique au 1/50 000 de Sainte Foy Tarentaise, le secteur étudié est implanté dans la zone houillère Briançonnaise.

Le substratum rocheux est constitué par du Houiller productif (h) à faciès schisto-gréseux dominant. Cette formation est recouverte en surface des moraines glaciaires (G).



Extrait de carte géologique au 1/50 000 (source www.infoterre) et implantation de la ligne

La majorité du tracé se développe dans les moraines constituées de sables silteux à blocs de schistes, les affleurements rocheux étant masqués.

Sur la moitié amont du tracé des éboulis (et rocher en place ?) apparaissent :



Éboulis sur la partie amont du tracé

L'étude géotechnique Alpes Ingé réalisée en 2003 pour la construction du TSD des Eucherts, situé à 60 m de distance vers l'ouest, mettait en évidence de la gare G1 jusqu'au P9, des blocs de schistes ou des schistes altérés enveloppés dans une matrice silto-sableuse.

## 2.3 Contexte hydrogéologique local

Lors de notre visite, aucune circulation d'eau n'était visible en sub-surface. Dans les zones d'éboulis, les eaux de ruissellement s'infiltrent naturellement. Dans les schistes moins perméables, les eaux peuvent s'infiltrer au gré des fissures.

## 3 RISQUES NATURELS

### 3.1 Chutes de blocs

Le risque de chute de blocs est évalué à très faible sur l'ensemble du tracé : absence de falaises.

Des blocs d'éboulis peuvent néanmoins être remobilisés lors des fouilles des pylônes sur la seconde partie amont du tracé : une attention particulière sera apportée sur l'implantation des pylônes et l'ouverture des fouilles.



Éboulis sur la seconde partie amont du tracé

### 3.2 Effondrements, karsts

Ce risque n'est pas manifeste dans les formations schisteuses rencontrées.

### 3.3 Mouvements de terrain

Dans le secteur aval (en dessous de la cote 1900 m) où les schistes altérés sont présents à faible profondeur et où les pentes sont globalement faibles, le risque de glissement ou de schistes glissés n'est pas avéré.



Pente faible : moyenne de 15 à 20°

Sur la partie amont, au-delà de la cote 1900 m, les éboulis actifs présents sur le tracé, peuvent être source d'instabilité locale : les implantations des pylônes devront les éviter.



Zone d'éboulis actifs

### 3.1 Crues torrentielles

Absence de ruisseau sur le secteur.

Les écoulements superficiels sont gérés dans la partie aval du tracé (en dessous cote 1875 m) par des cunettes et canalisations DN600, à préserver.



Cunette + DN600

### 3.2 Classification parasismique du site

D'après le décret du 22 octobre 2010, la commune de Montvalezan se trouve en zone de sismicité 3 « modérée ». Le site du projet peut donc être caractérisé, vis-à-vis des effets des séismes, en référence aux règles de construction définies dans l'arrêté du 22 octobre 2010 et Eurocode 8.

#### Gare de départ G1 :

Altitude du site : 1835 m

Classe de l'ouvrage : III

Accélération nominale :  $a_{gr} = 1.1 \text{ m/s}^2$

Coefficient d'importance :  $\gamma_I = 1.2$

Paramètre de sol :  $S = 1.0$

Amortissement :  $\eta = 1$

Classification des sols : A

Coefficient d'amplification topographique :  $\tau = 1.00$

**$a_{max} = a_{gr} * \gamma_I * S * \eta * \tau = 1.32 \text{ m/s}^2$**

**Gare d'arrivée G2 :**

Altitude du site : 1935 m

Classe de l'ouvrage : III

Accélération nominale :  $a_{gr} = 1.1 \text{ m/s}^2$ Coefficient d'importance :  $\gamma_I = 1.2$ Paramètre de sol :  $S = 1$ Amortissement :  $\eta = 1$ 

Classification des sols : A

Coefficient d'amplification topographique :  $\tau = 1.07$  (en considérant une zone pentée aval à  $26^\circ$ ) **$a_{max} = a_{gr} * \gamma_I * S * \eta * \tau = 1.41 \text{ m/s}^2$** **Pour les pylônes :  $a_{gr} = 1.10 \text{ m/s}^2$** 

Pylône	Classe d'ouvrage II - Coef. d'importance $\gamma_I$	Paramètre de sol S	Coef amplification topo	$a_{max} \text{ (m/s}^2\text{)}$
Zone 1	1	A – 1.0	1.0	1.1
Zone 2	1	A – 1.0	1.0	1.1

Le coefficient topographique est pris égal à 1.0 étant donné que la catégorie d'ouvrage ne dépasse pas II.

## 4 ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE

### 4.1 Généralités

Lors de notre mission G1 PGC, nous avons parcouru la future ligne du TSF et identifié des zones homogènes du point de vue de la géologie et de la géomorphologie, des caractéristiques mécaniques des terrains et des risques naturels.

La zone 1 est située au niveau de la gare aval (G1). Chaque départ et fin de zone a été identifiée par ses altitudes, le long de la ligne.

Le plan d'implantation des différentes zones figure en **annexe 3**, avec le report de l'axe proposé par le Maître d'œuvre cabinet ERIC et une implantation sommaire des pylônes (elle pourra évoluer avec les réponses des constructeurs).

Nous avons établi un code couleur pour l'implantation des pylônes, en fonction des caractéristiques géologiques et morphologiques propres à chaque zone. Ce code est le suivant :



**Zone d'implantation conseillée** : zone peu soumise aux risques naturels et présentant des terrains de fondations de bonne qualité. Ces zones sont à privilégier pour l'implantation des pylônes. Des mesures d'adaptation pourront quand même s'avérer nécessaires après ouverture des fouilles (substitution de sol, drainage, bêche...).



**Zone d'implantation avec prescriptions** : zone soumise à un risque naturel « modéré » (chutes de blocs, glissement, zone humide, torrent...) et/ou présentant des terrains de fondations de qualités moyennes et/ou une forte pente ou dévers. Une implantation sur la zone sera néanmoins envisageable en prenant des mesures spécifiques.



**Zone d'implantation avec prescriptions importantes** : zone soumise à un ou plusieurs risques naturels « fort » et/ou pente forte ou présentant des terrains de fondation de mauvaise qualité. Une implantation sur cette zone n'est pas envisageable sauf en cas de nécessité absolue et en prenant des mesures spécifiques éventuellement lourdes.

#### Remarques importantes :

- Les profondeurs d'encastrement minimales énoncées ci-après sont à considérer à partir de la surface du terrain naturel en place le jour de notre visite,
- La profondeur hors gel, fixée ici à 1.15 m (norme NFP 94-261), devra être respectée en tout point de la fondation.

Les contraintes de calcul sous fondation sont estimées dans le référentiel Eurocode 7 correspondant à la norme française NFP94-261.

Les calculs sont les suivants :

$q_{net}$  : résistance nette du sol déduite des essais pressiométriques quand il y en a eu (gares), ou caractéristiques de cisaillement du sol évaluées, sinon expérience empirique au vu des terrains.

$q_{ELS}$  **permanent** =  $q_{net}/2.76$  capacité portante vérifiée aux états limites de services.

$q_{ELU}$  **durable et transitoire** =  $q_{net}/1.68$  capacité portante vérifiée aux états limites ultimes (y compris séisme)

$q_{ELU}$  **accidentel** =  $q_{net}/1.44$  capacité portante en situation ELU accidentelle.

Les calculs tiennent compte du coefficient de réduction de portance  $i\beta$  induit par la présence de pente aval et dévers, en fonction de son inclinaison.

Ces calculs seront affinés au stade AVP une fois les pylônes implantés avec le constructeur.

## 4.2 Détail des caractéristiques des zones

### 4.2.1 Zone gare G1 – 1835-1842 m

<b>ZONE gare G1</b>	Altitude : 1835-1842 m Linéaire : 73 ml
<b>COULEUR</b>	<b>VERTE</b>
Observations géologiques, morphologiques	La zone d'implantation de la nouvelle gare de départ G1 et son premier pylône fonctionnel se situera sur des moraines à blocs et éboulis.  La fouille du TSD des Eucherts, situé 60 m à l'ouest a montré la présence de blocs de schistes dans une matrice gravelo-silto-sableuse.
Observations hydrogéologiques	Pas d'eau en surface : infiltration dans les sols et fossé présent juste à l'aval de la gare + réseaux de cunettes présents sur la piste à l'amont. La position en point bas de la gare nécessitera son drainage périphérique.
Risques naturels	RAS.
Prescriptions sur les fondations et terrassements	Le massif de fondation de la gare de départ G1 pourra être de type semelle isolée encastrées au-delà de 2.0 m de profondeur. La réalisation du sondage pressiométrique prévue au stade de la mission AVP permettra de préciser les valeurs à prendre en compte :  $q_{ELS}$ permanent      200 kPa $q_{ELU}$ durable et transitoire      330 kPa $q_{ELU}$ accidentelle      380 kPa  Une garde hors gel de 1.15 m sera respectée.  La géométrie des déblais / remblais de la gare devra être définie au stade AVP géotechnique et validée par nos soins (enrochements prévus notamment).

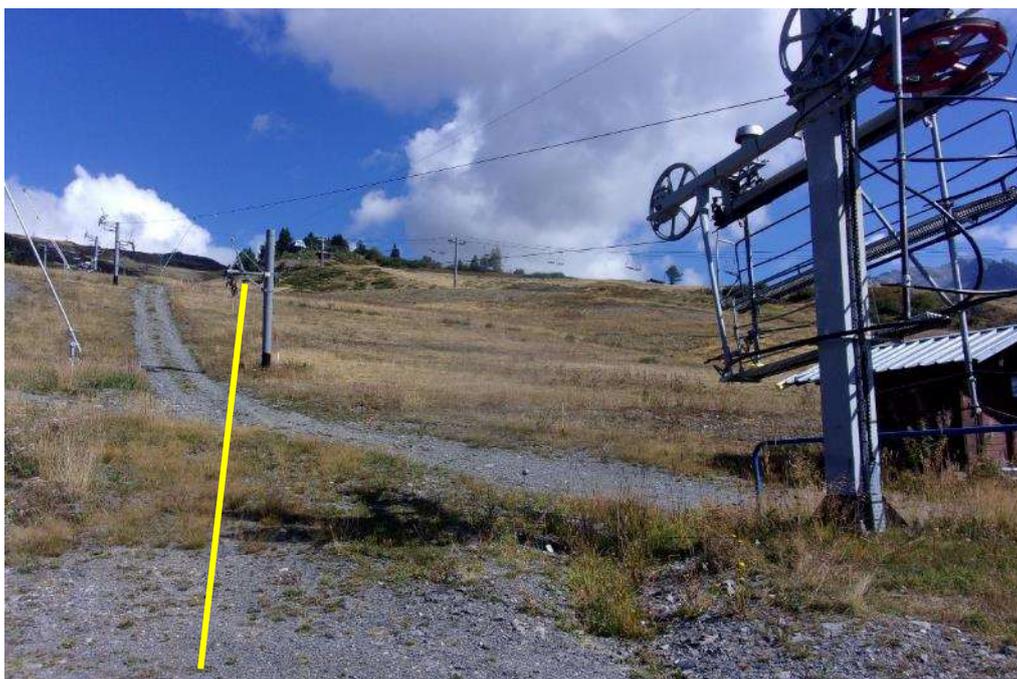


Gare G1



## 4.2.2 Zone 1 – 1842-1897 m

<b>ZONE 1</b>	Altitude : 1842-1897 m Linéaire : 245 ml
COULEUR	<b>VERTE : alt 1842-1897 m</b> <b>Zones ROUGES sur les cunettes + canalisations</b>
Observations géologiques, morphologiques	Pente peu soutenue (=14°) dans les moraines à blocs de schistes. Possibilité de rencontrer les schistes altérés au-delà de 2.0 m de profondeur.
Observations hydrogéologiques	Pas d'eau en surface. A priori pas de drainage périphérique, mais à confirmer à l'ouverture des fouilles.  Les zones indiquées en rouge sont les cunettes + canalisation DN600 : à préserver.
Risques naturels	RAS
Prescriptions sur les fondations et terrassements	Les massifs de fondation des pylônes dans la zone 1 pourront être de type semelles isolées encastrées dans les moraines à blocs au-delà de 2.0 m de profondeur.  $q_{ELS}$ permanent      200 kPa $q_{ELU}$ durable et transitoire      330 kPa $q_{ELU}$ accidentelle      380 kPa  Une garde hors gel de 1.15 m sera respectée.  La réalisation des fouilles nécessitera des moyens avec une pelle puissante. BRH à prévoir si des blocs compacts de schistes apparaissent.

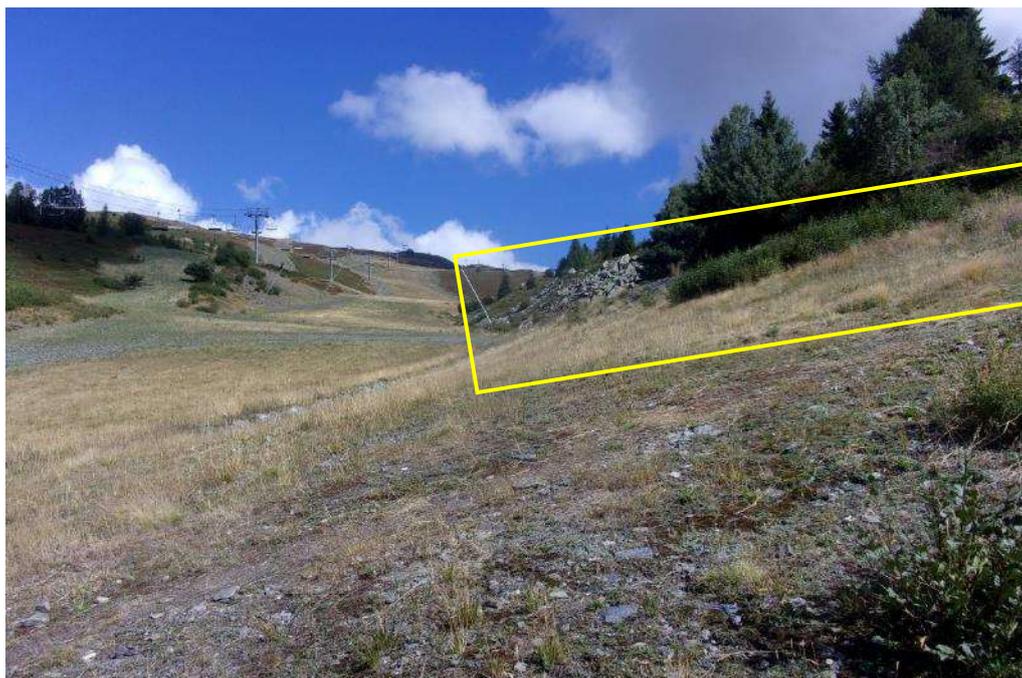


Zone 1 : zone verte hors cunettes

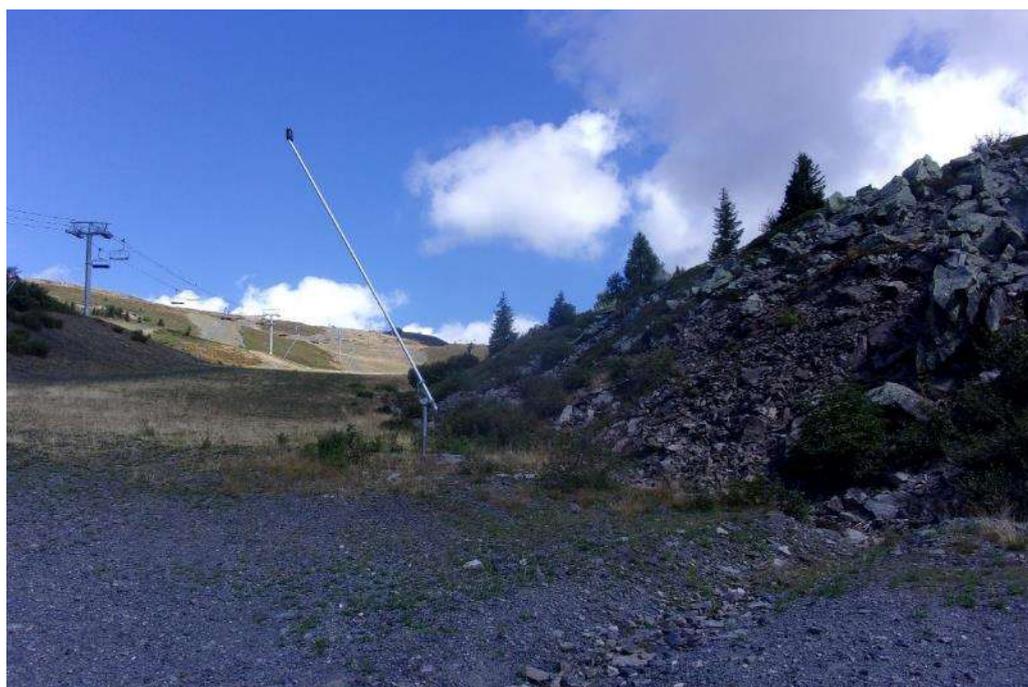
## 4.2.3 Zone 2 – 1897-1935 m

<p><b>ZONE 2</b></p> <p>COULEUR</p>	<p>Altitude : 1897-1935 m Linéaire : 199 ml</p> <p><b>ROUGE : alt 1897-1899 m (piste de ski)</b> <b>ORANGE : alt 1899-1905 m</b> <b>ROUGE : alt 1905-1911 m (piste de ski)</b> <b>ORANGE : 1911-1913 m</b> <b>ROUGE : alt 1913-1919 m</b> <b>ORANGE : 1919-1920 m</b> <b>ROUGE : alt 1920-1926 m</b> <b>ORANGE : 1926-1935 m</b></p>
<p>Observations géologiques, morphologiques</p>	<p>Présence de moraines et d'éboulis pouvant être actifs ou masqués par la végétation. Schistes possibles à faible profondeur.</p> <p>Traversée de pistes de ski traduites en rouge sur le plan.</p> <p>1<sup>ère</sup> zone orange 1899-1905 m : présence de remblais de piste de ski en surface et léger dévers de la ligne.</p> <p>Autres zones oranges : présence d'un dévers prononcé côté gauche (sens montant), avec pente de plus de 30°.</p> <p>2 zones de dévers matérialisées en rouge dans les éboulis actifs (pente supérieure à 30°) devront être dans la mesure du possible évitées pour l'implantation de pylônes.</p>
<p>Observations hydrogéologiques</p>	<p>Pas d'eau en surface : infiltration directe. A priori pas de drainage périphérique, mais à confirmer à l'ouverture des fouilles.</p>
<p>Risques naturels</p>	<p>Risque faible de chutes de blocs mais possible remobilisation des éboulis notamment lors de la réalisation des fouilles (zones rouges plus particulièrement).</p>
<p>Prescriptions sur les fondations et terrassements</p>	<p>Les massifs de fondation des pylônes dans la zone 2 pourront être de type semelles isolées encastrées dans éboulis compacts ou rocher schisteux au-delà de 3.0 m de profondeur (à l'axe), pour compenser le dévers et respecter un débord de 2.0 m entre la semelle et le bord de fouille.</p> <p><math>q_{ELS}</math> permanent            200 kPa <math>q_{ELU}</math> durable et transitoire    330 kPa <math>q_{ELU}</math> accidentelle            380 kPa</p>

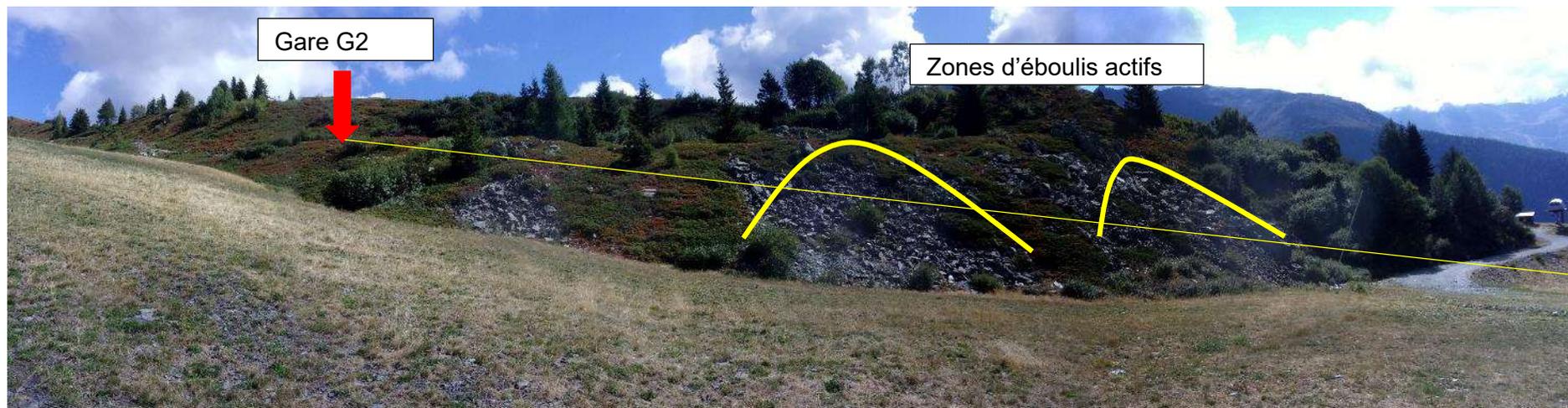
	<p>La réalisation des fouilles nécessitera une pelle puissante (pelle araignée) et potentiellement des moyens de déroctage (minage ou BRH).</p> <p>Vis-à-vis du dévers, un redan béton pourra être prévu en cas de besoin côté gauche.</p> <p>Une garde hors gel de 1.15 m sera respectée.</p>
--	--



1<sup>ère</sup> zone orange : remblai de piste et dévers



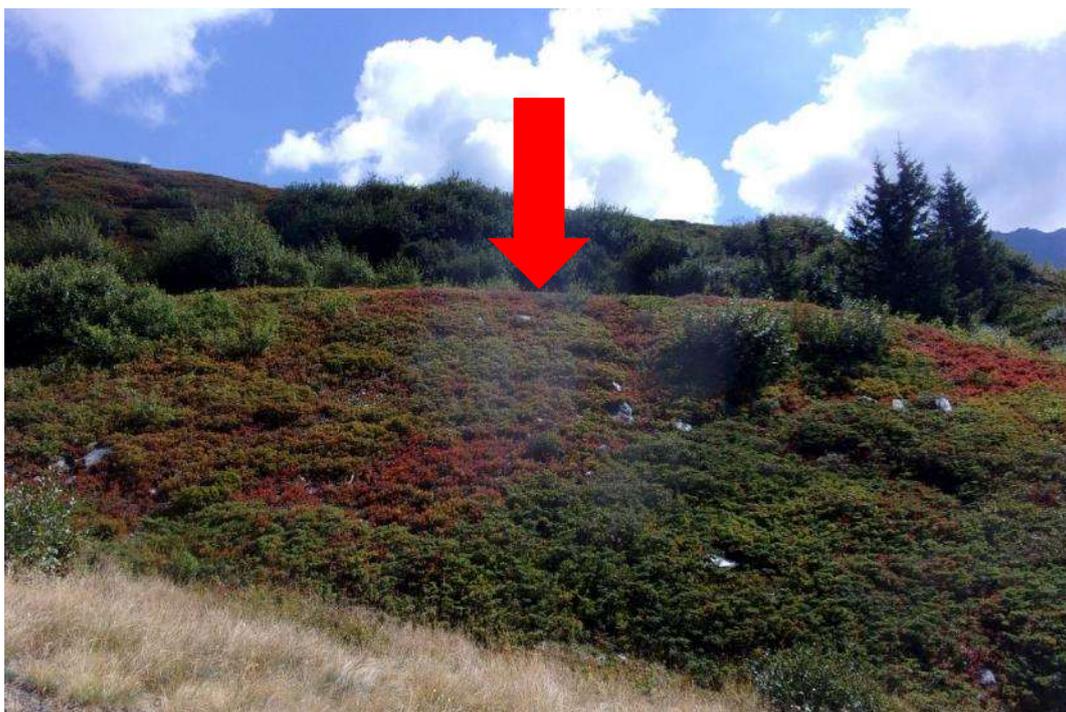
2<sup>ème</sup> zone orange : au pied des éboulis



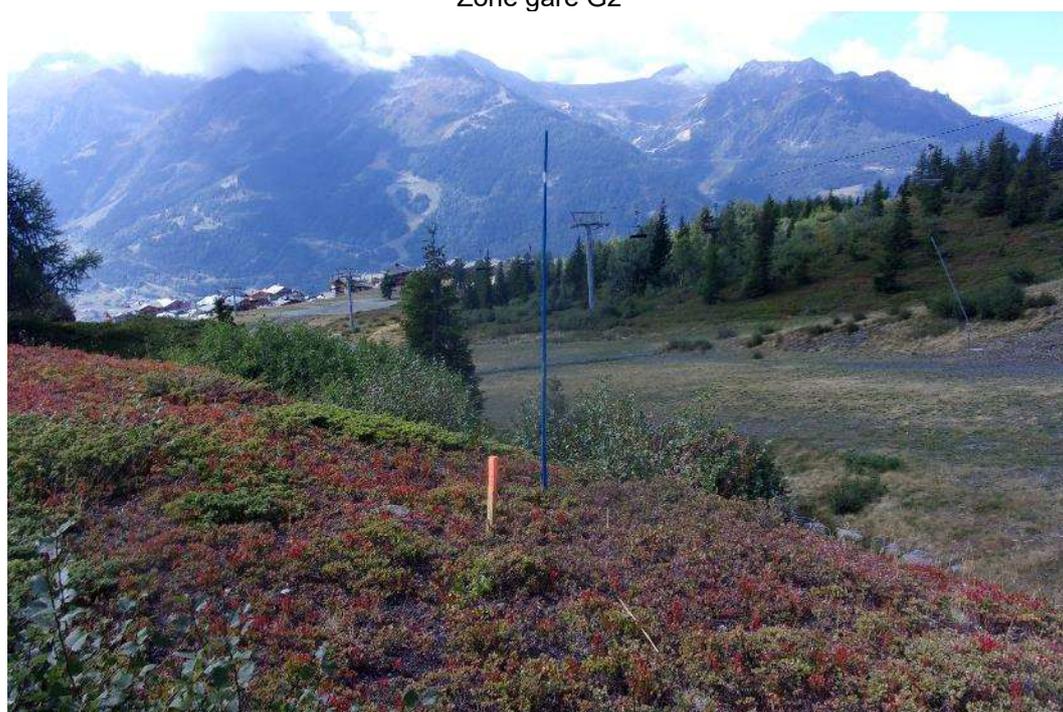
zone 2 : 2 zones d'éboulis actifs à éviter

## 4.2.4 Zone gare G2 – 1935-1936 m

<b>ZONE gare G2</b>	Altitude : 1935-1936 m Linéaire : 42 ml
COULEUR	<b>ORANGE : alt 1935-1936 m</b>
Observations géologiques, morphologiques	<p>Zone de la gare G2 et son pylône fonctionnel, toujours en dévers côté gauche (sens montant).</p> <p>La zone d'implantation de la nouvelle gare d'arrivée G2 et du dernier pylône de ligne se situera sur des blocs d'éboulis sur une butte qui sera terrassée en déblais-remblais.</p> <p>Le rocher schisteux est présent à faible profondeur, sous les éboulis.</p>
Observations hydrogéologiques	<p>Pas d'eau en surface : infiltration dans les éboulis.</p> <p>A priori pas de drainage périphérique, mais à confirmer à l'ouverture des fouilles</p>
Risques naturels	RAS.
Prescriptions sur les fondations et terrassements	<p>Le massif de fondation de la gare d'arrivée G2 pourra être de type semelle isolée encastrée dans éboulis compacts ou rocher altérés au-delà de 3.0 m de profondeur, en respectant en débord de 2.0 m entre la semelle et le bord de fouille.</p> <p>La réalisation du sondage pressiométrique prévue au stade de la mission AVP permettra de préciser les valeurs à prendre en compte :</p> <p><math>q_{ELS}</math> permanent      200 kPa  <math>q_{ELU}</math> durable et transitoire      330 kPa  <math>q_{ELU}</math> accidentelle      380 kPa</p> <p>Une garde hors gel de 1.15 m sera respectée.</p> <p>La réalisation de la fouille nécessitera des moyens de déroctage (minage ou BRH).</p> <p>La géométrie des déblais / remblais de la gare amont devra être définie au stade AVP géotechnique et validée par nos soins.</p>



Zone gare G2



Implantation sondage pressiométrique

### 4.3 Synthèse des observations

Ci-après, un tableau synthétise, pour chacune des zones, la géologie et les risques naturels ainsi que les profondeurs d’ancrage et les contraintes admissibles à l’ELU et à l’ELS des sols à prendre en compte dans le calcul des fondations des gares et des pylônes.

**NB : Le type de fondation à mettre en œuvre, les profondeurs d’ancrage et les contraintes à l’ELU et à l’ELS à prendre en compte dans le calcul pour chaque pylône seront définis plus précisément après implantation des gares et des pylônes par le constructeur, dans le cadre d’une mission de type G2 – AVP.**

zones	altitude approximative TN axe pylône	formation geol présumée	qnet (kPa)	qELS (kPa)	qELU durable & transitoire	qELU accidentel	prof HG	prescriptions
G1	1835-1842	Moraines silto-sableuses à blocs de schistes	550	199	327	382	1,15	Drainage périphérique Sondage pressiométrique
zone 1	1842-1900	Moraines silto-sableuses à blocs de schistes	550	199	327	382	1,15	éviter les cunettes
zone 2	1900-1935	Moraines et éboulis, schistes possibles à faible profondeur	550	199	327	382	1,15	Dévers important à gauche (sens montant) éviter les zones d’éboulis actifs
G2	1935-1936	Eboulis et schistes possibles à faible profondeur	550	199	327	382	1,15	calage PF terrassements à 1936,0 m Sondage pressiométrique

## 4.4 Dispositions constructives

Lors de la réalisation des massifs de fondations des pylônes, les dispositions constructives suivantes devront être respectées :

- Les contraintes de sol proposées devront être précisées à l'issue de la phase AVP, après implantation des pylônes avec le constructeur ;
- La géométrie des déblais-remblais des gares devra être validées par le géotechnicien en mission G2-AVP, notamment si des soutènements de type enrochements ou enrochements liaisonnés sont nécessaires ;
- La profondeur hors gel minimal des massifs de fondations est fixée à 1.15 m sur l'ensemble de la ligne. Le remblaiement des fouilles sera réalisé de manière à garantir cette profondeur, notamment à l'aval des massifs. En fonction du profil en travers du terrain, les massifs pourront présenter un redan côté aval pour respecter cette profondeur ;
- Le dimensionnement des fondations des gares et pylônes devra être réalisé en considérant les contraintes effectives, les sols pouvant être saturés en période de fonte des neiges ou de précipitations importantes. Il sera réalisé conformément aux normes et recommandations techniques en vigueur ;
- Des compléments de béton faiblement dosé ou béton cyclopéen pourront être utiles si des hétérogénéités sont rencontrés en fond de fouille après déroctage rocheux ;
- La présence de schistes parfois compacts sur la partie amont de la ligne pourra nécessiter l'emploi de BRH ou minage ;
- Si les talus des fouilles présentent des signes d'instabilité, des mesures de protection seront prises pour assurer la sécurité des personnes travaillant en dessous (retalutage, blindage ...)
- Si des arrivées d'eau sont constatées lors de l'ouverture des fouilles, des mesures de drainage seront mises en œuvre pour assurer la bonne évacuation de ces eaux. Il pourra s'agir de drains périphériques mis en place tout autour de la fondation et composé d'un drain PEHD enrobé dans une couche de matériaux drainants 40/80 mm protégé par un géotextile anti-contaminant. L'exutoire de ces drains devra être choisi soigneusement afin de ne pas déstabiliser les terrains en place dans la zone géotechnique d'influence;
- Les talus définitifs (qu'ils soient réalisés en remblai ou en déblai) auront une pente maximale limitée à 3H/2V.

## 5 CONCLUSION

PYRITE ingénierie a réalisé l'étude géotechnique préliminaire G1 PGC relative au projet de construction du TSF Dahu sur la Rosière (73).

Cette étude a pour objectif de déterminer la faisabilité de l'appareil, d'évaluer les risques naturels et sismiques et de définir sommairement les conditions de fondation des pylônes en fonction des différentes zones d'implantation. Elle est basée sur une visite de site en août 2022.

Nous avons identifié pour cet appareil plusieurs zones homogènes du point de vue de la géologie, des caractéristiques mécaniques des terrains et des risques naturels (chutes de blocs, ruissellement).

Le projet de nouvelle ligne a été définie au stade faisabilité par le maître d'œuvre ERIC.

Les principales observations effectuées sont les suivantes :

- L'implantation de pylônes est possible dans les zones vertes sans contraintes particulières.
- L'implantation de pylônes dans les zones orange est déconseillée en raison d'un risque naturel, et/ou d'une forte et/ou des terrains de fondation de qualité moyenne. Une implantation des pylônes dans ces zones est toutefois possible, avec des prescriptions et après une étude spécifique réalisée dans le cadre de la mission géotechnique G2 AVP.
- L'implantation de pylônes dans les zones rouges est à éviter (terrains de mauvaise qualité de fondation, pente très forte, risque naturel élevé...).

L'implantation des différentes zones le long de la ligne et les pylônes figurent sur les plans en **annexe 2** de ce rapport.

Les conditions de fondation des pylônes et les valeurs de contraintes des sols à prendre en compte dans les calculs sont définies au paragraphe 4.

**Ces dispositions sont données à titre indicatif. Elles devront être définies plus précisément après implantation définitive des gares et des pylônes par le constructeur dans le cadre d'une mission de type G2 – Etude géotechnique AVP.**

L'ensemble des conclusions de la mission G2 AVP sera validé sur les plans du constructeur (mission G2 PRO) et ensuite au moment de la réalisation des travaux, dans le cadre d'une mission de type G4 – Supervision géotechnique d'exécution.

**ANNEXE 1**

**CONDITIONS GENERALES DE VENTE  
ET NORME NF P 94-500 –  
MISSIONS TYPES D'INGENIERIE  
GEOTECHNIQUE**



## CONDITIONS GENERALES DE VENTE

### OBLIGATIONS CONTRACTUELLES

Les obligations contractuelles des parties sont régies par les présentes conditions générales applicables à toutes les prestations effectuées par PYRITE INGÉNIERIE.

La signature par le Client du présent contrat implique son adhésion à l'ensemble des clauses sans réserve, comme indiqué dans le cadre « signature ».

#### Obligations du BET

PYRITE INGÉNIERIE est tenu à une obligation de moyens et réalisera les missions décrites dans le présent contrat, en respectant les documents contractuels et les règles de l'art.

#### Obligations du client

- le Client remettra à PYRITE INGÉNIERIE les documents sollicités **et nécessaires au bon accomplissement de sa mission.**
- l'étude sera réalisée sur la base de ces documents. Ainsi, le client s'engage à signaler à PYRITE INGÉNIERIE tout changement dans l'implantation, la conception, l'importance des constructions. De même il informera PYRITE INGÉNIERIE tout incident survenu en cours de chantier susceptible de relever d'une problématique géotechnique.
- le Client payera le prix des missions conformément aux modalités définies dans le présent contrat

Le présent contrat pourra être résilié par l'une des parties, dans le cas où l'autre partie est défaillante dans l'exécution de ses obligations, à l'expiration d'un délai de deux semaines après l'envoi d'une mise en demeure par courrier recommandé, demandant la réparation de la défaillance, et restée sans effet.

En cas de résiliation par le Client, non justifiée par une défaillance du BET, le Client est engagé à indemniser PYRITE INGÉNIERIE de la totalité des prestations débutées suivant le détail des postes portés dans la décomposition financière.

### EXECUTION DES INVESTIGATIONS DE TERRAIN

#### Accès au site

L'acceptation de notre proposition comprend l'autorisation d'accès au site ainsi que l'autorisation d'effectuer les investigations de terrain.

Sauf stipulation contraire portée dans la proposition technique et financière, le site est réputé accessible.

La remise en état des terrains à l'initial n'est pas incluse. Pour les puits à la pelle, il est prévu le remblaiement au mieux avec les matériaux extraits, dès la fin de cette prestation.

La responsabilité de PYRITE INGÉNIERIE ne saurait être engagée pour des retards consécutifs à des faits qui ne lui sont pas imputables (terrain impraticables par exemple).

#### Réseaux et ouvrages enterrés

Le Maître d'Ouvrage s'engage à fournir avec la commande, les plans complets de réseaux et de tout ouvrage souterrain sur la parcelle étudiée; cette recherche n'entre pas dans notre proposition, s'agissant de servitudes et non de données géologiques. Notre assurance pour dégâts accidentels à ces ouvrages et réseaux ne peut intervenir qu'à cette condition.

Le Maître d'Ouvrage conserve la charge de la réparation des désordres occasionnés en cours de sondages aux ouvrages (réseaux, canalisations...) enterrés non répertoriés ou mal implantés sur les plans fournis.

### DOCUMENTS CONTRACTUELS

Les documents contractuels applicables sont :

- le présent contrat,
- la décomposition financière,
- la norme NF 94-500 dans son intégralité.

### LE RAPPORT

Le rapport géotechnique constitue le compte rendu de la mission d'ingénierie défini par la commande ou le contrat. Le rapport géotechnique et ses annexes constituent un ensemble indissociable. Son utilisation même partielle par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur, ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée, ne pourra engager la responsabilité de PYRITE INGÉNIERIE.



## LE PRIX

### Contenu du prix et validité

Le prix est établi sur la base des informations transmises au moment de l'établissement du contrat.  
Ce prix est valable pour une durée de 3 mois à compter de la date d'envoi du contrat.

### Paieement

Le paiement se fera l'issue de chaque étape de la mission, avec un délai de paiement de 30 jours.

Les retards de paiement ouvrent droit au paiement d'intérêts moratoires au taux de l'intérêt légal augmenté de sept points.

Le donneur d'ordre se libérera des sommes dues par lui, en faisant crédit au compte ouvert au nom de PYRITE INGÉNIERIE.

## RESPONSABILITE ET ASSURANCE

### Responsabilité de PYRITE INGÉNIERIE

PYRITE INGÉNIERIE assume les responsabilités qu'elle engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat.

A ce titre, PYRITE INGÉNIERIE est responsable de ses prestations, dont la défectuosité lui est imputable. Sa responsabilité ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission géotechnique objet de la présente proposition financière et technique.

Il est expressément convenu que pour les dommages autres que les dommages à la construction engageant la responsabilité décennale de PYRITE INGÉNIERIE, notre responsabilité sera limitée dans les conditions suivantes :

- la responsabilité de PYRITE INGÉNIERIE ne serait être engagée au delà des montants de garantie fixés à son contrat d'assurance. En outre, PYRITE INGÉNIERIE sera garanti par le Client, contre les conséquences de toute recherche en responsabilité de la part de tiers au présent contrat,
- dès lors qu'elles dépasseraient les montants de garanties visées ci-dessous.
- en l'absence de faute du BET, le Client assume le risque inhérent à son projet. Le Client relèvera en garantie PYRITE INGÉNIERIE contre les recours de tiers dans le cas de désordres sur réseaux si leur implantation ne correspondait pas aux indications renseignées par les concessionnaires.

Toute modification apportée ultérieurement à l'étude, objet du présent contrat, nécessite une nouvelle étude de faisabilité. Si la modification apparaît en phase projet, il conviendra de confier à un bet une mission comportant la faisabilité d'avant-projet et l'étude du nouveau projet. Dans ces cas de modification, l'étude, objet du présent contrat est réputée caduque. Toute utilisation de cette étude est faite sous l'entière responsabilité du Client.

### Assurances

#### Responsabilité Civile Professionnelle et Décennale de PYRITE INGÉNIERIE

PYRITE INGÉNIERIE a souscrit un contrat d'assurance de responsabilité professionnelle auprès de QBE. Ce contrat couvre le BET sur :

- toutes les opérations de génie civil dont le coût global reste inférieur à 6 000 000 € HT
- toutes les opérations de bâtiment dont le coût global reste inférieure à 15 000 000 € HT

#### Montants de garantie:

- Dommages matériels engageant la responsabilité décennale de PYRITE INGÉNIERIE :
  - Ouvrage de bâtiment Coût de la construction
  - Ouvrage de génie civil Compris en dommages matériels
- Autres dommages Responsabilité civile professionnelle : 1 000 000 € / an dont
  - Dommages corporels : 1 000 000 € / an
  - Dommages matériels et immatériels consécutifs : 750 000 € / an
  - Dommages immatériels non consécutifs : 250 000 € / an

#### Extension des garanties du contrat RCPro/Déc et attestation nominative de chantier

Le Client informera PYRITE INGÉNIERIE du cas où le coût prévisionnel de l'ouvrage est supérieur aux seuils définis ci-dessus (honoraires de maîtrise d'œuvre et bureau de contrôle compris). Si tel est le cas, l'avis de la Compagnie d'assurance devra être demandé pour validation de l'extension de garantie, et détermination de la surprime correspondante.

Le Client s'engage à prendre en charge cette surprime.

En cas de demande d'attestation nominative de chantier dans le cadre d'une opération normalement couverte par le contrat, le Client s'engage à indemniser PYRITE INGÉNIERIE d'une somme forfaitaire de 500 €HT.

## 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/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

**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><b>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</b></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"> <li>• Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.</li> <li>• Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>• Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.</li> </ul> <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 importants identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>• 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).</li> </ul>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b></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"> <li>• Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>• 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.</li> </ul> <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"> <li>• Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>• 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.</li> </ul> <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"> <li>• 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).</li> <li>• 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.</li> </ul>

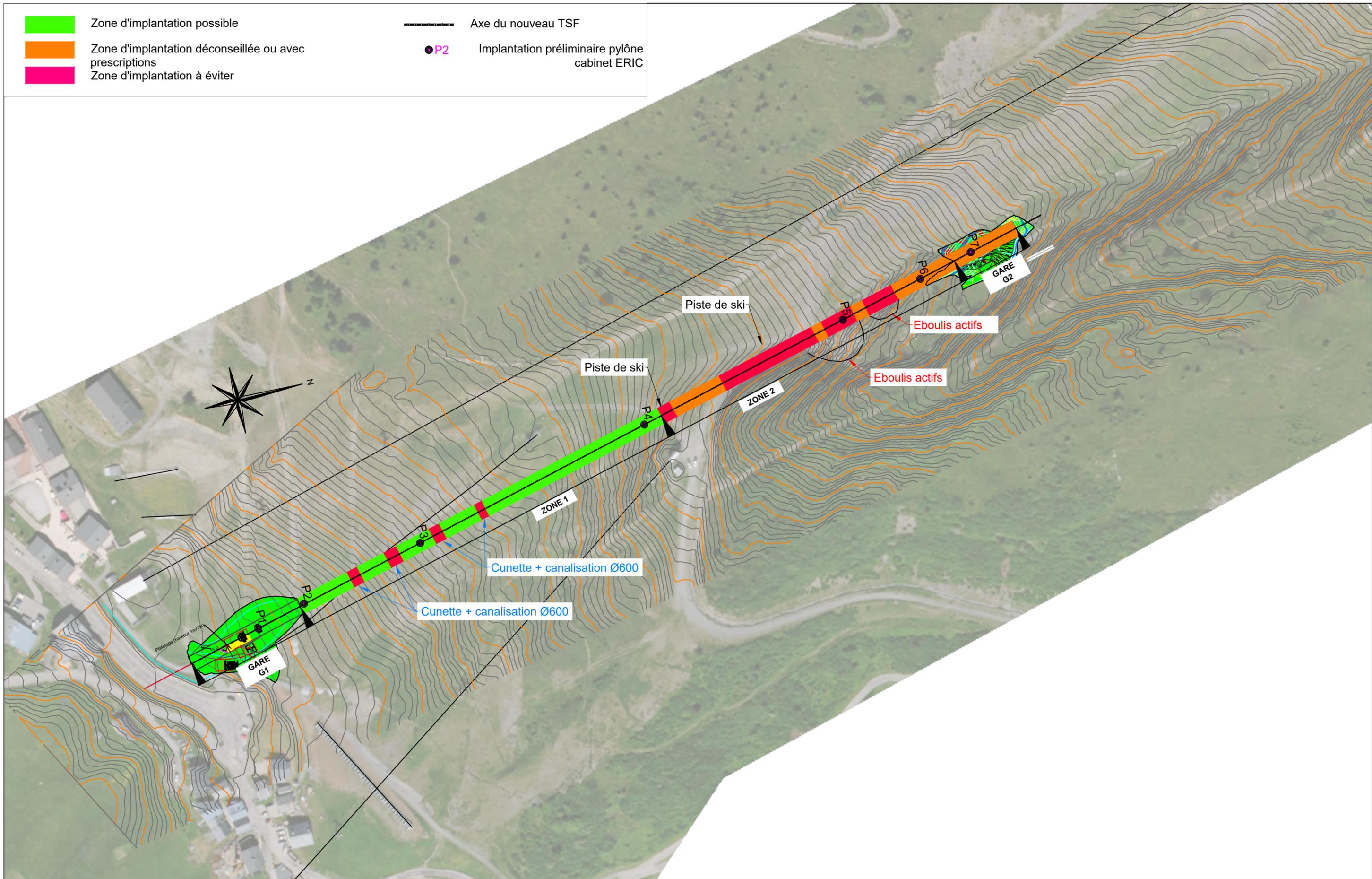
**Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique**

<b>Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique</b>
<p><b>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</b></p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>• 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).</li> <li>• Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.</li> </ul> <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.</li> <li>• 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).</li> <li>• 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)</li> </ul> <p><b>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</b></p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul> <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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).</li> <li>• donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.</li> </ul> <p><b>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</b></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. 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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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).</li> </ul>

# **ANNEXE 2**

## **ZONAGE GEOTECHNIQUE DE LA LIGNE**

- Zone d'implantation possible
  - Zone d'implantation déconseillée ou avec prescriptions
  - Zone d'implantation à éviter
- Axe du nouveau TSF
  - P2 Implantation préliminaire pylône cabinet ERIC



- Zone d'implantation possible
- Zone d'implantation déconseillée ou avec prescriptions
- Zone d'implantation à éviter

- Axe du nouveau TSF
- P2 Implantation préliminaire pylône cabinet ERIC

