

**SECURISATION DU JARDIN DES HEROS  
Avenue François Gayraud**

-oOo-

**MISSION G2PRO**

**MAIRIE DE LA BOLLENE VESUBIE  
1 PLACE DU GENERAL DE GAULLE  
06450 – LA BOLLENE VESUBIE**

-oOo-

**Mission géotechnique de PROJET  
(G2PRO) selon NF P 94-500**

G 2 P R O / 2 5 / 0 6 / 4 6 1

Indice	Date	Rédacteur	Commentaires	Vérificateur	Pages
0	05/02/2026	B.DODSWORTH	Etablissement du document	OI	26+Annexes
1	11/03/2026	B.DODSWORTH	Etablissement du document	OI	26+Annexes

**SARL TERZATEC**

Aménagement-Construction-Géologie-Géotechnique+Risques naturels  
67 Avenue de Verdun, 06360 EZE – [contact@terzatec.com](mailto:contact@terzatec.com)  
SIRET 84338701000013 APE 7112B - R.C.S Nice Capital de 5000€  
[www.terzatec.com](http://www.terzatec.com)

## SOMMAIRE

<b>CHAPITRE 1 - Introduction .....</b>	<b>4</b>
1.1 - Introduction .....	4
1.2 - Consistance de la mission G2PRO .....	4
1.3 - Documents du projet.....	4
1.4 - Rappel AVP - Description du site .....	5
1.4.1 - Localisation .....	5
1.4.2 - Description succincte du site et des désordres.....	6
1.5 - Rappel AVP - Bibliographie.....	9
1.5.1 - Risques naturels.....	9
1.5.2 - Contexte géologique.....	9
1.6 - Contexte hydrogéologique.....	9
1.7 - Projet de confortement .....	10
1.8 - Zone d'influence géotechnique (ZIG) .....	10
<b>CHAPITRE 2 - Synthèse géotechnique .....</b>	<b>12</b>
2.1 - Investigations.....	12
2.1.1 - Essais in situ .....	12
2.1.2 - Essais de laboratoire.....	12
2.2 - Lithologie .....	12
2.3 - Essais de laboratoire.....	13
2.4 - Contexte hydrogéologique.....	13
2.5 - Sismicité .....	13
<b>CHAPITRE 3 - Rappel - Diagnostic géotechnique .....</b>	<b>14</b>
3.1 - Rappel - Identification des désordres .....	14
3.2 - Rappel - Causes et mécanismes probables à l'origine du sinistre.....	14
3.3 - Rappel - Bilan.....	15
<b>CHAPITRE 4 - Etude des soutènements .....</b>	<b>17</b>
4.1 - Principe de confortement.....	17
4.1.1 - Généralités.....	17
4.1.2 - Particularités.....	17
4.1.3 - Drainage .....	18
4.2 - Hypothèses de calcul .....	18
4.2.1 - Modèle géotechnique.....	18
4.2.1 - Hydrogéologie .....	18
4.2.2 - Corrosion.....	18
4.2.3 - Surcharges .....	19
4.2.4 - Sismique .....	19
4.2.5 - Méthodes justificatives .....	19
4.3 - Résultats .....	20
4.3.1 - Stabilité d'ensemble / mixte .....	20
4.3.2 - Résistance armatures .....	20
4.3.3 - Parement.....	20
4.3.1 - Capacité portante micropieux.....	21
4.3.2 - Déformations .....	21
4.3.3 - Gunitage béton fibré.....	21
<b>CHAPITRE 5 - Terrassements.....</b>	<b>23</b>
5.1 - Phasage de travaux .....	23
5.2 - Accessibilité et rippabilité .....	23
5.3 - Traficabilité et gestion des eaux .....	24
5.4 - Talutage.....	24
5.5 - Valorisation des produits de déblai .....	24
5.6 - Structure de chaussée aval.....	24

**SARL TERZATEC**

Aménagement-Construction-Géologie-Géotechnique+Risques naturels  
67 Avenue de Verdun, 06360 EZE – [contact@terzatec.com](mailto:contact@terzatec.com)  
SIRET 84338701000013 APE 7112B - R.C.S Nice Capital de 5000€  
[www.terzatec.com](http://www.terzatec.com)

<b>CHAPITRE 6 - Préconisations générales .....</b>	<b>25</b>
6.1 - Drainage .....	25
6.2 - Dispositions constructives générales .....	25
<b>CHAPITRE 7 - Maitrise des aléas résiduels .....</b>	<b>26</b>
7.1 - Constat contradictoire.....	26
7.2 - Mission de supervision d'exécution .....	26
<b>CHAPITRE 8 - Détail Quantitatif Estimatif.....</b>	<b>27</b>
<b>CHAPITRE 9 - Annexes .....</b>	<b>28</b>
ANNEXE N° 01 : EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500.....	29
ANNEXE N° 02 : RAPPORT D'INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES .....	32
ANNEXE N° 03 : NOTES DE CALCULS .....	33
ANNEXE N° 04 : COUPES DE TRAVAUX ET VUE EN ELEVATION.....	34

## CHAPITRE 1 - INTRODUCTION

### 1.1 - Introduction

La présente étude a été réalisée à la demande et pour le compte de la Mairie de la Bollène Vésubie. Elle porte sur la reconstruction d'un mur de soutènement effondré au droit du Square des Anciens Combattants, 06450 LA BOLLENE VESUBIE.

### 1.2 - Consistance de la mission G2PRO

Cette prestation s'inscrit dans le cadre d'une étude géotechnique de conception phase projet G2PRO et DCE au sens de la norme NF P 94-500 de novembre 2013. Les objectifs de la mission sont les suivants :

- rappeler les principales données de l'avant-projet :
  - o définir un programme d'investigations géotechniques qui sera réalisé par un prestataire extérieur ;
  - o interpréter les investigations géotechniques ;
  - o mener une enquête bibliographique ;
  - o décrire l'état actuel du site, et notamment les désordres affectant l'ouvrage de soutènement ;
  - o évaluer l'origine probable des désordres ;
- définir les hypothèses générales de calcul (géotechnique, hydrogéologie, sismicité, sollicitations externes) ;
- définir le principe de confortement et son phasage ;
- mener le prédimensionnement des ouvrages géotechniques (mouvements de terre, soutènement, fondations) ;
- fournir les préconisations géotechniques générales associées aux travaux ;
- fournir une première estimation des quantités et des coûts des travaux.

Les éléments sortant du scope de la mission confiée à SARL TERZATEC sont :

- l'étude hydrogéologique de la zone d'étude et l'étude de gestion des eaux pluviales ;
- porter un avis sur la stabilité des ouvrages de soutènements contigus à la zone d'étude (dans l'emprise du terrain et côté parcelles voisines) ;
- le diagnostic de pollution des sols ;
- la vérification du projet au regard du respect des règles d'urbanisme de la commune de la Bollène Vésubie.

### 1.3 - Documents du projet

Les documents mis à notre disposition pour la réalisation de la phase PRO/DCE sont :

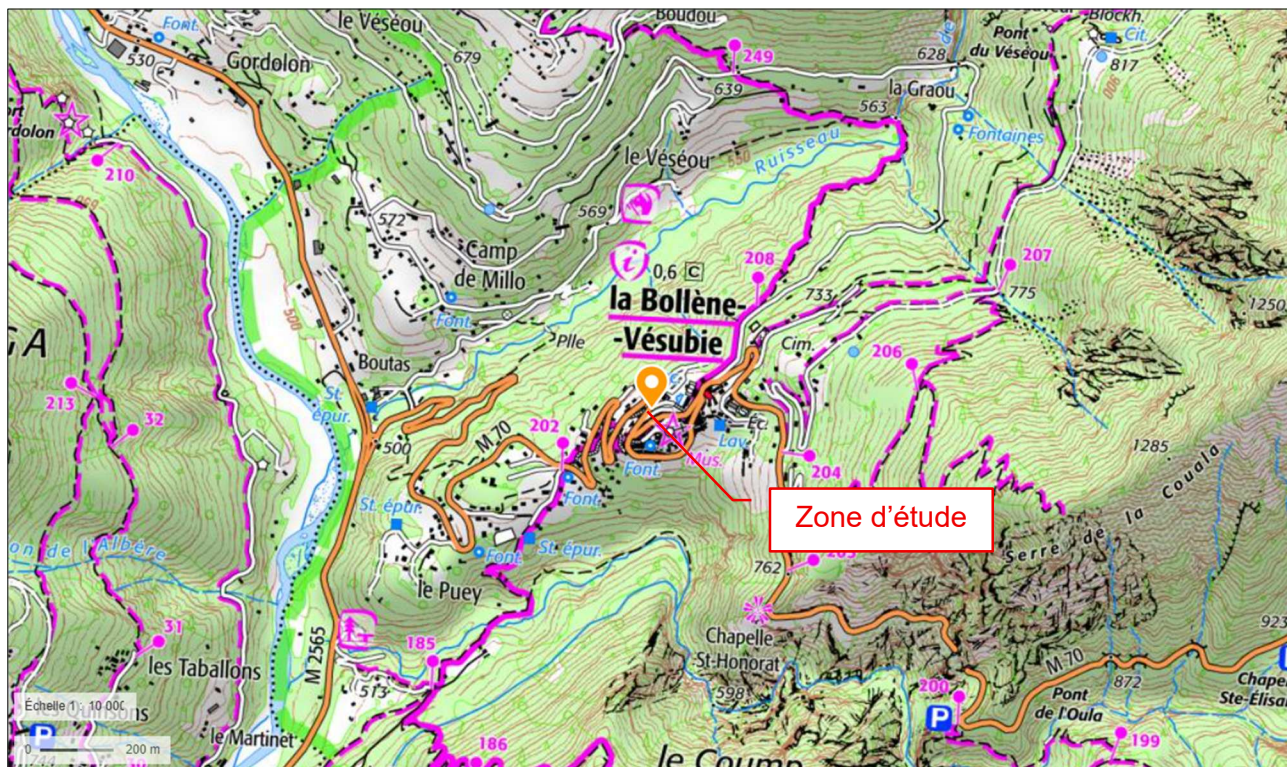
- le rapport d'investigations géotechnique (réf. 25ng150Aa) ERG GEOTECHNIQUE daté du 23/12/2025 ;
- le rapport géotechnique diagnostic et avant-projet (réf. 2025\_06\_461\_ind0 G5 G2AVP BOLLENE VESUBIE).



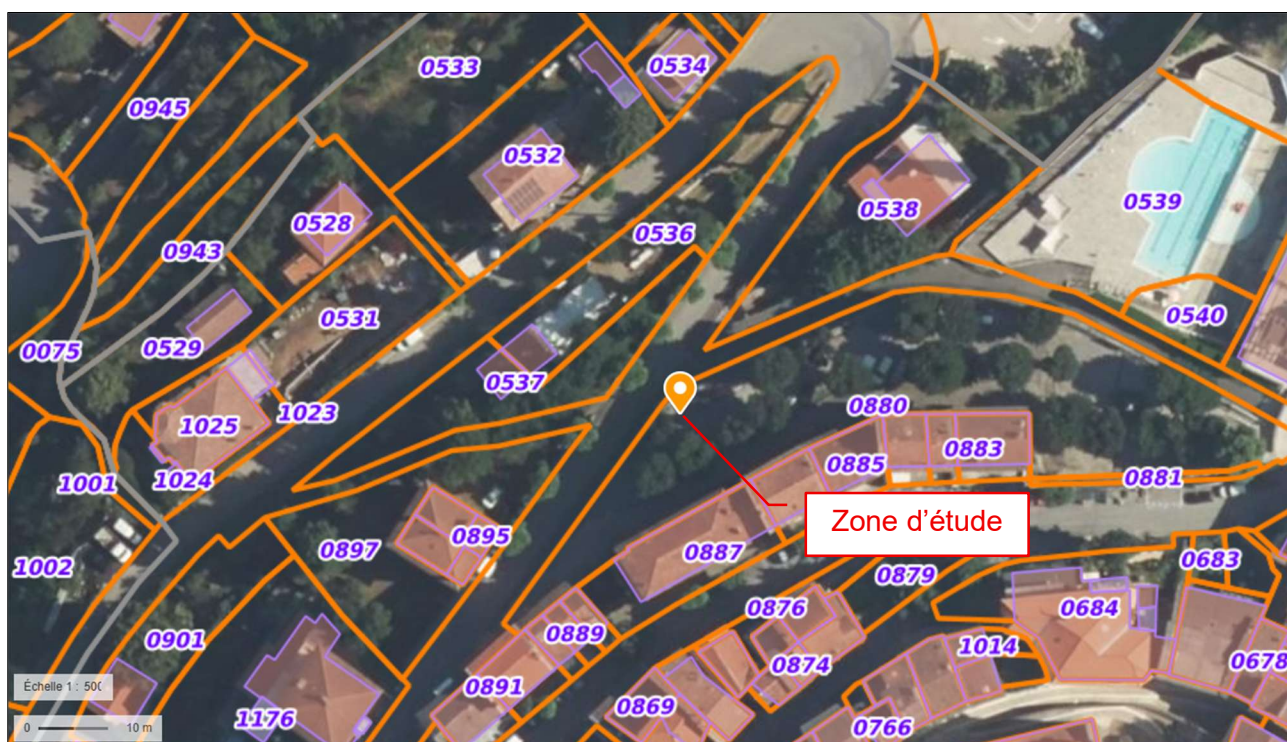
## 1.4 - Rappel AVP - Description du site

### 1.4.1 - Localisation

La parcelle en objet de l'étude (cadastrée section 0C n°0880) est localisée sur la commune de La Bollène-Vésubie (06).



Localisation de la parcelle sur carte IGN – Source géoportail



Localisation de l'ouvrage de soutènement sur photographie aérienne – Source géoportail



### 1.4.2 - Description succincte du site et des désordres

Le mur effondré objet de l'étude s'inscrit au croisement de l'avenue François Gayraud et de l'ancien chemin de la Bollène, en pied du Square des Anciens Combattans. Les principaux désordres s'identifient sur site par :

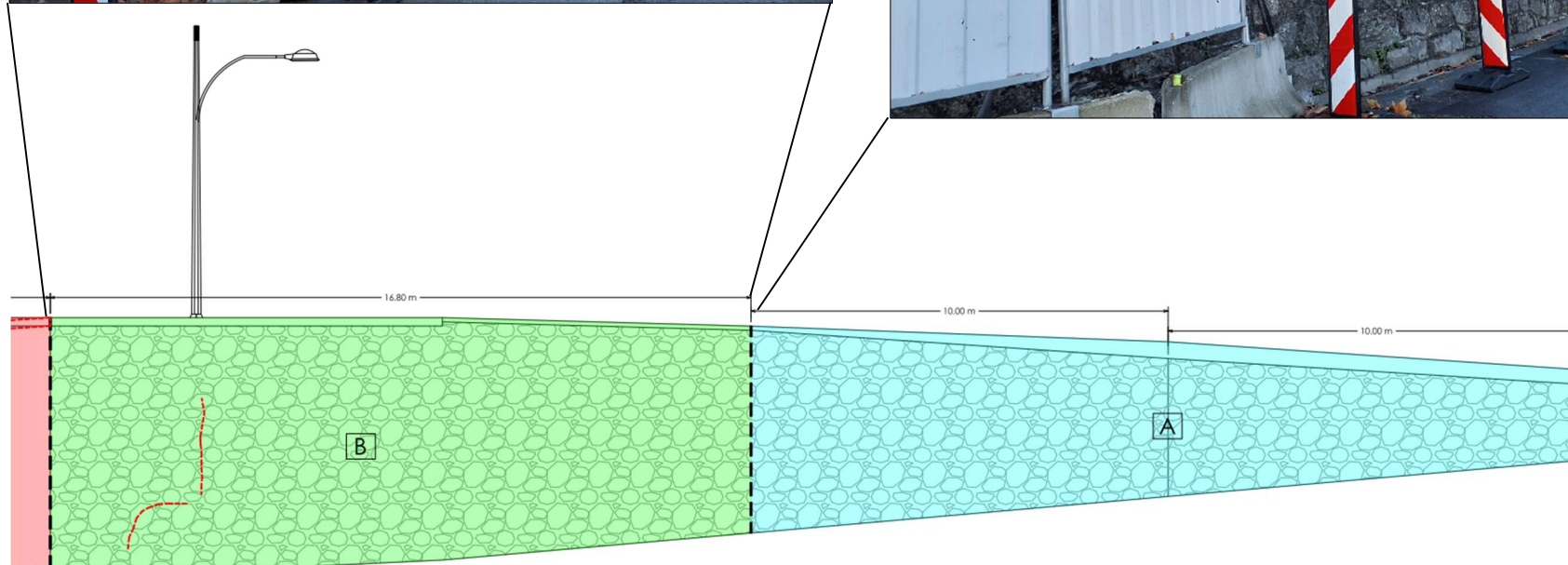
- un éboulement complet du soutènement sur environ 19ml d'extension longitudinale pour 5.8 à 6.3m de hauteur de parement environ à son point le plus haut ;
- un glissement des terres soutenues côté Square jusqu'à une distance de 3.0m du parement, avec fentes de tension se propageant jusqu'à 4.5 à 5.0m du parement ;
- une déformation des tronçons de parement non-effondrés aux extrémités de la zone glissée, avec identification de fissures récentes jusqu'à 1.5 à 2.5m de distance des extrémités de la zone glissée ;
- une déformation en ventre avec fissuration forte du tronçon de parement non-effondré côté Est de la zone d'étude ;
- un endommagement probable de certains ouvrages de soutènements contigus (vers l'aval notamment) et équipements électriques présents dans la zone.

Les photographies et croquis qui suivent illustrent ces éléments :



*Photographies générales de la zone sinistrée*

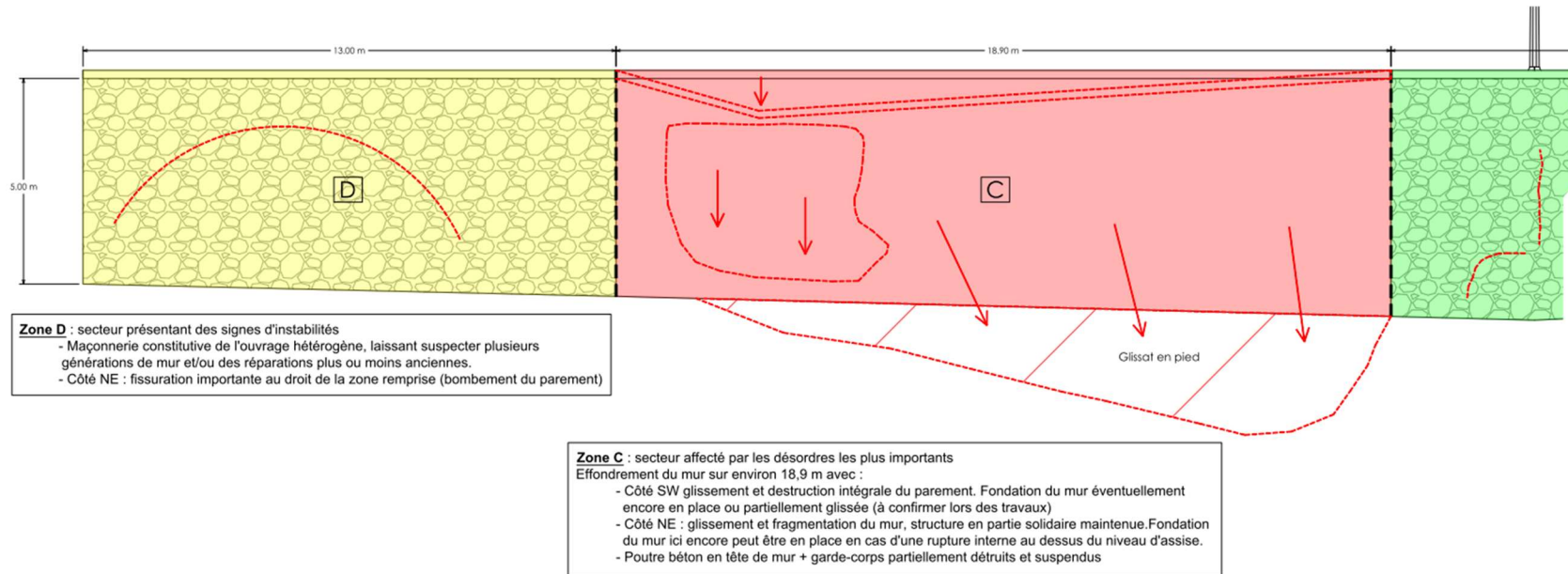
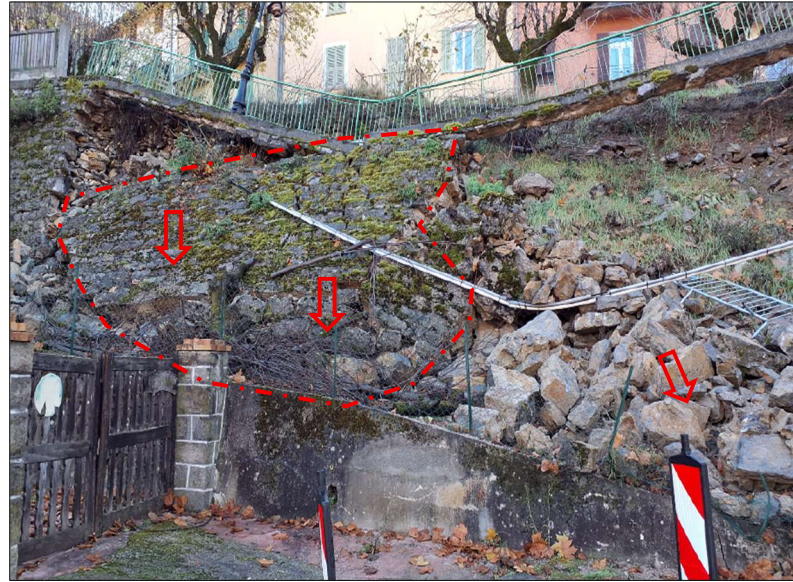
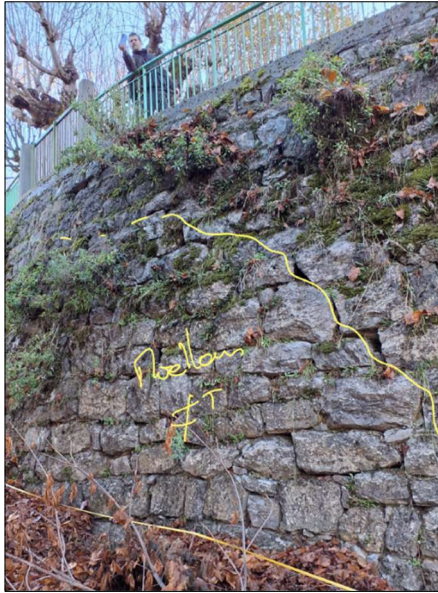




**Zone B** : secteur présentant des fissures "récentes" côté NE  
en pied de Pylône éclairage public

**Zone A** : secteur ne présentant pas de désordres notables récents





*Représentations schématiques des principaux désordres constatés sur site*



## 1.5 - Rappel AVP - Bibliographie

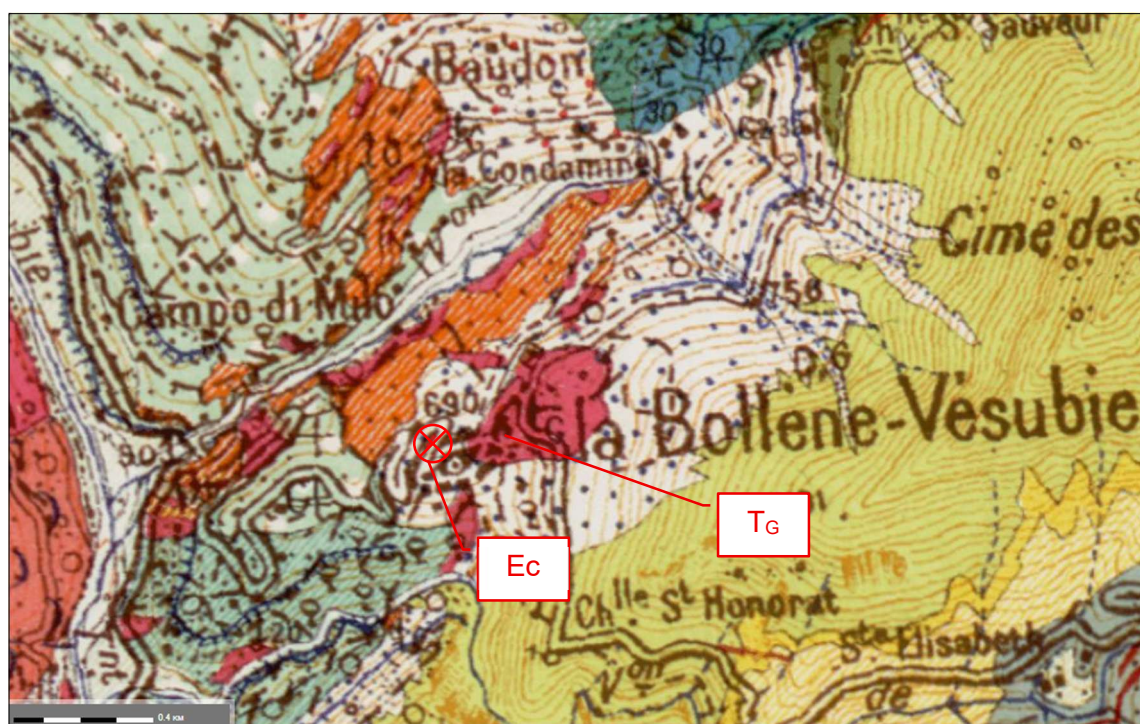
### 1.5.1 - Risques naturels

Les risques naturels identifiés recensés au voisinage de la zone d'étude comprennent :

- **inondation - remontée de nappe** : zone non exposée à ce risque ;
- **inondation - débordement de rivière** : zone non exposée à ce risque ;
- **retrait / gonflement des argiles** : zone non exposée à ce risque ;
- **cavités** : zone non exposée à ce risque. A noter que l'aléa cavité ou dissolution reste tout de même réputé non-nul au regard de l'identification de débris de gypse dans les éboulis échantillonnés en carottage et la présence de lambeaux de matériaux triasiques gypseux à l'Est du village (cf. carte géologique) ;
- **sismicité** : zone 4 – aléa moyen (échelle 4 sur 5) ;
- **mouvements de terrain** : aucun PPR n'a été approuvé sur la commune.

### 1.5.2 - Contexte géologique

D'après la carte géologique de « SAINT MARTIN - VESUBIE » du BRGM, le site d'étude s'inscrirait au sein des éboulis fixés généralement anciens, localement à gros éléments (Ec). On notera que la partie Haute du Village s'inscrit au sein d'un horizon géologique daté du Trias composé de gypses et cargneules (T<sub>G</sub>).



Extraits carte géologique 1/50000° - BRGM

## 1.6 - Contexte hydrogéologique

Considérant la topographie de la zone d'étude et l'urbanisation du secteur aucun aquifère libre au sens premier du terme n'est réputé exister dans les terrains de couverture soutenus par le mur effondré. En partie supérieure du terrain, ces derniers sont présumés intermittents et liés à l'infiltration des eaux en période d'intempérie.

Des écoulements quasi-permanents à permanents ne sont quoi qu'il en soit, pas exclus en profondeur au sein des éboulis de pente à la faveur de niveaux présentant de forts contrastes de perméabilité.

## 1.7 - Projet de confortement

Tel qu'évoqué précédemment, les aménagements comprendront a minima des travaux curatifs destinés à la reconstruction du mur de soutènement effondré et éventuellement à des travaux de confortements préventifs au voisinage de cette dernière.

Les caractéristiques dimensionnelles remarquables de la zone d'étude sont globalement les suivantes :

- longueur de mur délimitant le contour du Square : environ 60 m ;
- hauteur de mur délimitant le contour du Square : environ 2.0 en extrémité Ouest, et 6.3m à son point haut ;
- longueur de mur effondrée : environ 19ml ;
- hauteur caractéristique du mur dans la zone effondrée : environ 5.8 à 6.3 m.

La photographie ci-dessous illustre à toutes fins utiles l'état initial du mur avant effondrement :



*Photographie du mur de soutènement de 2014 avant sinistre (source Google Maps)*

## 1.8 - Zone d'influence géotechnique (ZIG)

La ZIG correspond au volume de terrain au sein duquel il y a interaction entre d'une part l'ouvrage ou l'aménagement de terrain et d'autre part l'environnement (sols, ouvrages, aménagements de terrains ou bien environnants). La forme et l'extension de cette zone sont spécifiques à chaque site et à chaque ouvrage ou aménagement de terrain. La ZIG comportera donc le site augmenté de l'ensemble des mitoyens et avoisinants proches.

La ZIG englobe ainsi à l'amont :

- les habitations existantes au Sud du Square ;
- le Square et l'ancien chemin de Bollène ;
- le volume de terrain soutenu par l'ouvrage de soutènement et localement déjà éboulé ;
- le prolongement de l'ouvrage de part et d'autre de la zone éboulée ;

A l'aval :

- l'avenue François Gayraud au Nord ;
- les réseaux secs et humides transitant sous voirie ;
- les divers mur de soutènement situés côté Nord (type parcelles OC n°0538 et 0537).

**Nous rappelons à toutes fins utiles que la liste ci-dessus n'est fournie qu'à titre informatif et n'a pour vocation que l'illustrer l'ampleur de la zone d'influence géotechnique des travaux.**

A noter qu'un constat d'huissier est à mener au démarrage des travaux pour établir un état des lieux initial des constructions proches (bâtiments, voiries, etc). Les éventuels désordres préexistants devront être instrumentés (type pose jaunes à vernier sur fissures existantes, prismes topographiques, etc). Ces mesures devront permettre de fiabiliser le suivi géotechnique observationnel et lever toute ambiguïté en cas litige.

Il vient ainsi naturellement que les travaux spéciaux et terrassements devront être menés à l'aide d'engins et d'outils permettant de maîtriser les vibrations, que les avoisinants et que l'ouvrage en construction devront être auscultés, que les travaux seront étudiés et suivis par une mission G3 à la charge de l'entrepreneur et que les travaux seront suivis par une supervision géotechnique d'exécution G4 à la charge du maître d'ouvrage



## CHAPITRE 2 - SYNTHESE GEOTECHNIQUE

### 2.1 - Investigations

#### 2.1.1 - Essais in situ

Les investigations réalisées par le prestataire ERG GEOTECHNIQUE (réf. 25ng150Aa du 23/12/2025) dans le cadre de la mission G5/G2AVP ont compris :

- **3 sondages pressiométriques** (SP1 à SP3) menés entre 10 et 15m de profondeur avec essais tous les mètres ;
- **1 sondage carotté**, nommé SC1, réalisé à l'amont et mené jusqu'à une profondeur de 15 m ;
- Les sondages SP2 et SC1 ont été équipés de **sondes piézométriques automatiques**.

L'implantation des sondages est présentée en annexe 2 rapport.

#### 2.1.2 - Essais de laboratoire

Par ailleurs, **trois échantillons intacts**, EI1, EI2 et EI3, ont été prélevés dans le sondage carotté SC1, entre 1,0 et 2,0 m, entre 3,0 et 4,0 m et entre 4,0 et 4,8 m respectivement.

Le programme d'essais de laboratoire réalisé sur ces échantillons a compris 2 classifications de sol au sens NF P1-330, incluant pour chacune 1 mesure de la teneur en eau naturelle, 1 analyse granulométrique par tamisage, 1 mesure de la valeur de bleu de méthylène.

Nota : Compte tenu de la nature et de la granulométrie des sols échantillonnés en carottage, l'essai de cisaillement consolidé drainé prévu dans la consultation n'a pu être réalisé. Ce dernier a été par conséquent substitué par une classification de sol au sens NF P11-330.

### 2.2 - Lithologie

La succession lithologique prise en considération au stade est la suivante (ordonnée de haut en bas) :

#### **Horizon H0 : Remblais et/ou éboulis indifférenciés peu compacts**

**Nature** : les sols identifiés correspondent à des remblais et/ou des éboulis indifférenciés sablo-limoneux à sablo-argileux, plus ou moins riches en cailloux et blocs, de teinte ocre/beige à grisâtre.

**Épaisseur** : assez variable à l'échelle du site avec une épaisseur de l'ordre de 4.5 à 5.3m au niveau du square amont (SP1/SC1), et de l'ordre de 4.0m au niveau de l'avenue en pied de mur (SP2/SP3).

A noter que la base des remblais proposée sur les PV de sondage semble essentiellement associée à l'amélioration de caractéristique mécanique identifiée dans les sondages pressiométriques en profondeur et à une baisse significative de vitesse d'avancement en forage plutôt qu'à une transition stratigraphique majeure (cf. photographies de sondage carotté).

Il n'est donc pas exclu que les remblais anthropiques présentent en réalité une épaisseur inférieure aux valeurs présentées sur PV et que les éboulis de pente restent ensuite assez peu compacts jusqu'aux cotes identifiées par ERG GEOTECHNIQUE. La succession lithologique proposée dans ce rapport devra donc être considérée comme interprétative et s'intégrant dans un modèle géotechnique conceptuel du site.

#### **Caractéristiques mécaniques : globalement médiocres à faibles :**

- Pressions limites (PI-p0) comprises entre <0.20 et 0.50MPa pour les franges les plus lâches (7 essais dont 4 jugés ininterprétables), entre 0.50 et 1.0MPa pour les franges peu à modérément denses (4 essais), et localement pouvant atteindre 3.0 à 4.6MPa à la faveur de vestiges anthropiques ou de franges plus grossières (2 essais) ;
- Modules pressiométriques ( $E_M$ ) compris entre <1.0 et 4.9MPa pour les franges les plus lâches (7 essais dont 4 jugés ininterprétables), entre 5.0 et 14.0MPa pour les franges peu à modérément denses (4 essais), et localement pouvant atteindre 87MPa à la faveur de vestiges anthropiques ou de franges plus grossières (2 essais).



## **Horizon H1 : Colluvions de pente et éboulis**

**Nature :** identifiés dans les reconnaissances tel des sables argileux et argiles sableuses, plus ou moins riches en graviers, cailloux et blocs, de teinte ocre/beige à grisâtre. Considérant le mode de dépôt gravitaire de cet horizon, il paraît prévisible que ces sols alternent en profondeur entre franges à dominante grossière et à dominante fine, ce que constatent bien les sondages pressiométriques. Il convient de noter à ce titre que cette formation présente à grande échelle de bonnes caractéristiques mécaniques, mais que des chutes de compacité se constatent en profondeur à la faveur de niveaux plus ou moins lenticulaire à dominante fine. Par ailleurs et tel qu'évoqué précédemment, il nous semble que des débris de gypse sont présent au sein des carottes, ce qui pourra du reste être à l'origine de phénomènes d'altération préférentielle en profondeur à la faveur de zones accusant des écoulements d'eau transitoires. Il s'agit-là d'une hypothèse.

**Profondeur :** la base de cet horizon ne serait pas reconnue jusqu'à l'arrêt des sondages entre 10 et 15m de profondeur.

**Caractéristiques mécaniques :** globalement moyennes à bonnes :

- Pressions limites (PI-p0) comprises à grande échelle entre 1.3 et 2.5MPa, pouvant chuter jusqu'à 0.40 à 0.60MPa à la faveur de niveaux altérés (4 essais) et croître jusqu'à 3.0 à >4.8MPa à la faveur de niveaux grossiers (9 essais) ;
- Modules pressiométriques ( $E_M$ ) compris à grande échelle entre 10 et 25MPa, pouvant chuter jusqu'à 2 à 5MPa à la faveur de niveaux lenticulaires altérés (4 essais) et croître jusqu'à >50 à >200MPa à la faveur de niveaux grossiers (9 essais).

### **2.3 - Essais de laboratoire**

Les résultats d'essais de laboratoire sont présentés ci-dessous :

ID		Prof. essai	Horizon	Wnat	VBS	Passant %		Dmax	Classe <sub>GTR</sub>
		(m/TA)	-	(%)	(g/100g)	(63µm)	(2mm)	(mm)	
SC1	EI 1.00 à 2.00	1.00-1.30	H0	5.3	0.10	8.6	18.6	63	D3
SC1	EI 3.00 à 4.00	3.00-3.50	H0	2.7	0.10	1.8	6.7	63	D3

Les essais de laboratoire rendent compte de matériaux essentiellement sablo-caillouteux insensibles à l'eau disposant de très peu de fraction fine, ce qui correspond bien à la description visuelle faite en sondage. Ces matériaux se classeraient D3 au sens NF P11-300 ce qui devrait permettre d'en envisager une valorisation partielle en remblai drainant à l'arrière du parement (sous réserve d'une sélection et d'un criblage approprié lors des mouvements de terre en déblai).

### **2.4 - Contexte hydrogéologique**

Tel qu'évoqué précédemment considérant la topographie de la zone d'étude et l'urbanisation du secteur, aucun aquifère libre au sens premier du terme n'est réputé exister dans les terrains de couverture soutenus par le mur effondré. En partie supérieure du terrain, ces derniers sont présumés intermittents et liés à l'infiltration des eaux en période d'intempérie.

Des écoulements quasi-permanents à permanents ne sont quoi qu'il en soit, pas exclus en profondeur au sein des éboulis de pente à la faveur de niveaux présentant de forts contrastes de perméabilité. Le suivi piézométrique qui sera réalisé sur site permettra d'affiner cette description.

**Nous rappelons que l'étude hydrogéologique du site et l'étude de gestion des eaux pluviales sort du scope de la mission SARL TERZATEC.**

### **2.5 - Sismicité**

Référentiel : Eurocode 8

Zone de sismicité : aléa moyen – zone 4 ( $a_{gr} = 1.6m/s^2$ )

Catégorie d'ouvrage : II ( $\gamma_I = 1.0$ )

Classe de sol : B ( $S = 1.35$ )

Amplification topographique : non ( $S_T = 1.0$ )

Facteurs sismiques :  $r = 1.0$ ,  $k_H = 0.220$ ,  $k_V = +/- 0.110$

## CHAPITRE 3 - RAPPEL - DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE

### 3.1 - Rappel - Identification des désordres

Tel que nous l'avons présenté précédemment les principaux désordres affectant le mur s'identifient sur site par :

- un éboulement complet du soutènement sur environ 19ml d'extension longitudinale pour 5.8 à 6.3m de hauteur de parement environ à son point le plus haut ;
- un glissement des terres soutenues côté Square jusqu'à une distance de 3.0m du parement, avec fentes de tension se propageant jusqu'à 4.5 à 5.0m du parement ;
- une déformation des tronçons de parement non-effondrés aux extrémités de la zone glissée, avec identification de fissures récentes jusqu'à 1.5 à 2.5m de distance des extrémités de la zone glissée ;
- une déformation en ventre avec fissuration forte du tronçon de parement non-effondré côté Est de la zone d'étude ;
- un endommagement probable de certains ouvrages de soutènements contigus (vers l'aval notamment) et équipements électriques présents dans la zone.

### 3.2 - Rappel - Causes et mécanismes probables à l'origine du sinistre

Considérant les éléments à notre disposition, les mécanismes probables à l'origine des désordres nous semblent multifactoriels et associés :

- pour les causes **géotechniques** :
  - o à la présence de remblais et éboulis de pente peu compactes sur l'ensemble de la hauteur soutenue, peu ou pas cohérents, impliquant le développement d'une poussée de terre marquée, du reste fortement dépendante du fruit du parement de l'ouvrage et donc de toute amorce de rotation ;
  - o à la présence de remblais et éboulis de pente peu compactes en pied du soutènement, impliquant un taux de travail mobilisable plutôt faible et un sol d'assise vulnérable à des tassements différentiels, notamment dans un contexte de résultante de charge inclinée et excentrée ;
  - o à l'existence d'éléments de gypse épars dans les éboulis de pente (cf. SC1) pouvant favoriser le développement de zones d'altérations préférentielles en profondeur et donc les tassements différentiels sous ouvrage ;
- pour les causes **structurelles** :
  - o à un ouvrage maçonné ancien ayant certainement fait l'objet de réparations historiques et d'une réhausse de la plate-forme soutenue, présentant une structure irrégulièrement altérée (joints parfois absents) ;
  - o à un ouvrage poids accusant des déformations certainement anciennes, se matérialisant par exemple par un tassement différentiel du pied de parement (cf. photographie 20214 ci-après), par une amorce de rotation et éventuellement de translation (il s'agit là d'une hypothèse) ;
  - o à une fissuration du parement antérieure au sinistre, représentant l'expression structurelle de déformations et d'effets de voute dans l'ouvrage, donc témoignant d'une vulnérabilité exacerbée aux actions extérieures (poussées des terres, poussées hydrostatiques, circulation de véhicule, etc.) ;
  - o à une désorganisation et dégradation de l'appareillage interne du parement dans le temps (il s'agit là d'une hypothèse) ;



*Photographie 2014 antérieure au sinistre (source : GoogleMaps)*

- pour les causes **externes** :
  - A des écoulements d'eau intermittents au sein des terres soutenues, associées à une infiltration au droit de la plate-forme amont ;
  - Au développement d'une végétation sur le parement, dont le réseau racinaire est traditionnellement réputé nuisible pour l'ouvrage et son système de drainage (occlusion des barbacanes) ;
  - A une zone d'influence géotechnique amont et aval présentant un certain nombre de facteurs de risque, tel que :
    - le stationnement de véhicules légers en partie sommitale, participant à l'augmentation de la poussée des terres ;
    - la réalisation de travaux VRD plus ou moins récents au droit de l'avenue François Gayraud, pouvant avoir sensiblement dégradé la stabilité locale du pied de parement.

A noter que cette liste ne correspond pas à une hiérarchisation des causes probables mais aux principaux mécanismes pouvant avoir participé au sinistre.

### **3.3 - Rappel - Bilan**

Outre la vétusté du mur et le développement prévisibles de certaines pathologies pour un ouvrage de ce type, l'effondrement semble essentiellement attribuable à un défaut de stabilité externe et interne du soutènement. Ces mécanismes sont certainement amorcés depuis un certain nombre d'années et ont été aggravé par des facteurs extérieurs récents. La stabilité d'ensemble n'apparaît quant à elle pas ou peu mise en cause dans l'occurrence du sinistre (pour un mécanisme de rupture contournant l'ouvrage par son pied).

Les solutions curatives pourront donc consister :

- Soit en une **reconstruction d'un ouvrage poids en béton armé** (type cantilever) avec doublage pierre du parement, ceci afin d'homogénéiser la finition architecturale. Considérant les hauteurs en jeu (5.5 à 6.3m dans la zone effondrée), cette solution impliquerait le recours à un terrassement de masse de grande ampleur en déblai vers l'amont afin d'insérer un ouvrage neuf ancré dans les éboulis compacts (H2) puis la reconstitution des terres en phase définitive.

Nous pouvons remarquer en ordre de grandeur qu'un ouvrage cantilever reconstruit en lieu et place de l'existant pourrait nécessiter une semelle de l'ordre de 3.5 à 4.5m de largeur ( $\approx 0.6$  à  $0.7H_{\text{soutenu}}$ ) afin de couvrir l'ensemble des justifications géotechniques statiques et sismiques.

L'insertion de la semelle d'un tel ouvrage interférerait toutefois fortement avec les tronçons contigus de mur non-effondrés, comme avec les bâtiments avoisinants délimitant le contour de la place vers l'Est, ce qui pourrait impliquer la réfection d'un tronçon de mur beaucoup plus large que la zone de glissement actuelle comme le recours à un soutènement spécial permettant de verticaliser le front de terrassement à l'amont.

- Soit en un soutènement spécial consistant en une **paroi clouée avec parement béton armé projeté** sur coffrage perdu. L'existence de matériaux de faible compacité en pied de soutènement et les déformations pré-existantes constatées (cf. photographie 2014) amèneraient à pré-fonder le parement sur une série de micropieux verticaux. Cette solution comprendrait également un doublage en pierre.

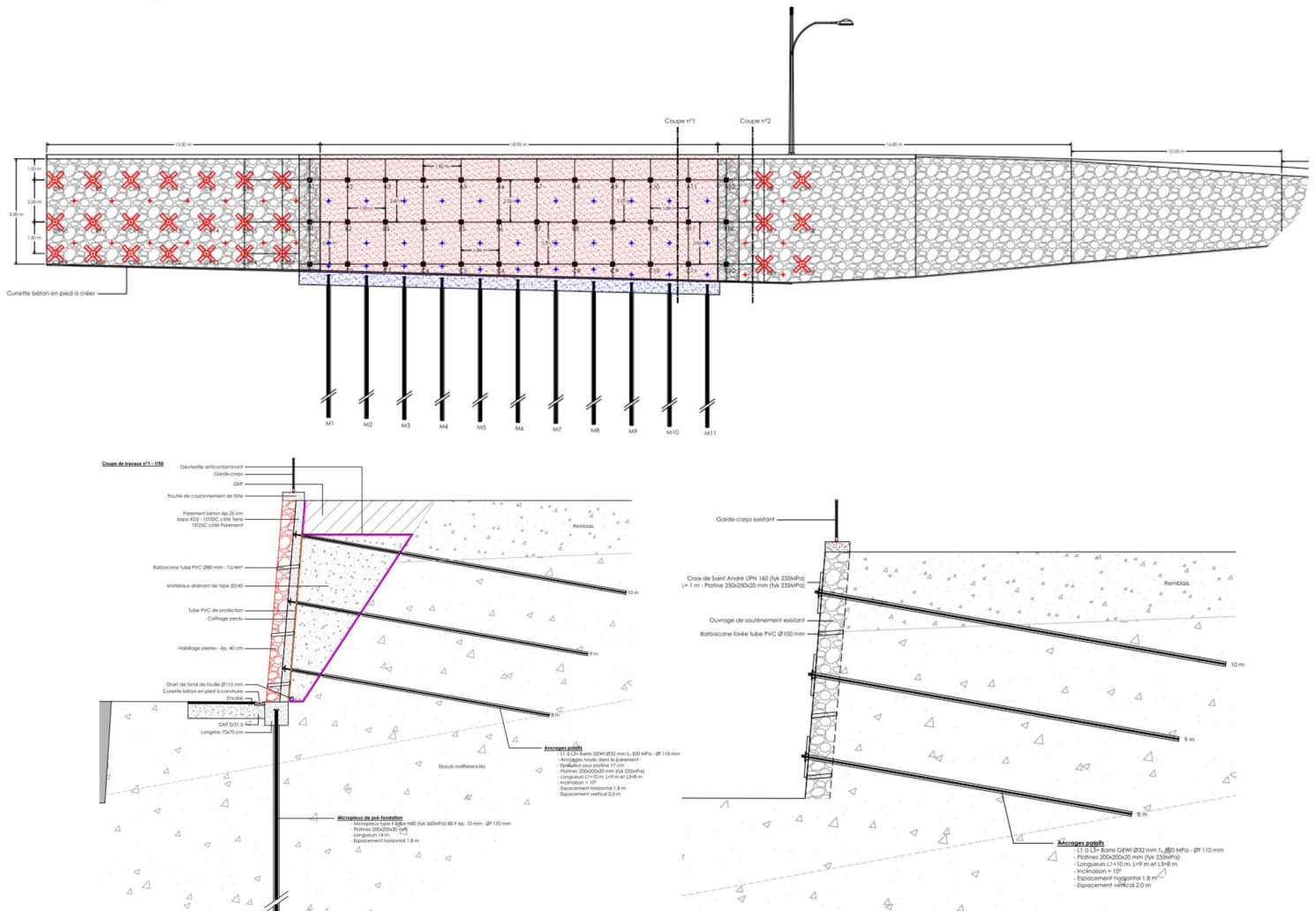
A la différence de la solution cantilever qui précède, cette solution aurait l'avantage de notablement minorer le volume de déblai nécessaire à la réalisation des travaux. A ce titre, la verticalisation du front de taille en déblai en direction du Square pourrait être envisageable moyennant un gunitage préalable des terres et un phasage de travaux adapté.

Le sinistre ayant provoqué une déformation, une fissuration et désorganisation interne du mur aux deux extrémités de la zone glissée, l'extension du confortement devra intégrer une sur-largeur latérale avec démontage soigneux des tronçons conservés. Cette disposition impliquera l'ajout de clous et croix de Saint André aux extrémités de la zone confortée.

Pour chacune de ces solutions, les travaux devront inclure le démontage du mobilier urbain et la démolition soigneuse des garde corps suspendus dans le vide en tête du soutènement.

**Au regard des aléas géotechniques, des enjeux en surplomb, des considérations de phasage et financières des travaux, nous recommandons préférentiellement la solution de paroi clouée. Cette technique permettrait du reste d'envisager des traitements préventifs (optionnels le cas échéant) au droit des tronçons de mur non-effondrés vers l'Est, ce qui méritera l'arbitrage du Maître d'Ouvrage.**

Les figures ci-dessous illustrent à toutes fins utiles le mode de travaux étudié au stade PRO :





## CHAPITRE 4 - ETUDE DES SOUTÈNEMENTS

### 4.1 - Principe de confortement

#### 4.1.1 - Généralités

Le design PRO du confortement sera le suivant :

- **Massif de sol cloué :**
  - 3 rangées de clous, L1, L2 et L3, de longueurs respectives 10m, 9m et 8m ;
  - Espacement horizontal et vertical : 1.8m et 2.0m ;
  - Diamètre de forage et inclinaison : 110mm et 10°/H ;
  - Barres pleines HA32  $f_{yk}$ 500MPa, avec manchonnement jusqu'au coffrage perdu ;
  - Platines type : 200 x 200 x 20mm  $f_{yk}$ 235MPa.
- **Pré-fondation de longrine de pied :**
  - 1 rangée de micropieux type II, L : 14m ;
  - Armature N80 88.9/10mm  $f_{yk}$ 560MPa ;
  - Platines type 200x200x30mm  $f_{yk}$ 235MPa ;
  - Espacement horizontal : 1.8m ;
  - Diamètre de forage : 170mm ;
  - Inclinaison : verticale ;
  - Longrine de pied : largeur 0.70m env. (dimensionnement à réaliser au stade EXE) ;
- **Gunitage provisoire des talus – béton projeté fibré (fibres métalliques) :**
  - Epaisseur gunitage : 15cm ;
  - Type : béton projeté fibré - fibres métalliques type DRAMIX RC65/35-BN
  - Dosage fibres : 25kg/m<sup>3</sup> projeté par voie humide ;
- **Parement tronçon central effondré - béton projeté, doublage pierre :**
  - Epaisseur béton armé : 25cm, platines noyée (épaisseur sous plaque : 17cm) ;
  - Ferrailage parement type 1ST50C côté terre, 1ST25C côté air, classe d'exposition XD2 ;
  - Finition parement béton projeté : brut ;
  - Epaisseur du doublage en pierres : 40cm minimum ;
- **Parement tronçons latéraux non-effondrés - croix de Saint-André :**
  - Croix de Saint-André : type UPN160  $f_{yk}$ 235MPa, L = 1m (y/c soudure et peinture anticorrosion), **ou équivalent forgé pour finition architecturale** ;
  - Platine : type 250 x 250 x 20mm  $f_{yk}$ 235MPa.

#### 4.1.2 - Particularités

Pour une meilleure intégration paysagère, un doublage en pierre sera réalisé devant le parement béton projeté. D'une épaisseur minimale d'environ 40cm, il prendra appui sur le débord de longrine pré-fondée et présentera une finition équivalente aux murs contigus. La valorisation des pierres de parement existantes supposera une sélection soignée lors de la phase de déblaiement, avec retaille des gros éléments dépassant le gabarit du doublage en pierre.

A noter que l'épaississement du doublage en pierre jusqu'à 60cm permettrait certainement de valoriser un volume supérieur de pierres existantes, ce qui aura un impact défavorable sur le dimensionnement des micropieux. Une hypothèse de 40cm est préférée au stade G2PRO.

Le parement sera projeté sur un coffrage perdu et le vide arrière sera remblayé par un matériau drainant auto-compactant (type ballast 20/40mm, ou équivalent grave liquide). Le fruit donné au coffrage et parement béton projeté sera adapté de façon que le futur ouvrage se raccorde à l'existant. Nous rappelons à ce titre qu'une déconstruction soignée des extrémités de la zone glissée aujourd'hui sera nécessaire lors des travaux (estimée de 1ml minimum au stade PRO, à redéfinir au cas par cas lors des travaux en fonction de l'endommagement constaté).

En fonction de la destination de la plate-forme soutenue (espace vert, zone de stationnement VL, etc.), les derniers 50cm à 70cm mériteront l'apport de matériaux d'une différente nature (type GNT 0/31.5mm, puis finition stabilisée ou revêtement bitume, ou équivalent).

Bien que la densification soigneuse des matériau remblayés soit requise (type q4 95% $\rho_d$  OPN en partie inférieure de remblai, q3 98.5% $\rho_d$  OPN en partie supérieure suivant exigences NF P98-331), il convient quoi qu'il en soit de noter que des déformations différées de ce volume de remblai sont prévisibles post-travaux.

Nous recommandons donc que les revêtements définitifs du square soient sensiblement différés dans le temps après fin des travaux, ceci afin d'anticiper le développement de tassements résiduels qui pourraient dégrader les finitions et la planéité de la plate-forme soutenue.

#### 4.1.3 - Drainage

Le drainage de l'ouvrage sera assuré par un réseau de barbacanes installé au sein du parement béton (maillage type 1u/4m<sup>2</sup>), par la mise en œuvre d'un massif drainant à l'arrière (soigneusement emballé dans un géotextile anti-contaminant), par la mise en œuvre d'un drain routier longitudinal en pied côté terre avec exutoire gravitaire en pied de mur et par une cunette bétonnée en pied de parement. La définition du(des) exutoire(s) des eaux captées sort du scope de la mission TERZATEC.

Au droit des tronçons de mur non-effondrés, des barbacanes seront créées par carottage au travers le parement maçonné (maillage type 1u/4m<sup>2</sup>).

**Nota :** le gunitage préalable réalisé dans le cadre des travaux de terrassement devra au même titre être régulièrement carotté et équipé de barbacanes (type 1u/4m<sup>2</sup>) afin d'éviter que cet élément vienne faire barrage aux écoulements d'eau souterraines.

### 4.2 - Hypothèses de calcul

#### 4.2.1 - Modèle géotechnique

Le modèle géotechnique défini au stade PRO se base sur notre expérience du secteur, sur les investigations géotechniques menées, et sur un rétro-calage des paramètres de cisaillement :

ID	Lithologie	$\gamma_h$	$c'$	$\varphi'$	$Q_{s_{clou}}$	$Q_{s_{MPx II}}$
		(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(°)	(kPa)	(kPa)
H1	Terre végétale	18	2	28	.	.
	Remblais / éboulis indifférenciés	20	2	34	100	.
H2	Eboulis compacts	21	5	34	.	150
Rx	Mtx d'apport drainants	22	0	35	.	.

Les valeurs de contrainte de frottement latéral unitaire devront être vérifiées via la réalisation d'essais de traction de conformité au stade EXE.

**Le modèle géotechnique précédent devra être confirmé dans le cadre des missions géotechniques d'exécution (G3) et de supervision d'exécution (G4), conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique NF P 94-500.**

#### 4.2.1 - Hydrogéologie

Tel qu'évoqué précédemment aucun niveau hydrostatique ne sera pris en compte dans les justifications. L'ouvrage de soutènement méritera quoi qu'il en soit la réalisation d'un drainage soigneux tel que présenté au §4.1.3.

#### 4.2.2 - Corrosion

Les ancrages et micropieux seront considérés comme définitifs et calculés en prenant en compte une durée de vie de 75 ans (soutènement routier).

Les ancrages envisagés seront des barres pleines de haute limite élastique ( $f_{y,k} = 500\text{MPa}$ ). L'épaisseur sacrifiée à la corrosion sera définie selon la NF P94-270 d'octobre 2020, **soit 3.30mm**.

Les micropieux envisagés seront de type pétroliers N80 ( $f_{y;k} = 560\text{MPa}$ ). L'épaisseur sacrifiée à la corrosion sera définie selon la NF EN 1993-5, soit **2.5mm**.

#### 4.2.3 - Surcharges

L'ébauche dimensionnelle proposée au stade AVP intègre :

- une charge répartie transitoire de 10kPa en tête de parement (côté Square) ;
- une charge répartie transitoire de 10kPa en pied de parement (ancien chemin de la Bollène et avenue François Gayraud).

#### 4.2.4 - Sismique

Les hypothèses sismiques prises en compte dans la justification sont les suivantes :

- les coefficients de poussée et butée des terres sont calculés à partir de la relation de Monobe-Okabe (cf. NF EN1998-5) pour des sols supposés en état de poussée active ;
- les charges transitoires (circulation) sont considérées non concomitantes à l'action sismique. Elles seront donc ramenées à 0kPa ( $\psi_{E,i} = 0$ ) ;
- aucune pression hydrodynamique ne sera prise en compte dans le modèle ( $E_{wd} = 0$ ) ;
- facteur sismiques pris en considération :  $k_H = 0.220$  /  $k_V = \pm 0.110$  ( $r = 1.0$  selon §7.3.2.2 NF EN 1998-5).

#### 4.2.5 - Méthodes justificatives

##### 4.2.5.1 - Clouage

Référentiel : NF EN 1997-1 et NF P94-270 d'octobre 2020 ;

Méthode : BISHOP, ruptures circulaires ;

Catégorie d'ouvrage : ouvrage courant ( $\gamma_{R;d} = 1.1$ ) ;

Pondération : jeux de coefficients partiels approche 3 ;

Facteurs de sécurité :  $\gamma_{tan\phi} = 1.25$ ,  $\gamma_C = 1.25$ ,  $\gamma_{Qs} = 1.85$ ,  $\gamma_{R;d} = 1.1$ ,  $\gamma_Q = 1.3$  en situations statiques, et facteurs partiels ramenés à  $\gamma_M = \gamma_{R;d} = 1.0$  en situation sismique (cf. NF EN 1997).

Les justifications de stabilité externe générale seront menées sous logiciel GEOSTAB.

Nota : concernant la stabilité interne, les justifications intègrent un diagramme de pression des terres au repos de forme trapézoïdale d'amplitude  $P_{max} = 0.8.k.y.H$ , d'obliquité nulle au regard de la méthodologie de travaux, de ratio  $P_0/P_a = 1.5 \cdot 0.8 = 1.2$ . Ces hypothèses sont conformes aux exigences NF P94-270.

##### 4.2.5.2 - Micropieux

Référentiel : NF EN 1997-1, NF P94-262 A1

Méthode de calcul : Approche 2 – méthode pressiométrique Ménard -  $\gamma_{qs} = 3.45$  et  $2.42$  respectivement à l'ELS<sub>QP</sub> et ELU<sub>FOND</sub>, pour  $\gamma_{rd1} \cdot \gamma_{rd2} = 2.20$  dans les éboulis compacts H1 et un travail en compression.

##### 4.2.5.3 - Parement béton-armé

Référentiel : NF EN 1992-1.

##### 4.2.5.4 - Longrine béton armé

A dimensionner au stade EXE.

##### 4.2.5.5 - Croix de Saint André

Référentiel : NF EN 1993-1.

### 4.3 - Résultats

Les notes de calcul sont présentées en annexe.

#### 4.3.1 - Stabilité d'ensemble / mixte

Les résultats synthétiques sont rappelés dans le tableau ci-dessous :

Stabilité	Type ELU	F <sub>s</sub>	F <sub>cible</sub>	Bilan
Mixte/interne	Statique	1.03	> 1.0	OK
Ensemble	Statique	1.26	> 1.0	OK
Mixte/interne	Sismique +	1.53	> 1.0	OK
Mixte/interne	Sismique -	1.34	> 1.0	OK
Ensemble	Sismique +	1.24	> 1.0	OK
Ensemble	Sismique -	1.28	> 1.0	OK

#### 4.3.2 - Résistance armatures

$T_{\max} < R_{td}$ , OK.

#### 4.3.3 - Parement

##### 4.3.3.1 - Béton armé

Les efforts au parement calculés sont  $T_0 = 125\text{kN}$ . Les sections d'acier mises en œuvre seront les suivantes (ouverture fissuration 0.2mm, aciers  $f_{yk} = 500\text{MPa}$  – NF EN 1992-1) :

	Section d'acier (cm <sup>2</sup> /m)	
	Côté Terre	Côté Air
Horizontal	4.02	1.88
Vertical	5.03	2.23

Le ferrailage du parement sera par conséquent le suivant :

Ferrailage		
Surfacique	Côté Terre	Côté Air
	1 ST50C (5.03cm <sup>2</sup> /ml)	1 ST 25C (2.57cm <sup>2</sup> /ml)
Renforts	-	-
Parement	Béton C30/37 XD2 Ep. 25cm / Ep. sous platine : 17cm	
Enrobage	Côté Terre : 3cm	Côté Air : 5cm
Platine	Intégrée au parement : 200x200x20mm $f_{yk}235\text{MPa}$	
Ancrage du pied de parement	Raccordement du parement à la longrine de pied	
Longrine	A étudier en phase EXE	

##### 4.3.3.2 - Croix de Saint-André

CROIX - ST ANDRE		
Effort clou ELU	125	kN
$L_{UPN}$	1	m
Effort linéique	62,5	kN/ml
Choix	UPN 160	-
$f_{y,k}/V_{M0}$	235	MPa
$W_{pl}$	35,2	cm <sup>3</sup>
$M_{ED}$	7,8125	kN.m
$\sigma_{m,d}$	221,95	MPa
$f_{y,k}/V_{M0} > \sigma_{m,d}$	ok	-

**Nota :** La géométrie des profils UPN impliquera l'emploi de platines de dimension minimale 250 x 250 x 20mm  $f_{yk}235\text{MPa}$ . Les variantes architecturales (type croix forgées) mériteront une justification au cas par cas au stade EXE.



#### 4.3.1 - Capacité portante micropieux

Considérant les résultantes verticales des ancrages, le poids propre du parement (béton + doublage) et longrine en béton armé, les charges axiales mobilisées par micropieux seront de l'ordre de  $N_{ED} = 255\text{kN}$  et  $344\text{kN}$  respectivement à l'ELS et ELU.

La longueur minimale de scellement des micropieux dans les éboulis compacts H2 s'écrit par conséquent  $L_{Sc\ min} = \text{Max}(3.45*255; 2.42*344)/\pi*0.17*150 = 11\text{m}$ , ce qui amènera à considérer des éléments de longueur totale 14m environ pour une arase inférieure de longrine située vers -0.8 à -1.0m/TA.

**Rappel :** les hypothèses dimensionnelles liées aux clous et micropieux mériteront une confirmation et redéfinition à l'issue d'essais de conformité. Il convient à ce titre de mentionner que la foration des ancrages et micropieux constituera une reconnaissance géotechnique à l'avancement des travaux. L'entrepreneur veillera par conséquent à adapter la géométrie de l'ouvrage au contexte réellement rencontré sur site.

#### 4.3.2 - Déformations

Conformément aux exigences du référentiel NF P 94-270, la justification d'un ouvrage en sol renforcé vis-à-vis des ELS consiste à vérifier que les déplacements de l'ouvrage en sol renforcé et ceux du terrain adjacent restent suffisamment faibles pour permettre à l'ouvrage et, le cas échéant, aux constructions voisines de remplir leurs fonctions prévues.

L'estimation des déplacements maxima est évaluée conformément aux relations empiriques proposées dans la norme NF P94-270. Pour le projet, l'ampleur des déformations est estimée entre 1.0 et 2.0cm environ.

**On notera que cette estimation postule une exécution soignée des travaux de terrassement en déblai, de gunitage, de clouage, de micropieux, de parement et de remblaiement.**

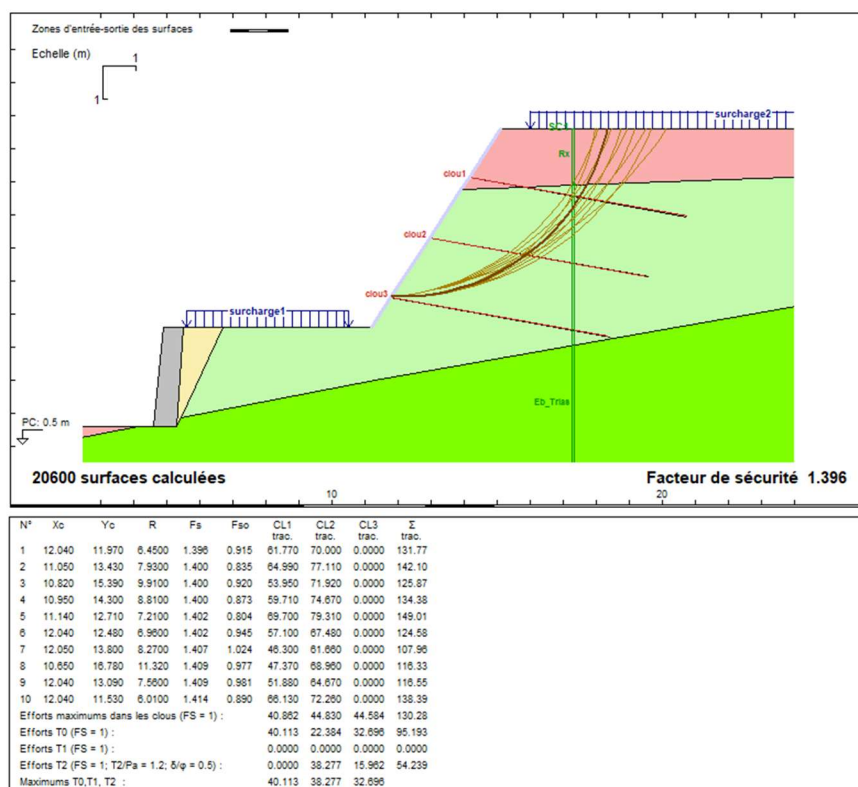
Elle fait naturellement abstraction des mouvements complémentaires (plus ou moins différés) qui pourront être associés à une décompression et glissement des terres lors des travaux (liés à une défaillance de phasage et/ou à des conditions météorologiques externes au chantier).

Ces éléments devront être appréciés dans le cadre du suivi d'exécution à la charge de l'entrepreneur (mission G3), ce qui pourra amener à adaptation de l'ouvrage au cours de l'exécution.

#### 4.3.3 - Gunitage béton fibré

La justification du gunitage projeté fibré est réalisée à l'aide d'un logiciel interne (fiche technique en annexe).

Localisation	Talus provisoires
<b>Epaisseur gunitage</b>	Béton projeté fibré – fibre métalliques type Dramix <sup>R</sup> RC65/35-BN Béton projeté C30/37 XC2 Epaisseur fibrée structurelle : 15cm / Ep. sous platine : 15cm
<b>Finition</b>	Taloche grossier pour éviter fibres métalliques saillantes
<b>Dosage fibre théorique</b>	20kg/m <sup>3</sup>
<b>Dosage fibre majoré retenu</b>	<b>25 kg/m<sup>3</sup></b> (projeté par voie humide – apauvrissement 20%)
<b>Platine</b>	200x200x10mm ; $f_{yk} = 235\text{MPa}$



Un appauvrissement en fibre de 20% a été considéré pour un effort au parement arrondi à T0 = 45kN:

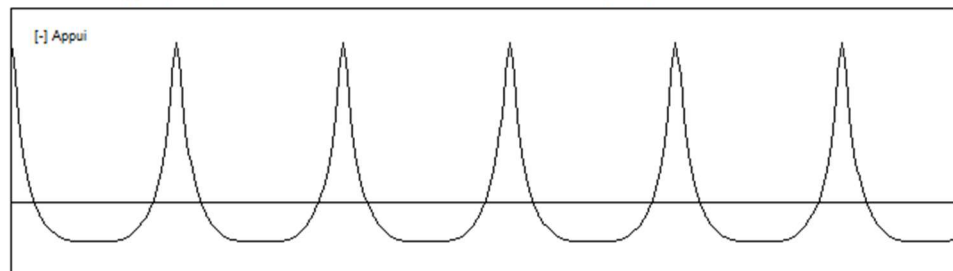
Calcul ELU		Classe béton	C20/25		C25/30		C30/37		C35/45		C40/50	
b =	1 m	Dosage	f <sub>ctm,eq.</sub>		f <sub>ctk,eq.</sub>		f <sub>ctm,eq.</sub>		f <sub>ctk,eq.</sub>		f <sub>ctm,eq.</sub>	
h =	0,15 m		300		300		300		300		300	
I =	0,000281 m <sup>4</sup>		20		25		30		35		40	
v =	0,075 m		2,3		1,6		2,6		1,8		2,8	
T =	45 kN		2,6		2,9		2,0		3,0		2,1	
eh =	1,8 m		2,8		2,0		3,1		2,2		3,2	
ev =	2 m		3,1		2,2		3,4		2,4		2,5	
S =	3,6 m <sup>2</sup>		3,3		2,3		3,6		2,5		3,8	
p =	12,5 kPa		3,5		2,5		4,0		2,8		4,2	
M =	6,25 kN.m/m		3,7		2,6		4,0		2,8		4,4	
I/v =	0,00375 m <sup>3</sup>		4,2		2,9		4,4		3,1		4,6	
M/I/v =	1666,667 kPa		4,6		3,2		4,9		3,5		5,0	
	1,67 MPa											
Dosage de fibre théorique	20 kg/m <sup>3</sup>											
Appauvrissement en fibre :	20,00%											
Dosage de fibre majoré	24 kg/m <sup>3</sup>											
Dosage de fibre retenu	25 kg/m <sup>3</sup>											

La flexion constituant l'élément dimensionnant du gunitage béton fibré, un contre calcul GEOSPAR est mené afin de contrôler le calcul du moment de flexion analytique (sens Ox, sens Oy) :

COUPE AA\* MAXIMUM SUR APPUIS

Moment sur appui (kN.m) = -6.95143

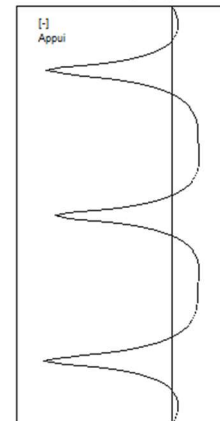
Moment écreté (kN.m) = -5.99632



COUPE CC\* MAXIMUM SUR APPUIS

Moment sur appui (kN.m) = -7.77124

Moment écreté (kN.m) = -6.83054



**Nota :**  $M_{\text{calcul}} = 6.25 \text{ kN.m}$  analytique pour 6.0 à 6.8 kN.m sous logiciel – OK. La fibre tendue côté terre sous appui constituera l'élément dimensionnant du béton fibré.

## CHAPITRE 5 - TERRASSEMENTS

### 5.1 - Phasage de travaux

Considérant ce qui précède, le phasage de travaux pris en compte au stade PRO est le suivant :

- dégagement préliminaire de l'effondrement afin d'assurer l'accessibilité d'une pelle araignée, y/c dépose du mobilier urbain, découpe de la poutre béton effondrée, sélection des pierres de parement réutilisables et retaille des grosses pierres au gabarit adapté (épaisseur cible du doublage 40cm) ;
- mise en sécurité des joues de la zone effondrée par gunitage (type béton fibré ou armé de treillis soudé, épaisseur cible 10-15cm environ) et clouage provisoire, ceci afin de limiter le volume de déblai et l'impact mouvements de terre sur les tronçons de murs non-effondrés contigus. La position altimétrique et l'azimut donné à ces ancrages provisoires devra être compatible avec les clous pourvus de croix de Saint-André mis en place aux extrémités de la zone glissée ;
- gestion de la zone centrale d'effondrement selon trois passes successives descendantes (ht ≈ 1.5 à 2.0m) incluant pour chacune :
  - o le dégagement du reliquat glissé avec reprofilage léger du talus (pente cible 1H/2V à 1H/1V selon tenue des terres avant gunitage) ;
  - o le gunitage de la passe en cours (type béton fibré ou armé de treillis soudé) ;
  - o le clouage de la passe en cours, avec préparation du manchonnage ultérieur des clous jusqu'au futur coffrage perdu ;
  - o la déconstruction soigneuse des murs maçonnés aux extrémités de la zone glissée, y/c sélection des pierres réemployées ultérieurement en doublage ;
  - o la réalisation des ancrages latéraux pourvus de croix de Saint André une fois l'extension spatiale de déconstruction des bouts de mur arrêtée ;
- réalisation des micropieux de fondation et de la longrine en pied de parement ;
- mise en oeuvre du coffrage perdu avec manchonnage des têtes de clous jusqu'au parement, carottage du gunitage provisoire, mise en œuvre du drainage longitudinal en pied, et projection du parement ;
- remblaiement à l'arrière du coffrage jusqu'au niveau du Square selon phasage ascendant avec ballast auto-compactant en partie basse, puis transition en surface finale vers couche de forme GNT ;
- réalisation du doublage en pierre, et des finitions diverses ;
- réalisation de la couche de forme de la voirie à l'aval et du revêtement
- réalisation des revêtements définitifs du square différés dans le temps.

**Rappel** : les hypothèses dimensionnelles liées aux clous, micropieux, parement, phasage, etc. mériteront en tout état de cause une confirmation et redéfinition ou EXE en fonction des résultats d'essais de conformité, de la tenue des terres, etc.

Il convient à ce titre de mentionner que la foration des ancrages et micropieux constituera une reconnaissance géotechnique à l'avancement des travaux. L'entrepreneur veillera par conséquent à adapter la géométrie de l'ouvrage au contexte réellement rencontré sur site.

### 5.2 - Accessibilité et rippabilité

Tel qu'évoqué ci-dessus l'accessibilité à la zone de glissement impliquera l'emploi d'une pelle araignée.

Bien que les mouvements de terre impactent en grande majorité des remblais meubles et éboulis de pente sablo-caillouteuses, l'existence de gros blocs n'est pas exclue. Ces derniers pourront mériter l'emploi d'outils adaptés type BRH au même titre que les vestiges de murs effondrés.

Considérant la présence d'ouvrages sensibles inscrits dans la Z.I.G, l'encadrement de la méthode de terrassement et la maîtrise des vibrations sera impérative lors de travaux afin de prévenir tout désordre sur les avoisinants. L'emploi de dispositifs de mesure de vibration est recommandé sur les avoisinants proches.

### **5.3 - Traficabilité et gestion des eaux**

Au regard du contexte décrit plus haut, aucune difficulté particulière de traficabilité n'est a priori à craindre tant que le revêtement de la voirie à l'aval reste entretenu et régulièrement (avenue François Gayraud et ancien chemin de la Bollène).

Le talus glissé étant essentiellement composé de matériaux sablo-caillouteux classés D3 au sens NF P11-300, le ressuyage des terres devrait a priori être rapide après intempéries et aucune chute notable de portance n'est à attendre. Nous rappelons à ce titre que le front de terrassement de déblai sera gunité provisoirement par passes, ce qui aura pour objet de conjointement confiner les terres, limiter leur érosion et les mouvements pelliculaires au cours des travaux, et sensiblement raidir la pente du talus provisoire.

Afin de limiter l'intrusion d'eau depuis le Square vers la zone de travaux, nous recommandons la mise en œuvre d'un merlon de mortier/béton en partie haute de talus.

### **5.4 - Talutage**

Tel qu'évoqué ci-dessus, le talutage provisoire des terres sera réputé parfaitement synchronisé aux phases descendantes de gunitage et clouage. Nous rappelons que ces mouvements de terre incluront les principales étapes suivantes :

- un dégagement préliminaire de l'effondrement afin d'assurer l'accessibilité d'une pelle araignée, accompagné de la mise en sécurité des joues de la zone effondrée par gunitage (type béton fibré ou armé de treillis soudé, épaisseur cible 10-15cm environ) et clouage provisoire ;
- la gestion de la zone centrale d'effondrement selon trois passes successives descendantes (ht ≈ 1.5 à 2.0m) incluant pour chacune le dégagement du reliquat glissé avec reprofilage léger du talus (pente cible 1H/2V à 1H/1V selon tenue des terres avant gunitage) ;
- le remblaiement à l'arrière du coffrage jusqu'au niveau du Square selon phasage ascendant avec ballast auto-compactant en partie basse, puis transition en surface finale vers de la terre végétale ou couche de forme GNT suivant destination finale de la plate-forme (arbitrage MOA à prévoir).

### **5.5 - Valorisation des produits de déblai**

Considérant les essais de laboratoire réalisés et observations de terrain, les produits de déblai sont réputés se classer :

- Tantôt B5 à C1B5 en tête des talus sous le square, correspondant à des matériaux sablo-caillouteux présentant une matrice fine limoneuse à argileuse. Ces sols sont sensibles à l'eau et ne pourront être valorisés sur site que sous espaces verts ;
- Tantôt D3 au sein des remblais et éboulis indifférenciés identifiés sous le square, correspondant à des matériaux sablo-caillouteux à blocailleux. Ces sols sont réputés insensibles à l'eau et pourront être valorisés sur site en ballast drainant sous réserve d'un criblage préalable (fuseau cible 20/40mm à 40/80mm). Les éventuels passages s'enrichissant en limons et argiles (type C1Bx à C2Bx) seront soigneusement sélectionnés et écartés du réemploi en ballast. Ces franges riches en matrice fine pourront éventuellement être valorisées en espaces verts.

Les produits de déblai ne faisant pas l'objet d'une valorisation sur site seront envoyés en décharge.

### **5.6 - Structure de chaussée aval**

Considérant ce qui précède, le Maître d'ouvrage prévoit la réfection de la demi-chaussée de l'Ancien chemin de La Bollène. Ces travaux comprendront donc successivement le sciage soigneux du revêtement existant, le décaissement de la couche de forme existante et des sols naturels sur environ 50cm d'épaisseur (et tous les reliquats de béton/mortier/maçonnerie associés), la substitution par une couche de forme et structure de chaussée conçue en GNT 0/31.5mm insensible à l'eau et non-gélive.

L'objectif de réception sera PF2 en surface finale ( $EV2 > 50\text{MPa}$ ,  $EV2/EV1 < 2.0$  à  $2.2$ ).

## CHAPITRE 6 - PRECONISATIONS GENERALES

### 6.1 - Drainage

Les modalités de drainage seront les suivantes :

- installation de barbacanes PEHD ( $D \geq 80\text{mm}$ ) dans le parement béton projeté armé suivant maillage moyen  $1\text{u}/4\text{m}^2$ , avec chaussette géotextile ;
- forage de barbacanes PEHD ou métalliques ( $D \geq 80$  à  $100\text{mm}$ ) dans les murs maçonnés contigus à la zone effondrée suivant maillage moyen  $1\text{u}/4\text{m}^2$  ;
- installation d'un drain routier longitudinal de pied avec rejet sur une cunette béton vers un exutoire gravitaire non dangereux pour le projet et avoisinants (définition de l'exutoire hors mission TERZATEC) ;
- mise en œuvre d'un massif de ballast drainant (type fuseau 20/40mm à 40/80mm) emballé dans un géotextile anticontaminant et anti-poinçonnement à l'arrière du parement béton (grammage cible 150 à  $200\text{g}/\text{m}^2$ ) ;
- réalisation d'une cunette bétonnée en pied de parement dans la continuité de la couche de roulement de l'ancien Chemin de la Bollène.

### 6.2 - Dispositions constructives générales

Il convient notamment que l'entreprise veille à ce que :

- aucun vide ne subsiste entre le terrain et le parement quel que soit le mode de réalisation ;
- la liaison entre clou et parement tienne compte des imperfections éventuelles et du positionnement de chaque élément de l'ouvrage. Il convient entre autres que la procédure de mise en place du béton garantisse le contact du dispositif de liaison entre le parement et le clou avec le béton, aussi bien pour un travail des éléments en traction que compression (mortier de calage par exemple, béton projeté par passes afin de prévenir les effets d'ombre lors de la phase de projection) ;
- la continuité du ferrailage soit assurée dans toutes les directions de sollicitations ;
- toutes les précautions nécessaires et prévisibles soient prises vis-à-vis des ouvrages existants avoisinants (type réseaux sous chaussées notamment).

**Nota : Lors des terrassements provisoires et de l'exécution du soutènement, il conviendra d'être particulièrement au respect des délais de séchage nécessaire aux coulis de scellement des ancrages et béton (gunitage) avant poursuite des travaux.**



## CHAPITRE 7 - MAITRISE DES ALEAS RESIDUELS

### 7.1 - Constat contradictoire

Un constat contradictoire initial des lieux et des avoisinants est indispensable avant le commencement des travaux et en fin de chantier. Ceci afin d'établir avec précision les éventuels dommages existants et éviter toute réclamation ultérieure sur des désordres préexistants.

Le dossier de consultation des entreprises devra également prévoir les épreuves de contrôles nécessaires pour la vérification de la bonne exécution des ouvrages :

- Contrôle des coulis et bétons ;
- Contrôle des ancrages ;
- Contrôle des fiches de forage ;
- Contrôle d'implantation et de la géométrie.

Des points d'arrêt devront être définis et respectés pour les étapes de contrôle par le géotechnicien en charge de la mission G4, le contrôleur technique et le Maître d'œuvre.

### 7.2 - Mission de supervision d'exécution

Nous attirons l'attention du Maître d'ouvrage sur la nécessité de suivre les travaux dans le cadre d'une **mission G4** de supervision géotechnique d'exécution qui aura également pour but de donner un avis sur le déroulement de la mission G3.

Cette mission permettra en particulier :

- De valider la mise en œuvre des diverses préconisations techniques définies en phase ETUDE. Ce point comporte notamment :
  - o de contrôler le respect soigneux du phasage de travaux et de sécurisation des enjeux ;
  - o de contrôler les dispositions de ferraillages mises en œuvre par l'entreprise ;
  - o de contrôler les fiches de forage des ancrages ;
  - o de s'assurer de la continuité du dispositif de drainage.
- Adapter si nécessaire les préconisations techniques en fonction des observations effectuées lors de la réalisation des travaux – les adaptations seront soumises au visa du MOE et du contrôle externe. Ce point comporte notamment :
  - o de faire adapter si nécessaire l'implantation de l'ouvrage ;
  - o d'adapter le dispositif de drainage en fonction des venues d'eau ;
  - o de faire adapter la longueur de scellement des ancrages ;
- Reprendre le dimensionnement des ouvrages si un aléa géotechnique devait apparaître lors de la réalisation des travaux et nécessiterait une modification du modèle de calcul respecté en phase ETUDE – ce nouveau dimensionnement serait soumis au visa du MOE et du contrôle externe. La reprise du dimensionnement intervient par exemple lorsque :
  - o la géologie du site présente des anomalies ;
  - o les conditions hydrogéologiques en grand sont modifiées (nappe).

Pour ce point, une révision d'indice de la note d'exécution sera créée pour chaque nouvelle reprise.

- Effectuer ou faire effectuer (en supervisant) les contrôles de réalisation des ouvrages définis en phase ETUDE. Le contrôle portera notamment sur :
  - o les épreuves de contrôle sur le coulis ;
  - o les épreuves de contrôle sur le béton ;
  - o les essais de convenue sur les ancrages et micropieux ;
  - o les essais de contrôle sur les ancrages.

Par ailleurs il est obligatoire que les parois réalisées soient à minima drainées par les principes décrits aux paragraphes qui y sont consacrés. Nous rappelons que les dispositifs de drainage doivent être régulièrement entretenus.

## CHAPITRE 8 - DETAIL QUANTITATIF ESTIMATIF

Au stade de la mission G2PRO, l'estimatif quantitatif prévisionnel se base sur le prédimensionnement qu'il conviendra de confirmer et éventuellement optimiser ou adapter en phase d'exécution. Afin de pallier les aléas des mesures et traitements, les quantités ont été majorées de 10% pour les linéaires et de 20% pour les surfaces pour tenir compte des irrégularités topographiques et vicissitudes géologiques rencontrées lors des travaux. L'estimatif quantitatif prévisionnel ne prévoit pas :

- Le coût de la mission de Maitrise d'œuvre d'exécution et suivi G4 ;
- Les demandes d'autorisations administratives (type demande d'autorisations de travaux, demande de permis de construire, demandes d'autorisations de tréfonds, ou équivalent) – à la charge du Maître d'Ouvrage.

N° DE PRIX	DESIGNATION DES PRESTATIONS	U	QUANTITEES ESTIMEES	PU	MONTANT €
<b>100 - POSTES GENERAUX</b>					
101	Installation de chantier - Amenée et repli des équipes et du matériel spécifique, y/c protection des revêtements, gestion des déchets de chantier	F	1		
102	Etude d'exécution, plans d'exécution, suivi d'exécution, gestion du PAQ, PPSPS et Dossier des Ouvrages Exécutés	F	1		
103	Implantation, piquetage	F	1		
104	Constat d'huissier	F	1		
105	Plan topographique	U	1		
106	Instrumentation topographique, et vibratoire des avoisinants	F	1		
<b>SOUS-TOTAL 100</b>					- €
<b>200 - PREPARATION DU SITE</b>					
201	Mise en sécurité provisoire du chantier et des enjeux	F	1		
202	Détection des réseaux enterrés	F	1		
203	Protection des avoisinants, espaces publics et des tiers à proximité des zones de travail	F	1		
204	Démontage soigneux du parement existant, y/c sélection des pierres réutilisables et taille des gros éléments	F	1		
205	Travaux de débroussaillage et évacuation des déchets verts	F	1		
<b>SOUS-TOTAL 200</b>					- €
<b>300 - TRAVAUX DE TERRASSEMENT</b>					
301	Terrassement en déblai de matériaux toute nature, y/c sélection des pierres de parement et taille des gros éléments	F	1		
302	Evacuation de matériaux toute nature et envoi en décharge	F	1		
303	Approvisionnement et mise en œuvre de remblai drainant - ballast 20/40mm	m³	292		
<b>SOUS-TOTAL 300</b>					- €
<b>400 - TRAVAUX DE CONFORTEMENT</b>					
401	Gunitage béton fibré du front de terrassement provisoire - fibres métalliques 25kg/m³	m²	198		
402	Ancrages passifs - barres pleines HA32 Fe500, Df110mm, y/c manchonnage jusqu'au parement en zone effondrée	ml	624		
403	Platines ancrages passifs - 200 x 200 x 20mm Fe235	U	72		
404	Micropieux de pré-fondation - type II (scellement IGU), tube N80 88,9/8, Df170mm	ml	182		
405	Platines micropieux de pré-fondation - 200 x 200 x 30mm Fe355	U	11		
406	Béton projeté ferrailé finition brut - Ep 25 cm minimum	m²	132		
407	Longrine de pré-fondation - Ep x ht = 70 x 70 cm minimum	ml	24		
408	Croix de Saint André - 2 UPN 160 Fe235 et platines 250 x 250 x 20mm Fe235	U	27		
408bis	Plus value pour croix de Saint André esthétiques	U	27		
409	Doublage en maçonnerie jointoyée - Ep 40cm	m²	132		
<b>SOUS-TOTAL 400</b>					- €
<b>500 - TRAVAUX DE GESTION DES EAUX</b>					
501	Barbacanes intégrées au voile BP - PEHD 80mm, 1U/4 m²	U	33		
502	Barbacanes forcées au travers de l'existant (carottage) - 1u/4m²	U	20		
503	Drain routier de fond de fouille - type PEHD 110mm	F	1		
504	Aménagement de l'exutoire des eaux de drainage	F	1		
<b>SOUS-TOTAL 500</b>					- €
<b>600 - CHAUSSEE ET GARDE CORPS</b>					
601	Sciage de chaussée existante	ml	32		
602	Décassement de la chaussée existante et évacuation des déblais	m³	36		
603	Approvisionnement et mise en œuvre de couche de forme - GNT 0/31,5mm - 50cm	m³	105		
604	Approvisionnement et mise en œuvre de couche de roulement (ancien chemin de la Bollène) - BBSG - 6cm	m²	50		
605	Remplacement de garde-corps (bordure de Square)	ml	30		
<b>SOUS-TOTAL 600</b>					- €
<b>700 - ESSAIS ET CONTRÔLES</b>					
701	Essai de conformité sur ancrage passif	U	3		
702	Essai de contrôle sur ancrage passif	U	3		
703	Essai de contrôle sur coulis de scellement	F	1		
704	Essai de contrôle sur béton	F	1		
705	Essais de plaque sur couche de forme	F	1		
<b>SOUS-TOTAL 700</b>					- €
<b>TOTAL H.T.</b>					- €
<b>TVA 20%</b>					- €
<b>TOTAL T.T.C.</b>					- €

## **CHAPITRE 9 - ANNEXES**

**ANNEXE N° 01 : EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500**

**ANNEXE N° 02 : RAPPORT D'INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUE**

**ANNEXE N° 03 : NOTES DE CALCUL**

**ANNEXE N° 04 : COUPES DE TRAVAUX ET VUE EN ELEVATION**



**ANNEXE N° 01 : EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500**

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.

#### ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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 :

##### Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- 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.

##### Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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.

- 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).

#### ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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 :

##### Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- 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.

##### Phase Projet (PRO)

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.

- 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.

##### Phase DCE / ACT

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.

- 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, notices 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.



**ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, 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'état 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).

**ANNEXE N° 02 : RAPPORT D'INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES**

# RAPPORT D'INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

## COMPTE-RENDU D'INTERVENTION

COMMUNE DE LA BOLLENE VESUBIE



MUR SQUARE DES HEROS

LA BOLLENE VESUBIE (06450)

INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

N° dossier	25NG150Aa – ABE-VGS	Agence	NICE
A	23/12/2025	5027	A. BRANDIERE
			A. GANDELLI-DESCAMPS
			11+ANN.
			Première diffusion
VERSION	DATE	n° CHRONO	REDACTION
			VERIFICATION
			NB PAGES
			OBSERVATIONS

**TABLE DES MATIERES**

1	CONTENU DE LA MISSION .....	3
1.1	Cadre de l'intervention .....	3
1.2	Localisation du site .....	3
1.3	Moyens mis en œuvre .....	4
2	INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES .....	5
2.1	Sondage carotté .....	5
2.2	Sondages pressiométriques .....	5
	CLASSIFICATION ET ENCHAINEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE .....	6
	CONDITIONS GENERALES .....	8
	ANNEXES .....	11



# 1 CONTENU DE LA MISSION

## 1.1 Cadre de l'intervention

A la demande et pour le compte de la COMMUNE DE LA BOLLENE VESUBIE, la Société ABO-ERG GEOTECHNIQUE a été missionnée pour réaliser des investigations géotechniques suite à l'effondrement d'un mur de soutènement, sur la commune de LA BOLLENE VESUBIE (06).

Cette mission correspond à une prestation d'investigations géotechniques selon la norme NFP 94-500 des missions types d'ingénierie géotechnique (ex-mission G<sub>0</sub>), qui exclut toute forme d'interprétation des résultats obtenus et toute activité d'étude et de conseil.

Le présent rapport constitue le compte-rendu factuel des sondages et essais.

## 1.2 Localisation du site

La zone d'étude se situe à l'amont et à l'aval du mur effondré et du square des héros sur la commune de LA BOLLENE VESUBIE (06).



Figure 1. Localisation de la zone d'étude sur la carte IGN



Figure 2. Photographie de la zone à investiguer

### 1.3 Moyens mis en œuvre

Les investigations géotechniques réalisées par ABO ERG GEOTECHNIQUE en novembre 2025 ont été les suivantes, conformément au CCTP du marché n°2025-05 « Sondages géotechniques dans le cadre de la sécurisation du square des Héros » :

- **un sondage carotté, noté SC1, descendu à 15 m de profondeur**, avec prélèvement de 3 échantillons pour la réalisation d'essais en laboratoire,
- **un sondage destructif descendu à 15 m de profondeur** avec réalisation de 14 essais pressiométriques et enregistrement des paramètres de foration,
- **deux sondages destructifs descendus à 10 m de profondeur** avec réalisation de 9 essais pressiométriques au droit de chaque et enregistrement des paramètres de foration,
- **la mise en place de piézomètres au droit des forages SC1 et SP2**, avec bouches à clés,
- **Des essais en laboratoire sur les échantillons prélevés en SC1** (actuellement en cours).

Les profondeurs des sondages et essais sont données par rapport au terrain actuel (m/TN) tel qu'il se présentait le jour de notre intervention.

L'implantation des sondages a été définie avec le maitre d'œuvre sur site avant le démarrage des sondages.

Le plan d'implantation des sondages et les résultats obtenus figurent en annexe au présent rapport.



## 2 INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

### 2.1 Sondage carotté

Le sondage carotté a été réalisé à l'aide d'un atelier de forage SOCOMAFOR 75 et d'outils de forage de type carottier Ø114 mm avec utilisation d'eau comme fluide de forage.

### 2.2 Sondages pressiométriques

Les sondages pressiométriques ont été réalisés à l'aide d'un atelier de forage SOCOMAFOR 75 et d'outils de forage de type tricône Ø66 mm avec utilisation d'eau comme fluide de forage.

Les essais pressiométriques ont été réalisés suivant le mode opératoire de la norme NF EN ISO 22476-4. Les grandeurs représentatives des caractéristiques mécaniques des sols testés sont le module de pressiométrie  $E_M$  (MPa) et la pression limite nette équivalente  $pl^*$  (MPa).

**Arnaud BRANDIERE**  
Ingénieur Géotechnicien



## CLASSIFICATION ET ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

L'enchaînement des missions contribue à la maîtrise des risques géotechniques en vue de fiabiliser la qualité, le délai d'exécution et le coût réel des ouvrages géotechniques. Tout ouvrage géotechnique est en interaction avec son environnement géotechnique. Le maître d'ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la maîtrise d'œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception puis de réalisation de l'ouvrage.

Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives de la maîtrise d'œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du maître de l'ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3 ; la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Toute mission d'ingénierie géotechnique doit s'appuyer sur des données géotechniques pertinentes issues de la réalisation de prestations d'investigations géotechniques spécifiées à l'Article 6.

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 avec détection au plus tôt de leur survenance	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		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 types d'ingénierie géotechnique**

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.

### **ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PREALABLE (G1)**

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 :

#### **Phase Étude de Site (ES)**

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- 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.

#### **Phase Principes Généraux de Construction (PGC)**

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.

- 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).

### **ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)**

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 :

#### **Phase Avant-projet (AVP)**

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- 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.

#### **Phase Projet (PRO)**

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.

- 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.

#### **Phase DCE / ACT**

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.

- 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, notices 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.

### **ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, 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).

**1. Avertissement, préambule**

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

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

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'article L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment). ABO-ERG est en mesure d'établir un devis pour ces différents types de déclaration.

**3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission**

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

Hors domaine sites et sols pollués, la mission (géotechnique par exemple) et les investigations éventuelles n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigation est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

**4. Plans et documents contractuels**

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

**5. Limites d'engagement sur les délais**

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dégagée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

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

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à la pollution des sols et des nappes et à la présence d'amiante ou de matériaux amiantés. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions. Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client. Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

## 7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif.

Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

## 8. Hydrogéologie

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

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

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

## 10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

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

## 11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettrait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

## 12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission, le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

## 13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission. Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

## 14. conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice « SYNTEC », l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.



Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €. Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non-paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

#### **15. Résiliation anticipée**

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

#### **16. Répartition des risques, responsabilités et assurances**

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

##### **Assurance décennale obligatoire**

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le client prendra en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

##### **Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance**

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 6 000 000 € pour les ouvrages de génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Ingénierie et 2 000 000 € en génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Economie de la Construction doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au-delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

#### **17. Cessibilité de contrat**

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

#### **18. Litiges**

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du Tribunal de Commerce de Nice sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.



# ANNEXES

1. Plan d'implantation des investigations géotechniques
2. Résultats des investigations géotechniques
  - coupe du sondage carotté
  - résultats des sondages destructifs et pressiométriques
3. Liste des abréviations utilisées dans les coupes de sondage

---

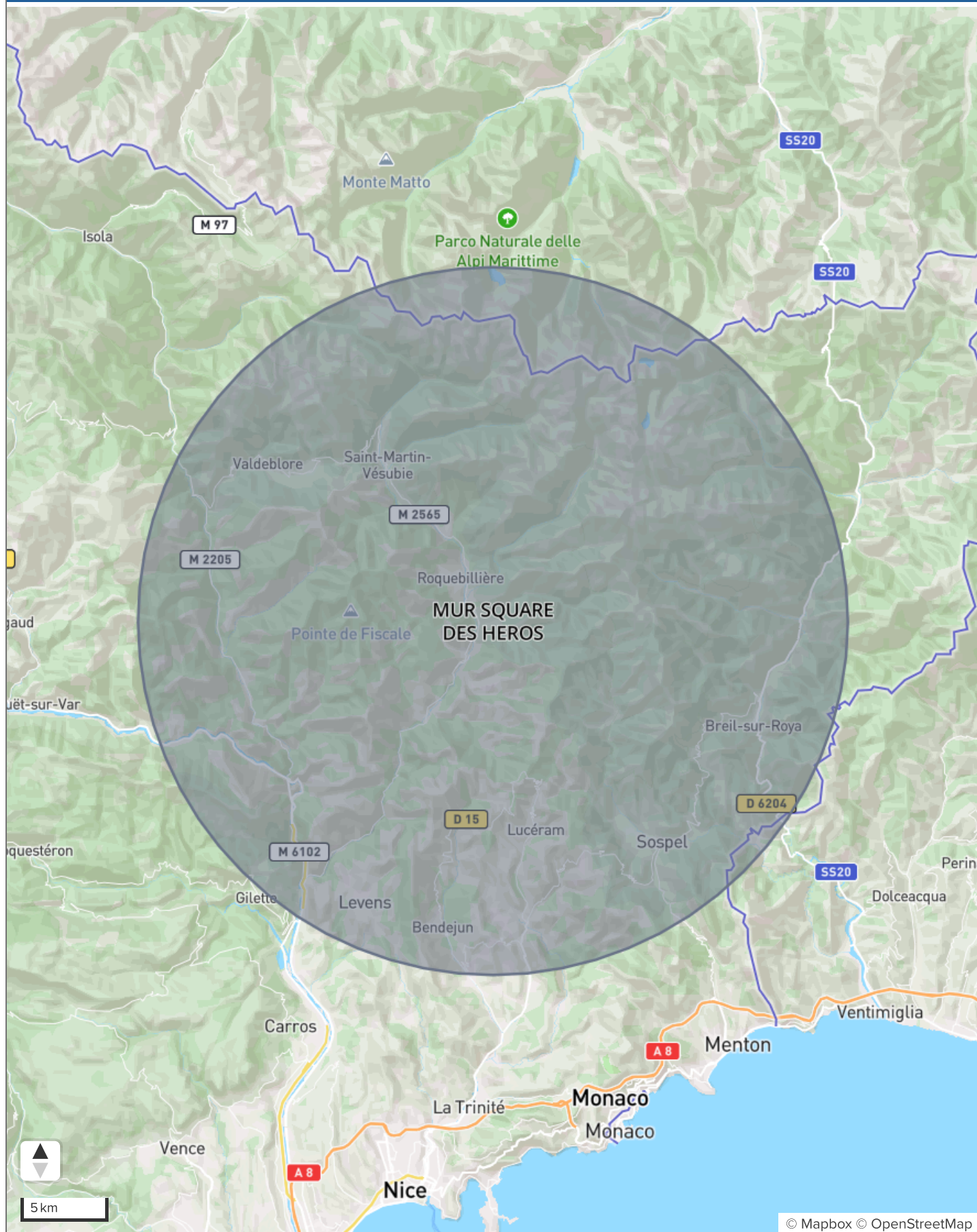
## **Annexe 1**

## **PLAN D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES**

---

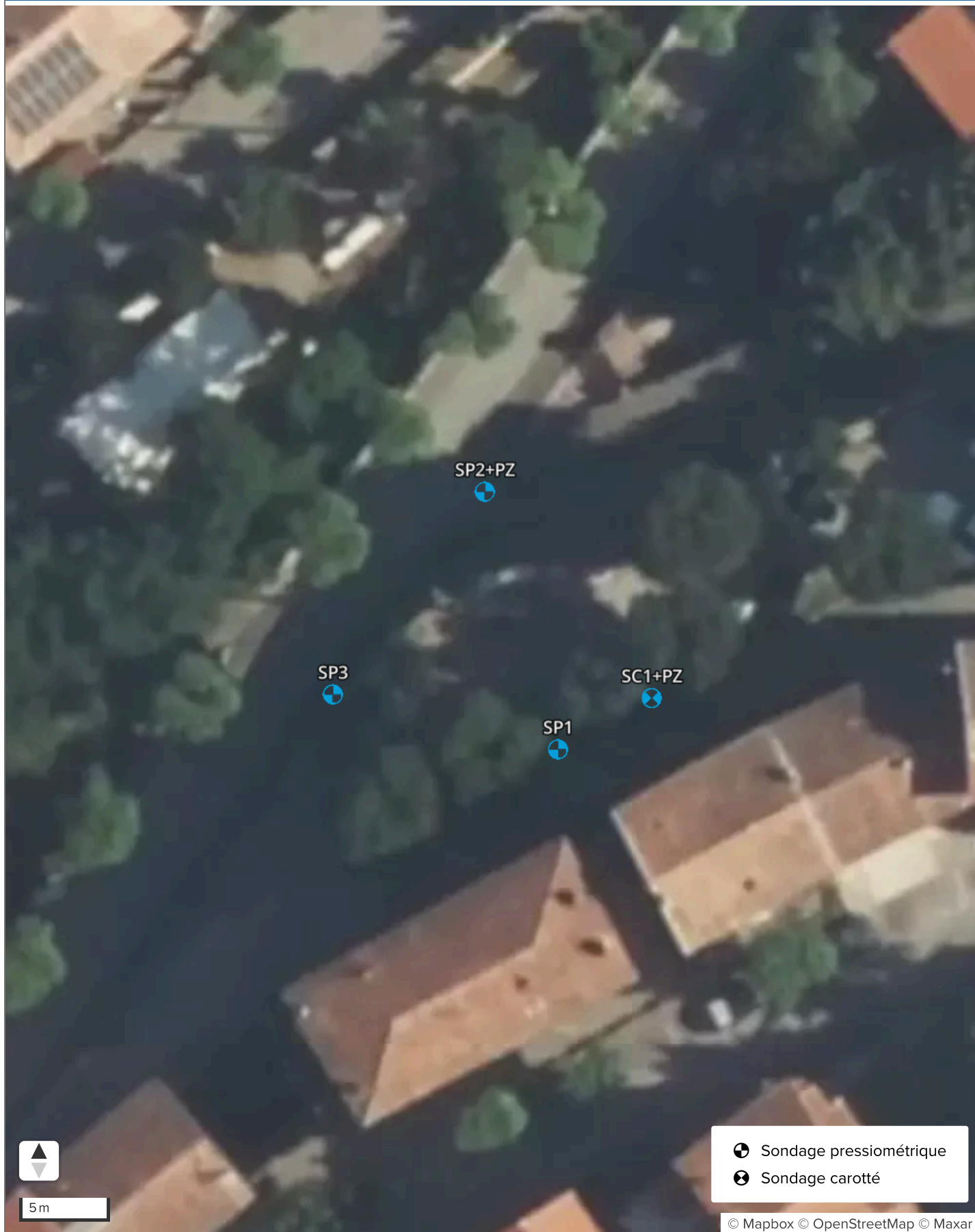
## Plan de situation

*projet* MUR SQUARE DES HEROS  
*lieu* 06 - LA BOLLENE VESUBIE  
*client* COMMUNE DE LA BOLLENE VESUBIE  
*n° projet* 2025NG0150Aa



## Plan d'implantation des forages, sondages et essais

*projet* MUR SQUARE DES HEROS  
*lieu* 06 - LA BOLLENE VESUBIE  
*client* COMMUNE DE LA BOLLENE VESUBIE  
*n° projet* 2025NG0150Aa



---

## **Annexe 2**

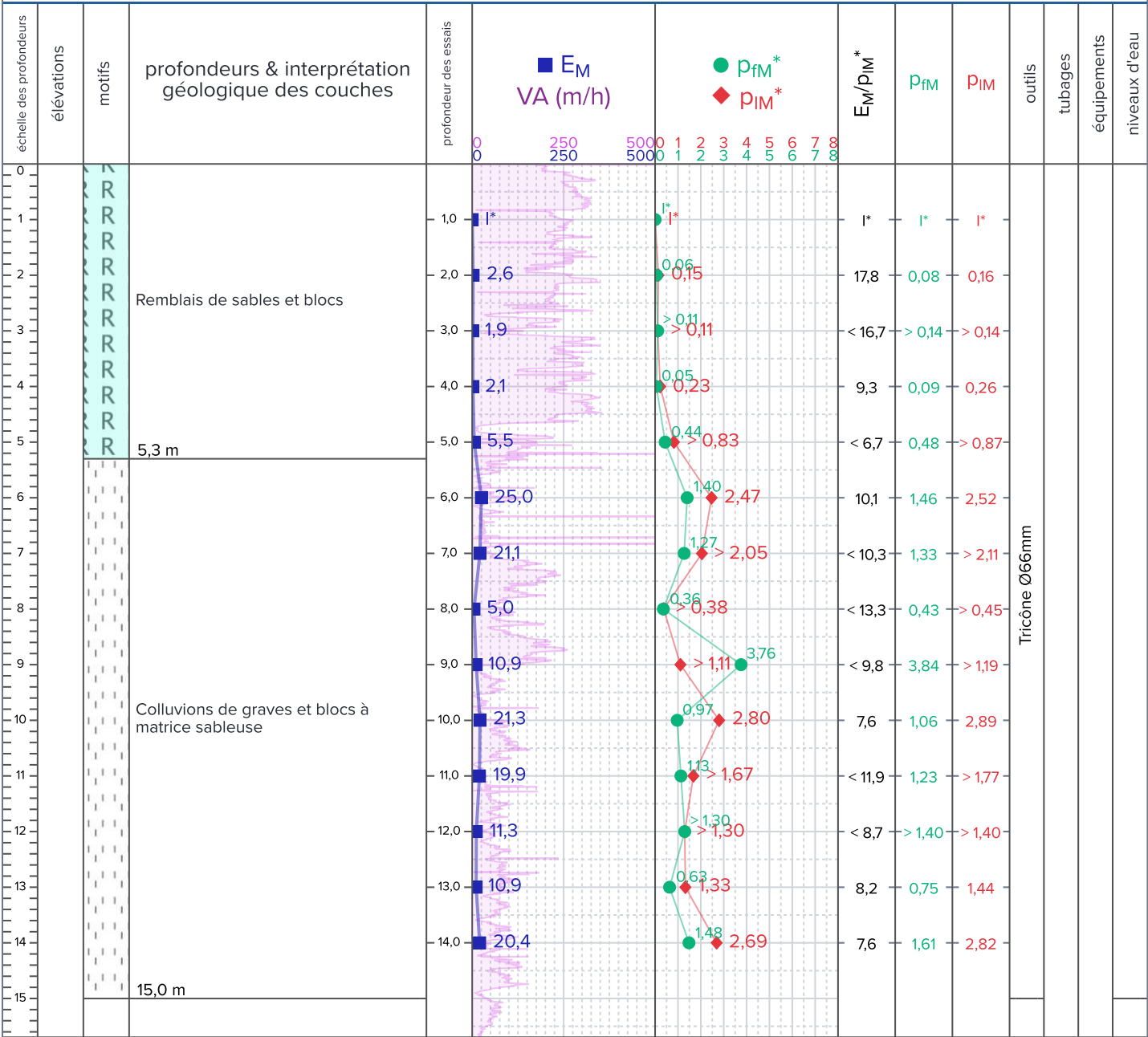
---

# **RESULTATS DES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES**

---

début sondage	25/11/2025	machine	SOCO 75	coordonnées	X	Y	Z
fin sondage	26/11/2025	opérateur	DLT	unités XY: ° décimaux si WGS84, sinon m	7,3306	43,9905	—
données	SP1	type	Pressiomètre NF EN ISO 22476-4	système	WGS 84		—
Profondeur atteinte (m)				inclinaison/verticale (°)	0,0°	azimuth/Nord (°)	—°

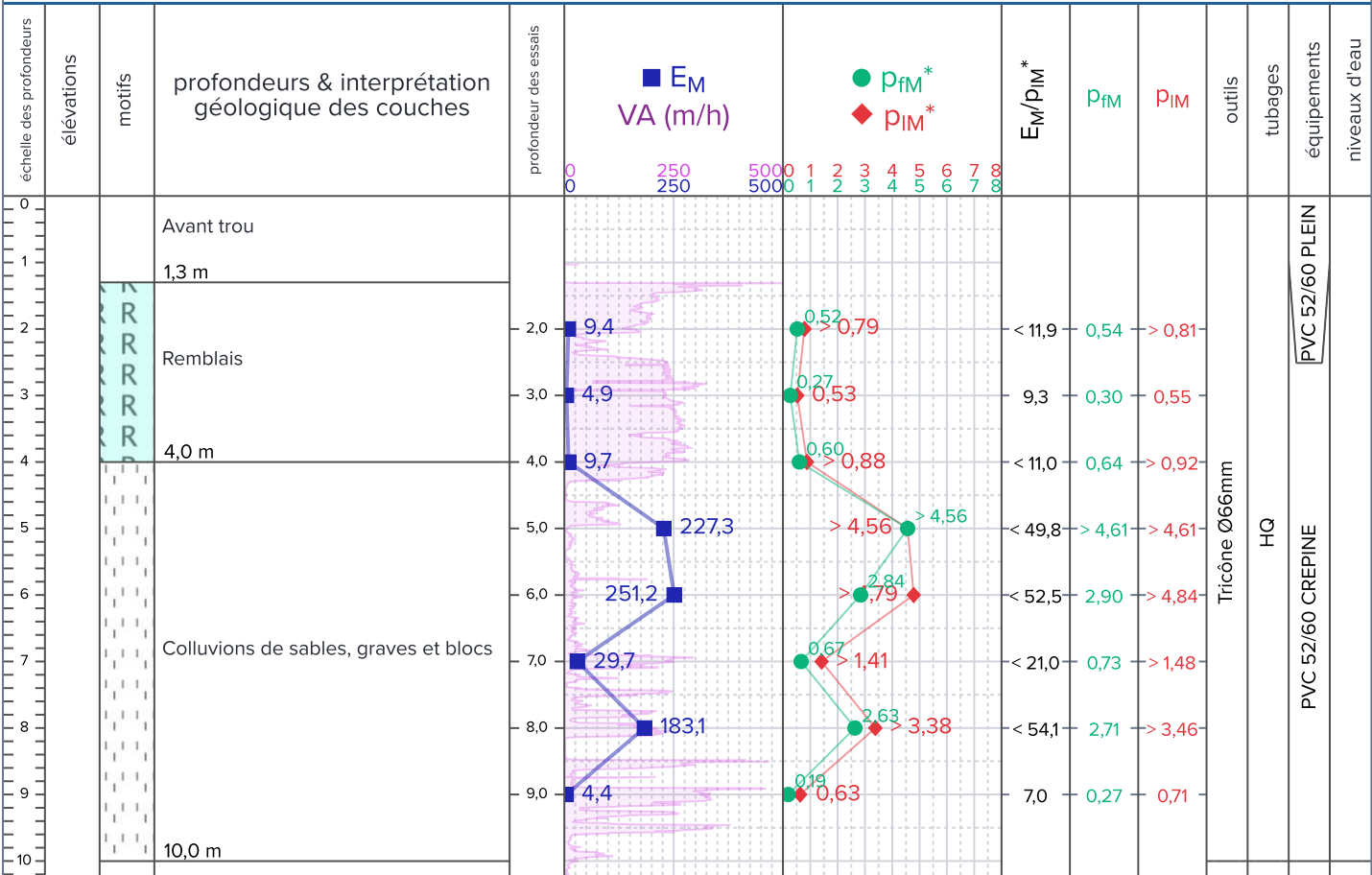
Hypothèses de calcul des pressions nettes ( $p_f^*$ ,  $p_l^*$ ) :  $\gamma=18\text{ kN/m}^3$ ,  $\gamma_w=10\text{ kN/m}^3$ ,  $K_0=0.5$





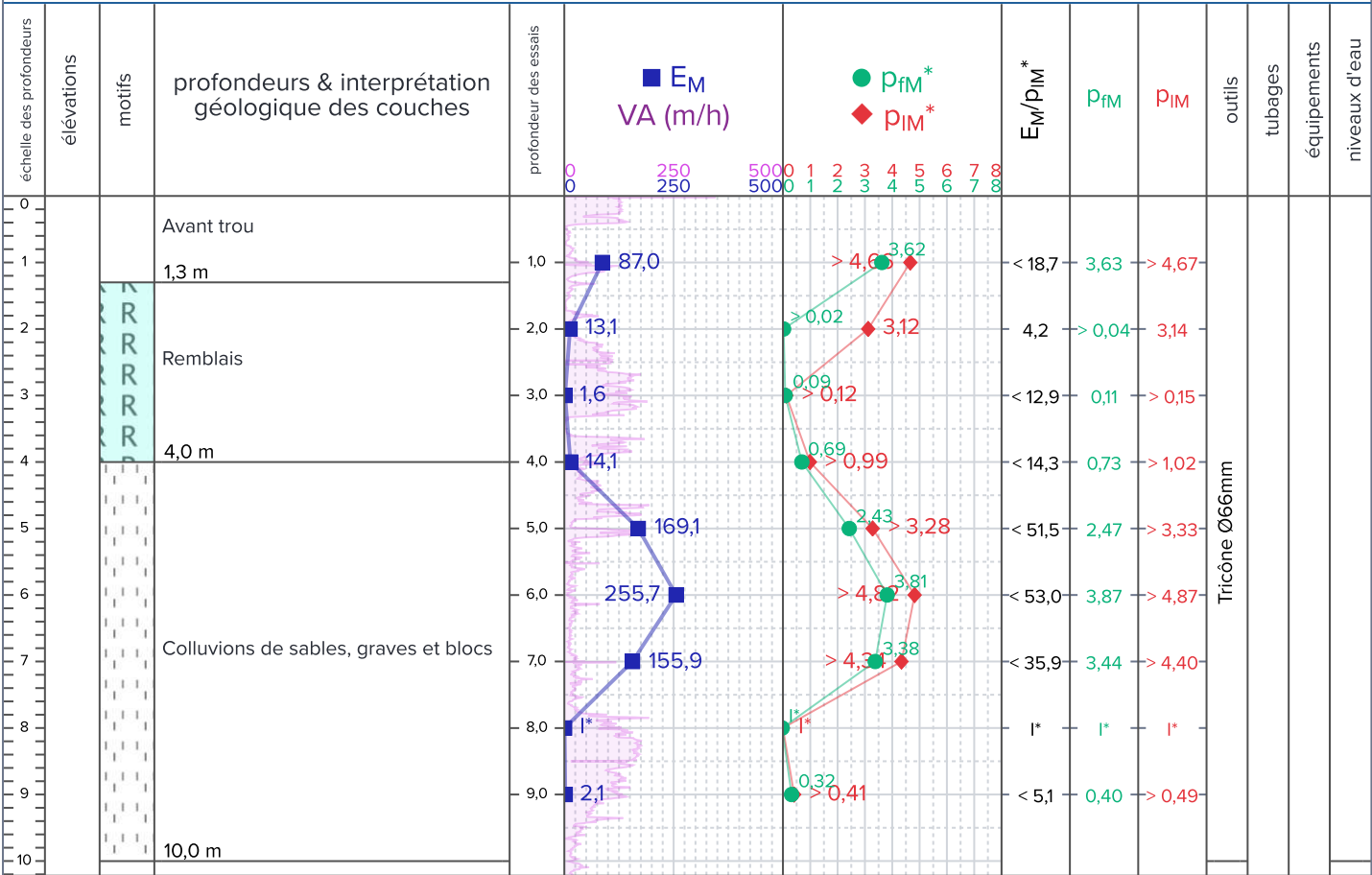
début sondage	03/12/2025	machine	SOCO 75	coordonnées	X	Y	Z
fin sondage	04/12/2025	opérateur	DLT	unités XY: ° décimaux si WGS84, sinon m	7,3305	43,9906	—
données	SP2+PZ	type	Pressiomètre NF EN ISO 22476-4	système	WGS 84		—
Profondeur atteinte (m)				inclinaison/verticale (°)	0,0°	azimuth/Nord (°)	—°

Hypothèses de calcul des pressions nettes ( $p_f^*$ ,  $p_i^*$ ) :  $\gamma=18\text{ kN/m}^3$ ,  $\gamma_w=10\text{ kN/m}^3$ ,  $K_0=0.5$



début sondage	01/12/2025	machine	SOCO 75	coordonnées	X	Y	Z
fin sondage	02/12/2025	opérateur	DLT	unités XY: * décimaux si WGS84, sinon m	7,3304	43,9905	—
données	SP3	type	Pressiomètre NF EN ISO 22476-4	système	WGS 84	—	—
Profondeur atteinte (m)	10	inclinaison/verticale (°)	0,0°	azimuth/Nord (°)	—°		

Hypothèses de calcul des pressions nettes (p<sub>f</sub><sup>\*</sup>, p<sub>i</sub><sup>\*</sup>) : γ=18 kN/m<sup>3</sup>, γ<sub>w</sub>=10 kN/m<sup>3</sup>, K<sub>0</sub>=0.5








	<i>projet</i> MUR SQUARE DES HEROS <i>lieu</i> 06 - LA BOLLENE VESUBIE <i>client</i> COMMUNE DE LA BOLLENE VESUBIE <i>n° projet</i> 2025NG0150Aa		<b>SC1+PZ</b>			
	<i>début sondage</i> 26/11/2025 <i>fin sondage</i> 27/11/2025 <i>données</i> SC1+PZ	<i>machine</i> SOCO 75 <i>opérateur</i> DLT <i>type</i> Lithologie <i>Profondeur atteinte (m)</i> 15	<i>coordonnées</i> <small>unités XY: ° décimaux si WGS84, sinon m</small> X 7,3306 Y 43,9905 Z — système WGS 84 inclinaison/verticale (°) 0,0°	azimuth/Nord (°) —°		

PHOTO - CARROTÉ

0,0 m



1,0 m

1,0 m



2,9 m

2,9 m



5,6 m





	<i>projet</i> MUR SQUARE DES HEROS <i>lieu</i> 06 - LA BOLLENE VESUBIE <i>client</i> COMMUNE DE LA BOLLENE VESUBIE <i>n° projet</i> 2025NG0150Aa		<b>SC1+PZ</b>			
	<i>début sondage</i> 26/11/2025 <i>fin sondage</i> 27/11/2025 <i>données</i> SC1+PZ	<i>machine</i> SOCO 75 <i>opérateur</i> DLT <i>type</i> Lithologie <i>Profondeur atteinte (m)</i> 15	<i>coordonnées</i> <small>unités XY: ° décimaux si WGS84, sinon m</small> X 7,3306 Y 43,9905 Z — système WGS 84 inclinaison/verticale (°) 0,0° azimuth/Nord (°) —°			

PHOTO - CARROTÉ

5,6 m		6,6 m
6,6 m		7,6 m
7,6 m		8,6 m




	<i>projet</i> MUR SQUARE DES HEROS <i>lieu</i> 06 - LA BOLLENE VESUBIE <i>client</i> COMMUNE DE LA BOLLENE VESUBIE <i>n° projet</i> 2025NG0150Aa		SC1+PZ			
	<i>début sondage</i> 26/11/2025 <i>fin sondage</i> 27/11/2025 <i>données</i> SC1+PZ	<i>machine</i> SOCO 75 <i>opérateur</i> DLT <i>type</i> Lithologie <i>Profondeur atteinte (m)</i> 15	<i>coordonnées</i> unités XY: ° décimaux si WGS84, sinon m système inclinaison/verticale (°)	X 7,3306 WGS 84 0,0°	Y 43,9905 azimuth/Nord (°) —°	Z — — —°

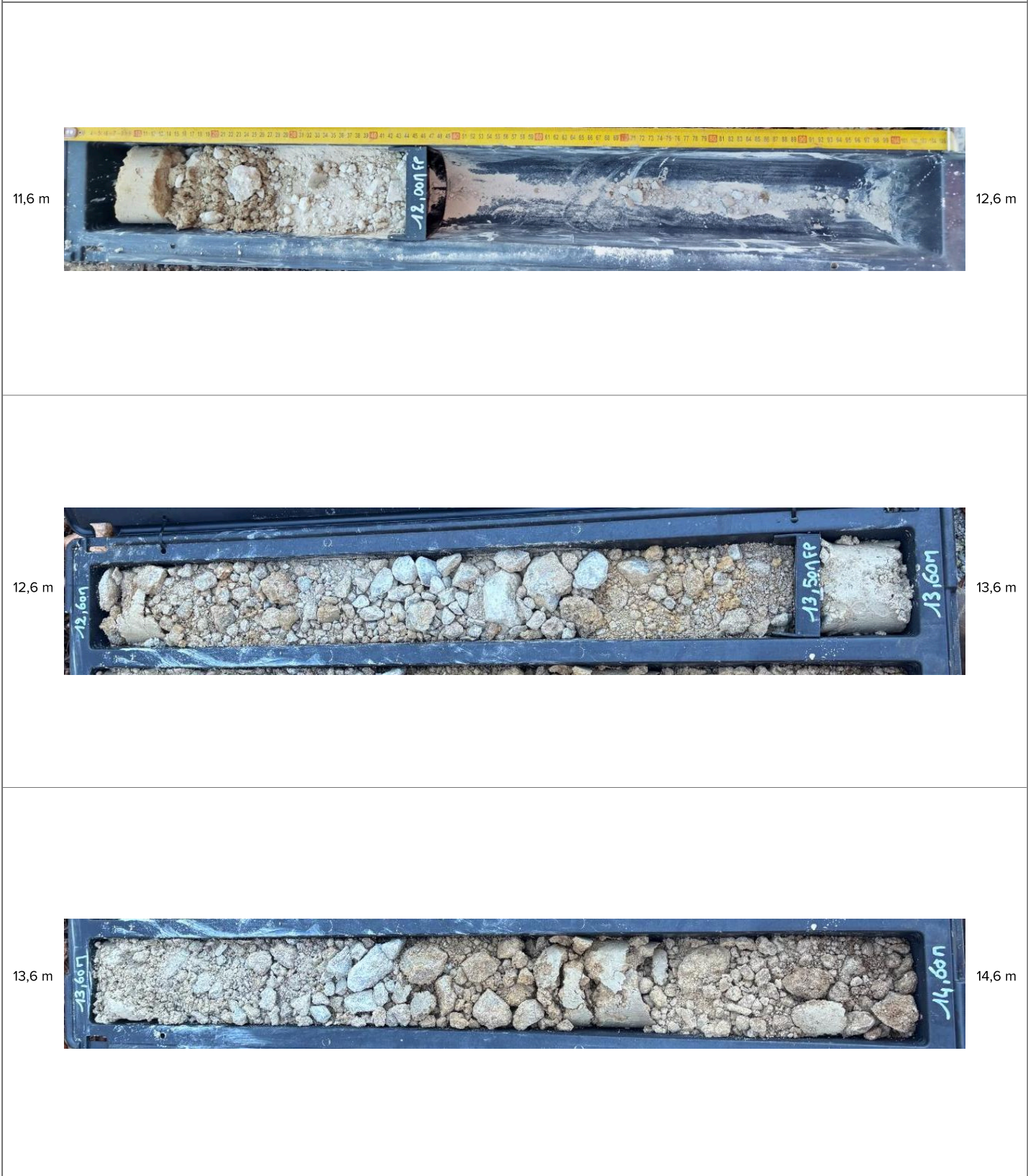
PHOTO - CARROTÉ

8,6 m		9,6 m
9,6 m		10,6 m
10,6 m		11,6 m



<i>début sondage</i>	26/11/2025	<i>machine</i>	SOCO 75	<i>coordonnées</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>
<i>fin sondage</i>	27/11/2025	<i>opérateur</i>	DLT	unités XY: ° décimaux si WGS84, sinon m	7,3306	43,9905	—
<i>données</i>	SC1+PZ	<i>type</i>	Lithologie	système	WGS 84		—
<i>Profondeur atteinte (m)</i>	15			inclinaison/verticale (°)	0,0°	azimuth/Nord (°)	—°

## PHOTO - CARROTÉ



début sondage	26/11/2025	machine	SOCO 75	coordonnées	X	Y	Z
fin sondage	27/11/2025	opérateur	DLT	unités XY: ° décimaux si WGS84, sinon m	7,3306	43,9905	—
données	SC1+PZ	type	Lithologie	système	WGS 84		—
Profondeur atteinte (m)			15	inclinaison/verticale (°)	0,0°	azimuth/Nord (°)	—°

PHOTO - CARROTÉ



---

## **Annexe 3**

## **LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES**

---

## LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES DANS LES COUPES DE SONDAGE

### OUTIL & FLUIDE DE FORAGE

type	diamètre	(nom éventuel)	fluide
taillant	T		
tricône	TC		
trilâme	TL		
tarière continue	THC		
PDC	PDC		
tarière à main	TAM		
marteau fond de trou	MFT		
tubage à l'avancement (ODEX)	OD		
carottier poinçonneur	CP		
carottier couronne carbure	CRC		
carottier couronne diamant	CRD		
tube fendu foncé (sans passe)	TFF		
tube battu vibré (sans passe)	TFV		

exprimé en mm

air	a
eau	e
bentonite	b
polymère	p
mousse	m
	à sec

### TUBAGE PROVISoire

diamètre intérieur	diamètre extérieur	(nom éventuel)
exprimés en mm		

par exemple :  
HQ, PQ, PW...

### EQUIPEMENT OU REBOUCHAGE

type	matériau	diamètre intérieur	diamètre extérieur	(ouvrage additionnel éventuel)
piézomètre	PZ			
inclinomètre	TI			
tube lisse	TL			
terres extraites	TE			
coulis de ciment	CC			
coulis bentonite-ciment	CB			

par exemple :  
PVC, ABS, acier ...

massif filtrant	MF
cimentation annulaire	CA
bouchon étanche	BE
autre	

### AUTRES ABREVIATIONS

essais in-situ	pressiomètre	<i>normal</i>	PR
		<i>cyclique</i>	PRC
	SPT		SPT
	phicomètre		PHI
	scissomètre		SCI
	Lefranc et essais dérivés		ELE
	Porchet		POR
	Lugeon		ELU
	dilatomètre flexible		DIL
	pénétration statique	<i>mécanique</i>	CPTM
		<i>électrique</i>	CPTE
		<i>piézocône</i>	CPTU
	pénétration dynamique		DPT
	dilatomètre plat		DMT

### paramètres de forage

vitesse instantanée d'avancement	VIA
vitesse d'avance	VA
pression sur l'outil	PO
pression de retenue	PH
pression d'injection de fluide	PI
pression hydraulique mesurée dans moteur de rotation (indication sur le couple de rotation)	CR







**Tél. : 04 93 72 90 00 - Email : [nice@erg-sa.fr](mailto:nice@erg-sa.fr)**

ABO-ERG GEOTECHNIQUE - SAS au capital de 368 000 € - Siret 339 110 611 00045 - Code APE 7112B  
RC NICE 1990 B 00729

Nice Leader – Bât. Apollo – 62-66 avenue V. Giscard d'Estaing - 06200 NICE

CHANTIER		SQUARE DES HEROS		
LIEU		06 - LA BOLLENE VESUBIE		
CLIENT		COMMUNE DE LA BOLLENE VESUBIE		
N° DOSSIER		25NG0150Aa		
SC1 sondage	EI1 échantillon	1,00	à 2,00 profondeurs (m)	
description lithologique graviers et cailloux à sable limoneux gris		1,00 1,30 		
Date prélèvement		27/11/2025		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX

Norme NF EN ISO 17892-1

Température d'étuvage	105°C	opérateur	MJP	date essai	09/01/2026
-----------------------	-------	-----------	-----	------------	------------

essai 1				essai 2			
n° tare	masse totale humide (g) m <sub>1</sub>	masse totale sèche (g) m <sub>2</sub>	masse de la tare (g) m <sub>c</sub>	n° tare	masse totale humide (g) m <sub>1</sub>	masse totale sèche (g) m <sub>2</sub>	masse de la tare (g) m <sub>c</sub>
Z1	2506,7	2401,3	402,7				

teneur en eau (%) w			COMMENTAIRES
moyenne	essai 1	essai 2	
5,3	5,3		

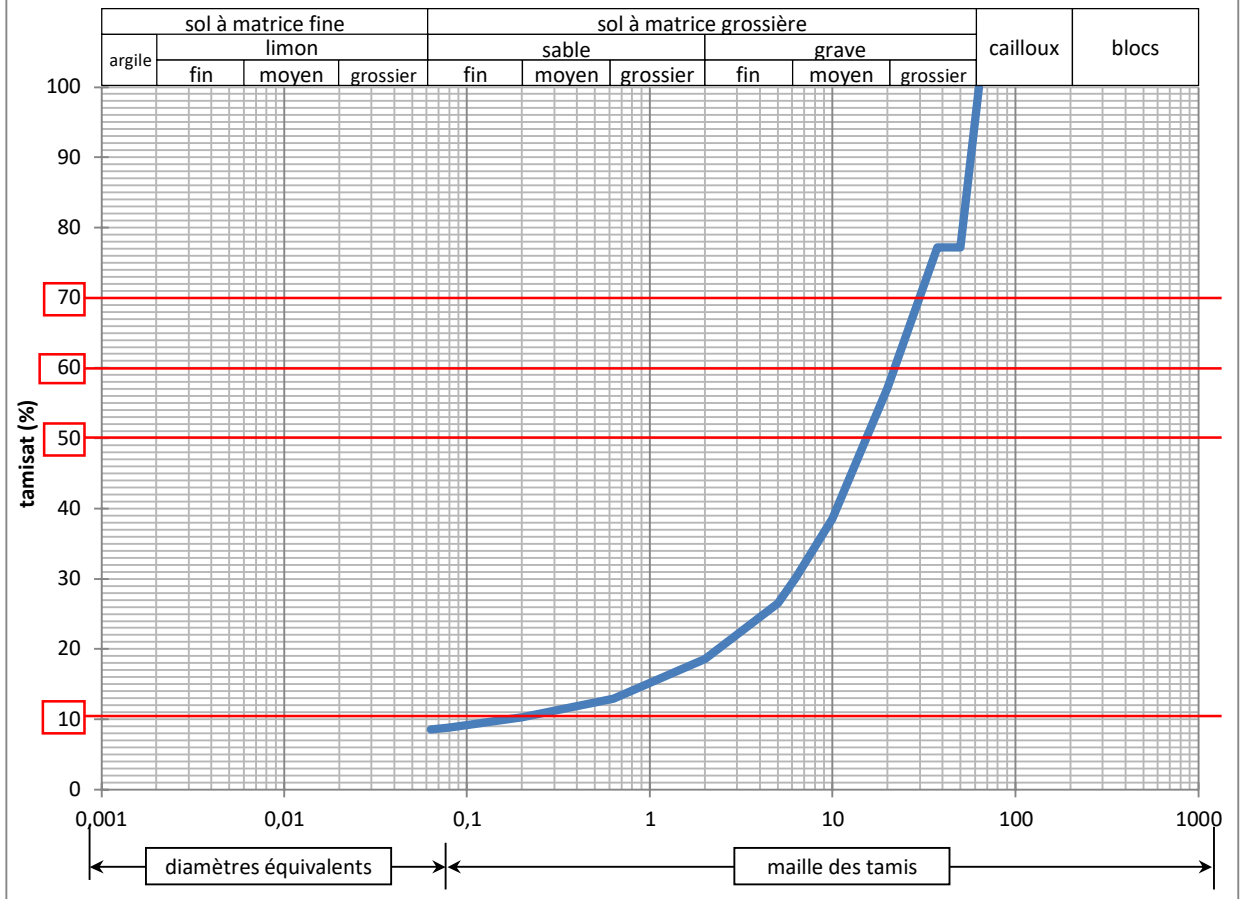
CHANTIER		SQUARE DES HEROS		
LIEU		06 - LA BOLLENE VESUBIE		
CLIENT		COMMUNE DE LA BOLLENE VESUBIE		
N° DOSSIER		25NG0150Aa		
SC1 sondage	EI1 échantillon	1,00	à 2,00 profondeurs (m)	
description lithologique graviers et cailloux à sable limoneux gris		1,00 1,30 		
Date prélèvement		27/11/2025		

**ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE**



Norme NF EN ISO 17892-4

Température d'étuvage	105°C	opérateur	IHY	date essai	13/01/2026
					classification GTR 2023
					G3 ins
					classification NF P 11-300
					D3
					Cu 126

w <sub>nat</sub>	5,3%	NF EN ISO 17892-1	D <sub>m</sub>	63,000 mm
w <sub>L</sub>	1	NF EN ISO 17892-12	D <sub>70</sub>	31,248 mm
I <sub>p</sub>	1		D <sub>60</sub>	22,478 mm
VB <sub>s</sub>	0,1	NF P 94-068	D <sub>50</sub>	16,169 mm
passant à 2mm	18,6%		D <sub>15</sub>	1,127 mm
passant à 63 µm	8,6%		D <sub>10</sub>	0,179 mm



diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)
125		10	38,49	0,063	8,59				
100		6,3	30,19						
80		5,0	26,52						
63	100,00	2,0	18,56						
50	77,14	0,63	12,97						
37,5	77,14	0,20	10,25						
20	57,15	0,08	8,87						

CHANTIER		SQUARE DES HEROS		
LIEU		06 - LA BOLLENE VESUBIE		
CLIENT		COMMUNE DE LA BOLLENE VESUBIE		
N° DOSSIER		25NG0150Aa		
<b>SC1</b> <i>sondage</i>	<b>EI1</b> <i>échantillon</i>	<b>1,00</b>	à	<b>2,00</b>
		<i>profondeurs (m)</i>		
<b>description lithologique</b>		<div> <div>1,00</div> <div>1,30</div>  </div>		
graviers et cailloux à sable limoneux gris				
<i>Date prélèvement</i>		27/11/2025		
<b>ESSAI AU BLEU DE METHYLENE</b> <i>Norme NFP-94-068</i>				



opérateur	UHN	date essai	13/01/2026
-----------	-----	------------	------------

$w_{nat}$	5,3%	NF P 94-050
-----------	------	-------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	<b>V.B.S.</b> <b>0,1</b>
115,341	34,37	50	

<u>Remarque</u>  
-------------------------



CHANTIER		SQUARE DES HEROS		
LIEU		06 - LA BOLLENE VESUBIE		
CLIENT		COMMUNE DE LA BOLLENE VESUBIE		
N° DOSSIER		25NG0150Aa		
SC1 <i>sondage</i>	EI2 <i>échantillon</i>	3,00	à 4,00 <i>profondeurs (m)</i>	
description lithologique graviers et cailloux à rare sable gris		3,00 3,50 		
Date prélèvement		27/11/2025		

**DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX**

*Norme NF EN ISO 17892-1*

Température d'étuvage	105°C	opérateur	MJP	date essai	09/01/2026
-----------------------	-------	-----------	-----	------------	------------

essai 1				essai 2			
n° tare	masse totale humide (g) m <sub>1</sub>	masse totale sèche (g) m <sub>2</sub>	masse de la tare (g) m <sub>c</sub>	n° tare	masse totale humide (g) m <sub>1</sub>	masse totale sèche (g) m <sub>2</sub>	masse de la tare (g) m <sub>c</sub>
M3	4685,7	4574,2	403,9				
teneur en eau (%) w				COMMENTAIRES			
moyenne	essai 1	essai 2					
2,7	2,7						

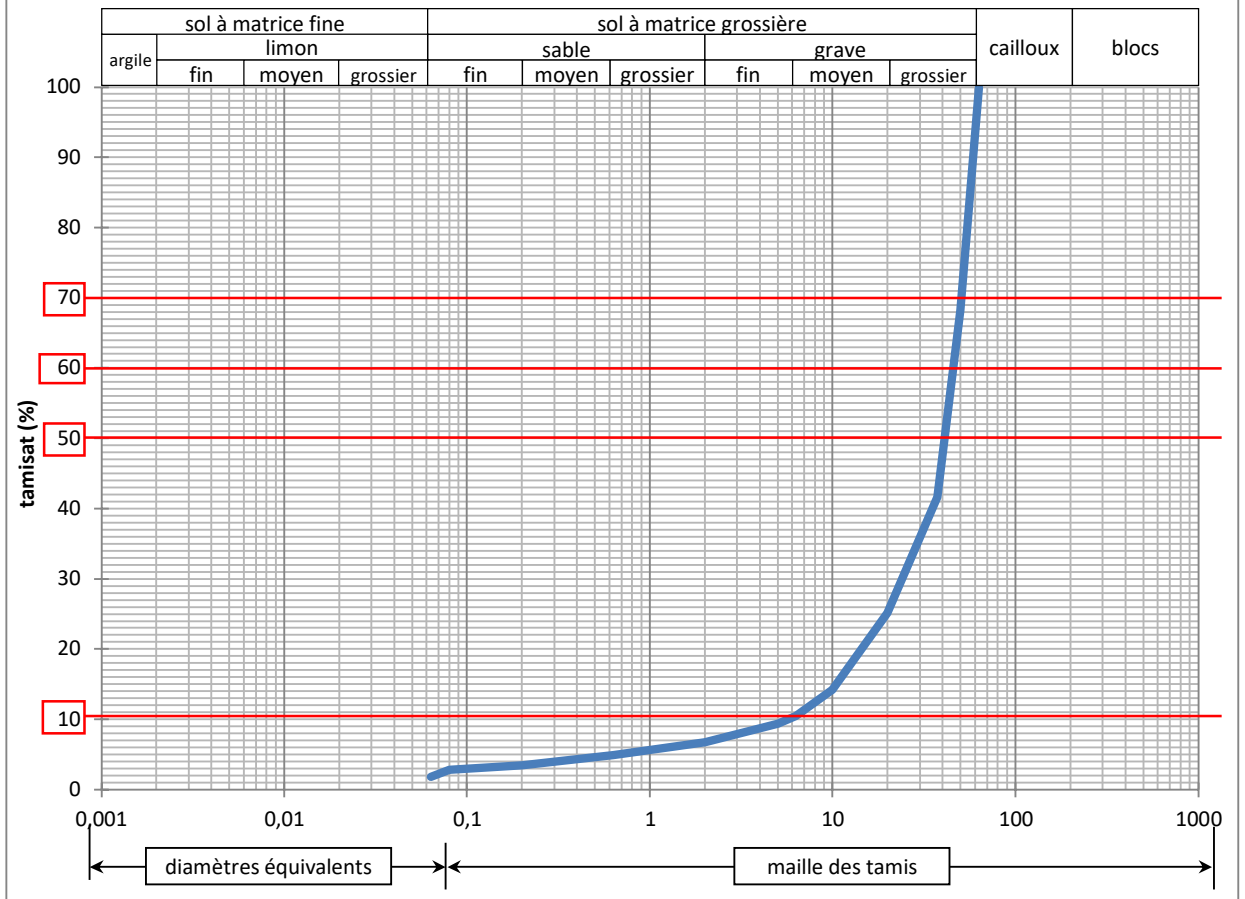
CHANTIER		SQUARE DES HEROS		
LIEU		06 - LA BOLLENE VESUBIE		
CLIENT		COMMUNE DE LA BOLLENE VESUBIE		
N° DOSSIER		25NG0150Aa		
SC1 sondage	EI2 échantillon	3,00	à 4,00 profondeurs (m)	
description lithologique graviers et cailloux à rare sable gris				
Date prélèvement		27/11/2025		

**ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE**

Norme NF EN ISO 17892-4

Température d'étuvage	105°C	opérateur	IHY	date essai	13/01/2026
					classification GTR 2023
					G1 ins
					classification NF P 11-300
					D3
					Cu 8

w <sub>nat</sub>	2,7%	NF EN ISO 17892-1	D <sub>m</sub>	63,000 mm
w <sub>L</sub>	1	NF EN ISO 17892-12	D <sub>70</sub>	50,717 mm
I <sub>p</sub>	1	NF P 94-068	D <sub>60</sub>	46,132 mm
VB <sub>s</sub>	0,1		D <sub>50</sub>	41,442 mm
passant à 2mm	6,7%		D <sub>15</sub>	10,714 mm
passant à 63 µm	1,8%		D <sub>10</sub>	5,698 mm



diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)
125		10	14,22	0,063	1,81				
100		6,3	10,51						
80		5,0	9,41						
63	100,00	2,0	6,74						
50	68,25	0,63	4,93						
37,5	41,59	0,20	3,46						
20	25,10	0,08	2,85						

CHANTIER		SQUARE DES HEROS		
LIEU		06 - LA BOLLENE VESUBIE		
CLIENT		COMMUNE DE LA BOLLENE VESUBIE		
N° DOSSIER		25NG0150Aa		
<b>SC1</b> <i>sondage</i>	<b>EI2</b> <i>échantillon</i>	<b>3,00</b>	à	<b>4,00</b>
		<i>profondeurs (m)</i>		
<b>description lithologique</b> graviers et cailloux à rare sable gris		<div> <div>3,00</div> <div>3,50</div>  </div>		
<i>Date prélèvement</i>		27/11/2025		
<b>ESSAI AU BLEU DE METHYLENE</b> <i>Norme NFP-94-068</i>				

opérateur	UHN	date essai	13/01/2026
-----------	-----	------------	------------

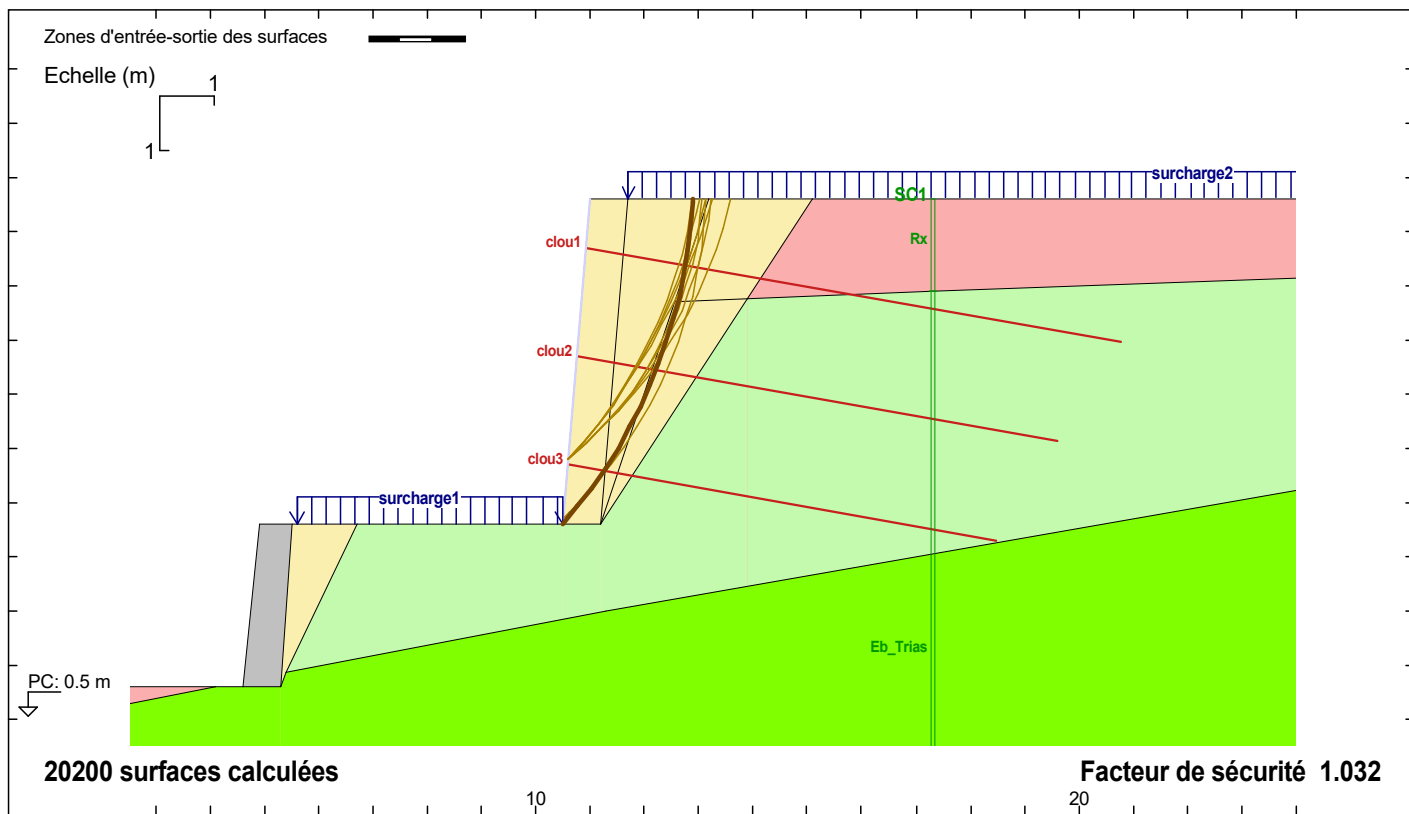
$w_{nat}$	2,7%	NF P 94-050
-----------	------	-------------


masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S.
119,644	13,78	50	0,1

Remarque
----------

**ANNEXE N° 03 : NOTES DE CALCULS**






 GEOSTAB® v4.8.5 du 23/02/2023 développé par GEOS  
<http://www.geos.fr> E-mail: [logiciels@geos.fr](mailto:logiciels@geos.fr)

GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât. Europa 2  
 Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14  
 Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	( $\gamma$ ; $\gamma_{sat}$ )	C	$\phi$	qs
1	(18.00; 20.00) * 1.00	2.000 / 1.25	28.00 / 1.25	0.000 / 1.85
2	(20.00; 22.00) * 1.00	0.000 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.85
3	(19.00; 21.00) * 1.00	2.000 / 1.25	34.00 / 1.25	100.0 / 1.85
4	(24.00; 24.00) * 1.00	25.00 / 1.25	40.00 / 1.25	0.000 / 1.85
5	(20.00; 22.00) * 1.00	5.000 / 1.25	34.00 / 1.25	0.000 / 1.85

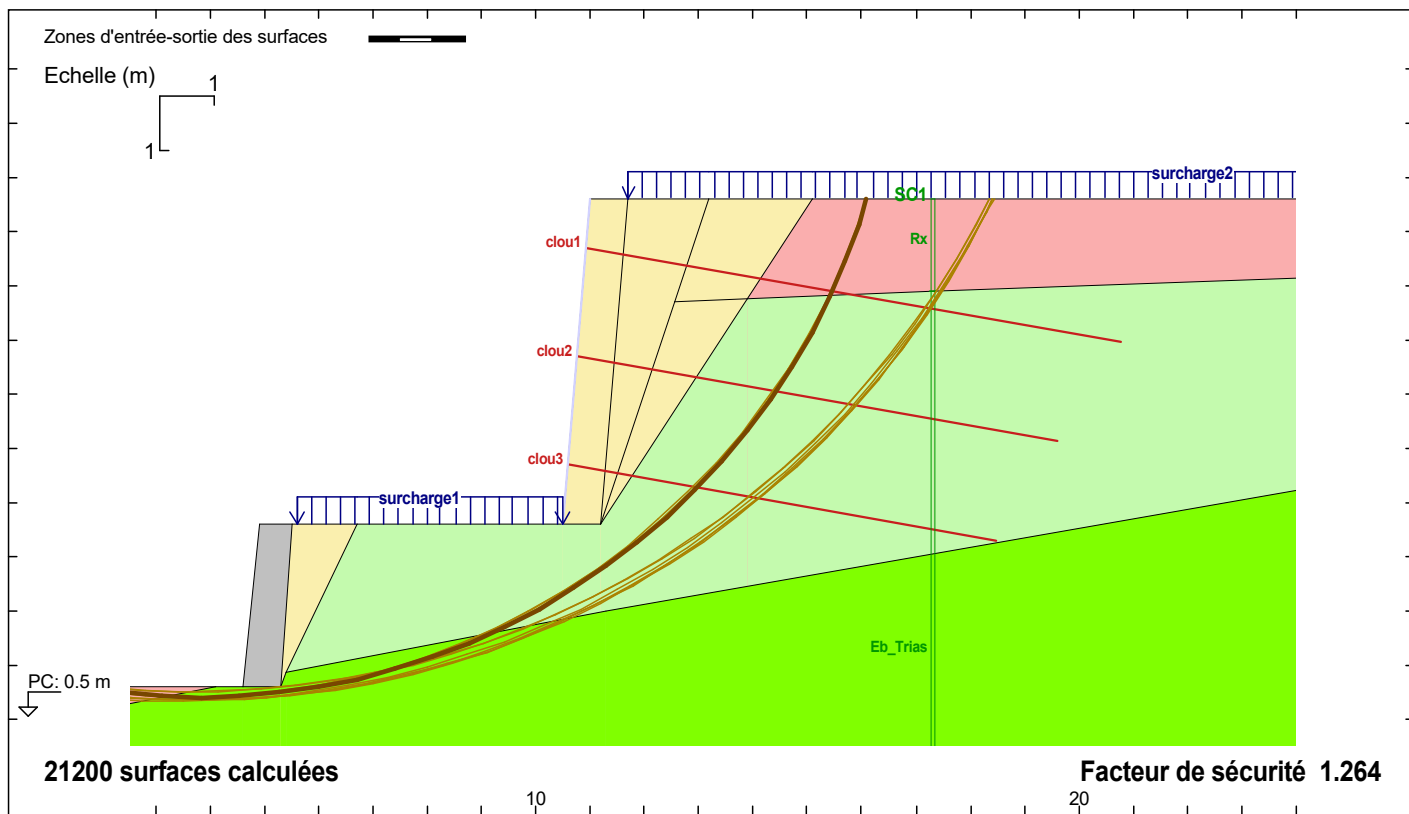
Fichier "Stab ensemble\_Mur Bollène"  
 Méthode de BISHOP modifiée  
 Classique  
 Action des terres  $\gamma_e$  : 1  
 Résistance des terres  $\gamma_{r,e}$  : 1  
 Coefficient de Méthode 1.1  
 Unités : kN, m

	Ytête	L	$\alpha$	Esp	$\emptyset$	F arma
CLOU 1	9.70000	10.00	10.0	1.80	0.110	220.0 / 1.000
CLOU 2	7.70000	9.000	10.0	1.80	0.110	220.0 / 1.000
CLOU 3	5.70000	8.000	10.0	1.80	0.110	220.0 / 1.000

Charges surfaciques et Forces linéaires				
qg	qd	F	Gamm	$\theta$
1 10.0	10.0		*1.30	0.00
2 10.0	10.0		*1.30	0.00

N°	Xc	Yc	R	Fs	Fso	CL1 trac.	CL2 trac.	CL3 trac.	$\Sigma$ trac.
1	2.9100	11.110	10.000	1.032	0.292	0.0000	126.31	126.92	253.23
2	4.7500	10.810	8.3700	1.094	0.345	0.0000	126.31	126.92	253.23
3	4.9500	12.660	8.8900	1.139	0.410	94.060	126.31	0.0000	220.37
4	6.7300	10.600	6.1600	1.141	0.388	94.060	126.31	0.0000	220.37
5	6.4000	10.990	6.6800	1.146	0.391	94.060	126.31	0.0000	220.37
6	3.3800	12.430	9.8100	1.148	0.322	94.060	126.31	0.0000	220.37
7	2.7100	13.020	10.700	1.148	0.327	94.060	126.31	0.0000	220.37
8	3.9400	11.940	9.0500	1.149	0.318	94.060	126.31	0.0000	220.37
9	1.9000	13.730	11.770	1.150	0.333	94.060	126.31	0.0000	220.37
10	5.9900	11.450	7.2900	1.151	0.396	94.060	126.31	0.0000	220.37
Efforts maximums dans les clous (FS = 1) :						81.418	123.57	124.16	329.15
Efforts T0 (FS = 1) :						81.418	123.57	124.16	329.15
Efforts T1 (FS = 1) :						35.176	37.027	38.879	111.08
Efforts T2 (FS = 1; T2/Pa = 1.2; $\delta/\phi = 0$ ) :						90.199	94.967	99.715	284.88
Maximums T0, T1, T2 :						90.199	123.57	124.16	

25 06 499_BD	13/01/26 16:02	<b>Confortement Mur</b>	EC7 A3 - statique - Stab mixte	FIGURE
		Bollène Vésubie		



GHOSTAB© v4.8.5 du 23/02/2023 développé par GEOS  
<http://www.geos.fr> E-mail: [logiciels@geos.fr](mailto:logiciels@geos.fr) GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât. Europa 2  
 Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Tél : 04 50 95 38 14  
 Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	( $\gamma$ ; $\gamma_{sat}$ )	C	$\phi$	qs
1	(18.00; 20.00) * 1.00	2.000 / 1.25	28.00 / 1.25	0.000 / 1.85
2	(20.00; 22.00) * 1.00	0.000 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.85
3	(19.00; 21.00) * 1.00	2.000 / 1.25	34.00 / 1.25	100.0 / 1.85
4	(24.00; 24.00) * 1.00	25.00 / 1.25	40.00 / 1.25	0.000 / 1.85
5	(20.00; 22.00) * 1.00	5.000 / 1.25	34.00 / 1.25	0.000 / 1.85

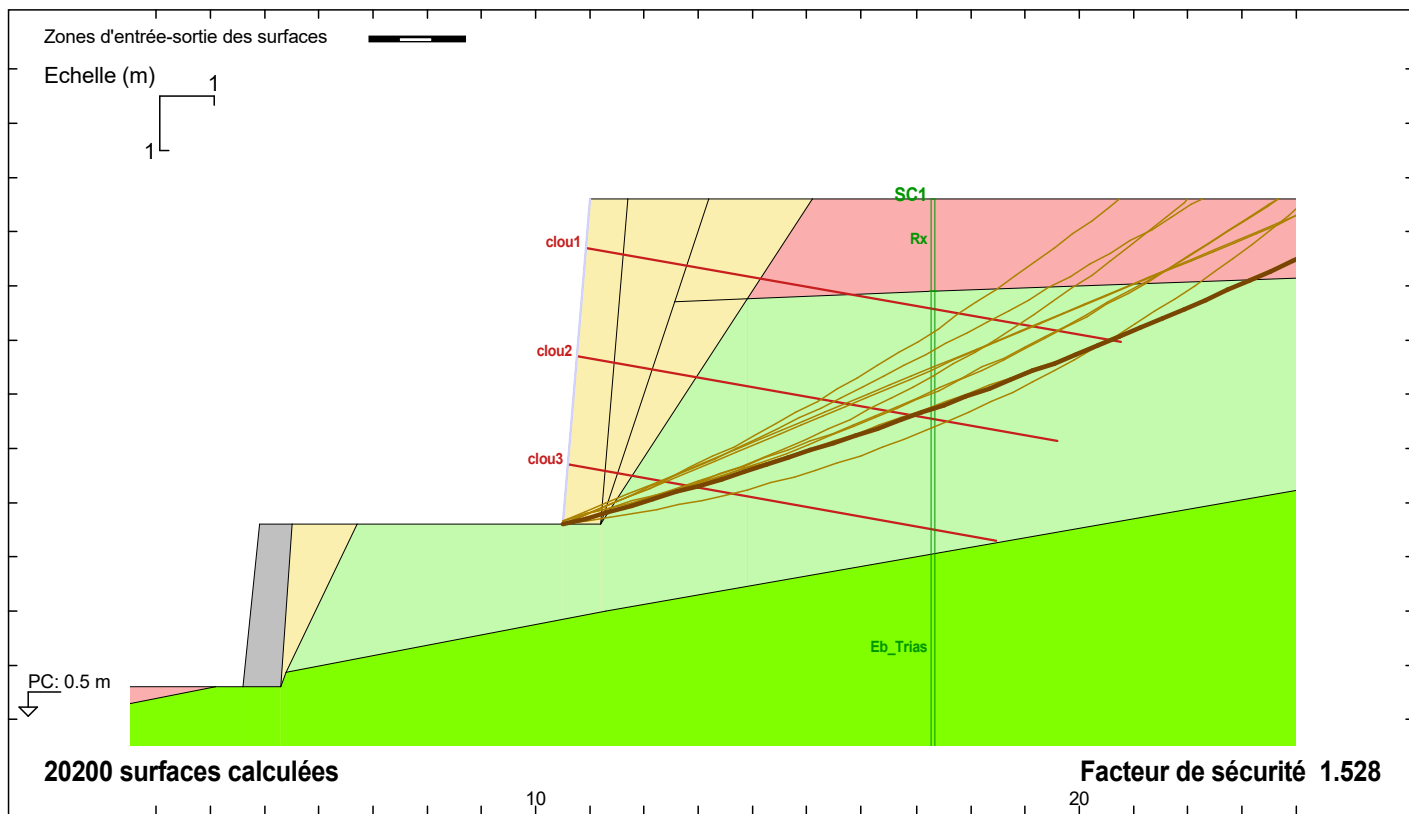
Fichier "Stab ensemble\_Mur Bollène"  
 Méthode de BISHOP modifiée  
 Classique  
 Action des terres  $\gamma_e$  : 1  
 Résistance des terres  $\gamma_{r,e}$  : 1  
 Coefficient de Méthode 1.1  
 Unités : kN, m

	Ytête	L	$\alpha$	Esp	$\emptyset$	F arma
CLOU 1	9.70000	10.00	10.0	1.80	0.110	220.0 / 1.000
CLOU 2	7.70000	9.000	10.0	1.80	0.110	220.0 / 1.000
CLOU 3	5.70000	8.000	10.0	1.80	0.110	220.0 / 1.000

Charges surfaciques et Forces linéaires				
qg	qd	F	Gamm	$\theta$
1 10.0	10.0		*1.30	0.00
2 10.0	10.0		*1.30	0.00

N°	Xc	Yc	R	Fs	Fso	CL1 trac.	CL2 trac.	CL3 trac.	$\Sigma$ trac.
1	3.8100	14.230	12.810	1.264	0.934	94.060	98.650	104.22	296.93
2	3.7400	14.320	12.900	1.265	0.931	94.060	98.980	104.69	297.73
3	3.4500	18.080	16.740	1.266	1.021	67.000	71.980	84.380	223.36
4	3.6700	14.410	13.000	1.266	0.928	94.060	99.310	105.17	298.54
5	3.8500	17.460	16.090	1.267	1.029	66.360	70.540	82.380	219.28
6	3.7900	17.560	16.200	1.267	1.028	66.470	70.790	82.720	219.98
7	3.5900	14.510	13.100	1.267	0.926	94.060	99.640	105.64	299.34
8	3.6600	17.940	16.430	1.267	1.004	68.380	73.520	86.360	228.26
9	3.7300	17.820	16.310	1.267	1.006	68.250	73.230	85.940	227.42
10	3.7200	17.670	16.310	1.267	1.026	66.580	71.030	83.060	220.67
Efforts maximums dans les clous (FS = 1) :						71.563	95.257	96.563	263.38
Efforts T0 (FS = 1) :						71.563	94.150	96.563	262.28
Efforts T1 (FS = 1) :						35.176	37.027	38.879	111.08
Efforts T2 (FS = 1; T2/Pa = 1.2; $\delta/\phi = 0$ ) :						90.199	94.967	99.715	284.88
Maximums T0, T1, T2 :						90.199	94.967	99.715	

25 06 499_BD	13/01/26 16:02	<b>Confortement Mur</b>	EC7 A3 - statique - Stab ensemble	FIGURE
		Bollène Vésubie		



GEOSTAB© v4.8.5 du 23/02/2023 développé par GEOS GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât. Europa 2 Tél : 04 50 95 38 14  
<http://www.geos.fr> E-mail: [logiciels@geos.fr](mailto:logiciels@geos.fr) Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	( $\gamma$ ; $\gamma_{sat}$ )	C	$\phi$	qs
1	(18.00; 20.00) * 1.00	2.000 / 1.00	28.00 / 1.00	0.000 / 1.85
2	(20.00; 22.00) * 1.00	0.000 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.85
3	(19.00; 21.00) * 1.00	2.000 / 1.00	34.00 / 1.00	100.0 / 1.85
4	(24.00; 24.00) * 1.00	25.00 / 1.00	40.00 / 1.00	0.000 / 1.85
5	(20.00; 22.00) * 1.00	5.000 / 1.00	34.00 / 1.00	0.000 / 1.85

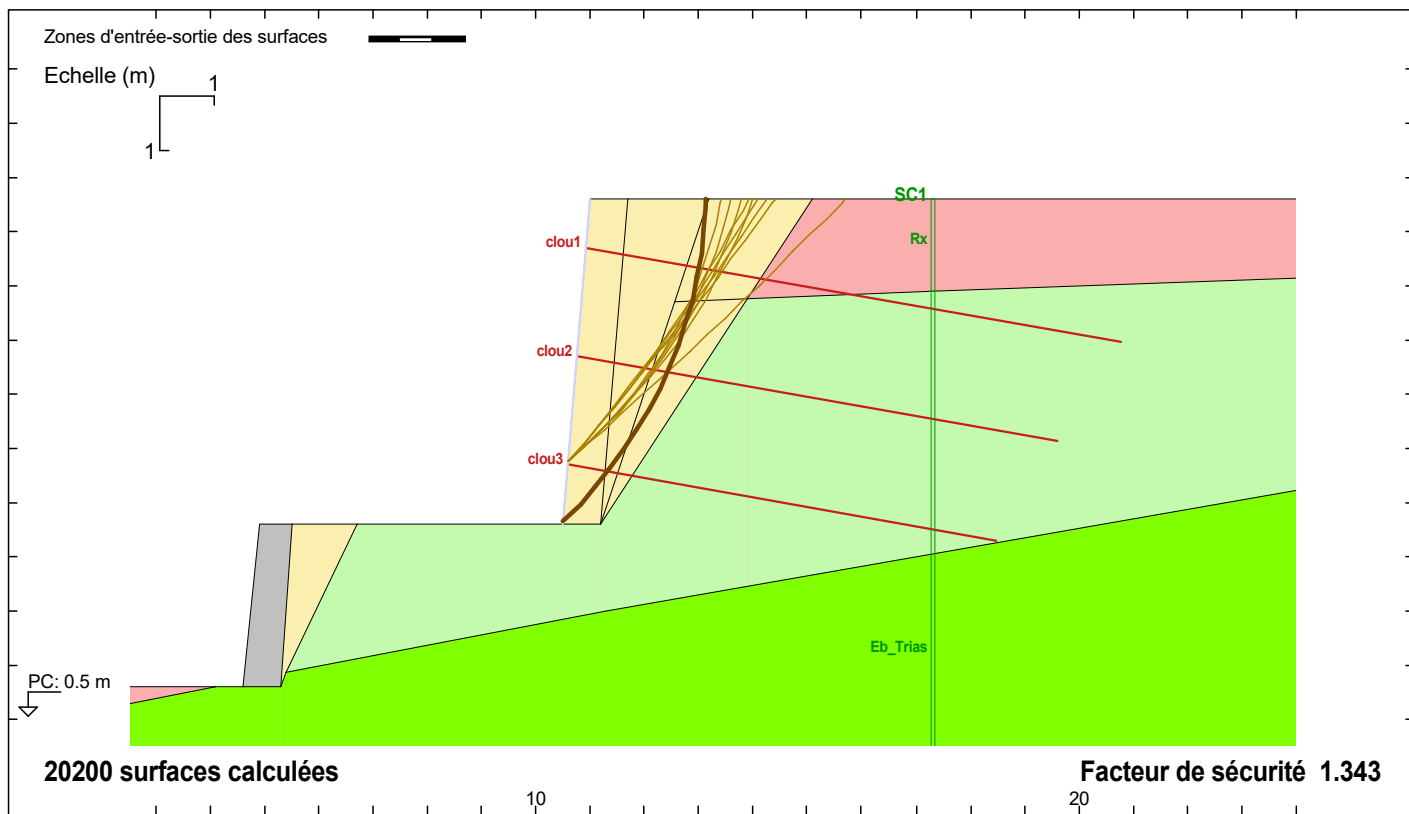
Fichier "Stab ensemble\_Mur Bollène"  
 Méthode de BISHOP modifiée  
 Classique  
 Action des terres  $\gamma_e$  : 1  
 Résistance des terres  $\gamma_{r,e}$  : 1  
 Coefficient de Méthode 1  
 Unités : kN, m

	Ytête	L	$\alpha$	Esp	$\emptyset$	F arma
CLOU 1	9.70000	10.00	10.0	1.80	0.110	220.0 / 1.000
CLOU 2	7.70000	9.000	10.0	1.80	0.110	220.0 / 1.000
CLOU 3	5.70000	8.000	10.0	1.80	0.110	220.0 / 1.000

SISMIQUE			$\sigma_v$
$\sigma_h$	$\sigma_v$	Pcav	$\sigma_h$
0.220	0.110	0.0000	

N°	Xc	Yc	R	Fs	Fso	CL1 trac.	CL2 trac.	CL3 trac.	$\Sigma$ trac.
1	-10.360	83.200	81.320	1.528	1.217	3.5300	50.500	105.05	159.08
2	-0.4400	46.130	42.950	1.534	1.138	21.600	58.530	106.23	186.36
3	-944.42	2294.4	2481.0	1.535	1.069	30.050	72.690	115.53	218.27
4	-21.520	81.920	83.690	1.542	0.992	44.610	78.220	116.17	239.00
5	-9.8000	82.760	80.680	1.558	1.228	4.2000	51.820	107.37	163.39
6	3.1600	32.720	29.070	1.559	1.084	35.390	65.060	107.30	207.75
7	7.3100	30.610	26.200	1.561	1.280	4.0400	38.830	92.460	135.33
8	-0.0500	45.660	42.330	1.567	1.147	22.370	59.800	108.44	190.61
9	-5.6800	43.960	42.550	1.567	0.941	55.960	82.910	116.77	255.64
10	-932.66	2299.0	2480.6	1.570	1.079	30.640	73.940	117.43	222.01
Efforts maximums dans les clous (FS = 1) :						52.092	71.169	71.512	194.77
Efforts T0 (FS = 1) :						52.092	71.169	71.512	194.77
Efforts T1 (FS = 1) :						27.796	29.259	30.722	87.778
Efforts T2 (FS = 1; T2/Pa = 1.2; $\delta/\phi = 0$ ) :						59.215	62.345	65.462	187.02
Maximums T0, T1, T2 :						59.215	71.169	71.512	

25 06 499_BD	13/01/26 16:02	<b>Effondrement Mur</b>	EC8 A3 - sismique mixte - +kv	FIGURE
		Bollène Vésubie		



GEOSTAB© v4.8.5 du 23/02/2023 développé par GEOS GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât. Europa 2 Tél : 04 50 95 38 14  
<http://www.geos.fr> E-mail: [logiciels@geos.fr](mailto:logiciels@geos.fr) Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	( $\gamma$ ; $\gamma_{sat}$ )	C	$\phi$	qs
1	(18.00; 20.00) * 1.00	2.000 / 1.00	28.00 / 1.00	0.000 / 1.85
2	(20.00; 22.00) * 1.00	0.000 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.85
3	(19.00; 21.00) * 1.00	2.000 / 1.00	34.00 / 1.00	100.0 / 1.85
4	(24.00; 24.00) * 1.00	25.00 / 1.00	40.00 / 1.00	0.000 / 1.85
5	(20.00; 22.00) * 1.00	5.000 / 1.00	34.00 / 1.00	0.000 / 1.85

Fichier "Stab ensemble\_Mur Bollène"  
Méthode de BISHOP modifiée  
Classique  
Action des terres  $\gamma_e$  : 1  
Résistance des terres  $\gamma_{r,e}$  : 1  
Coefficient de Méthode 1  
Unités : kN, m

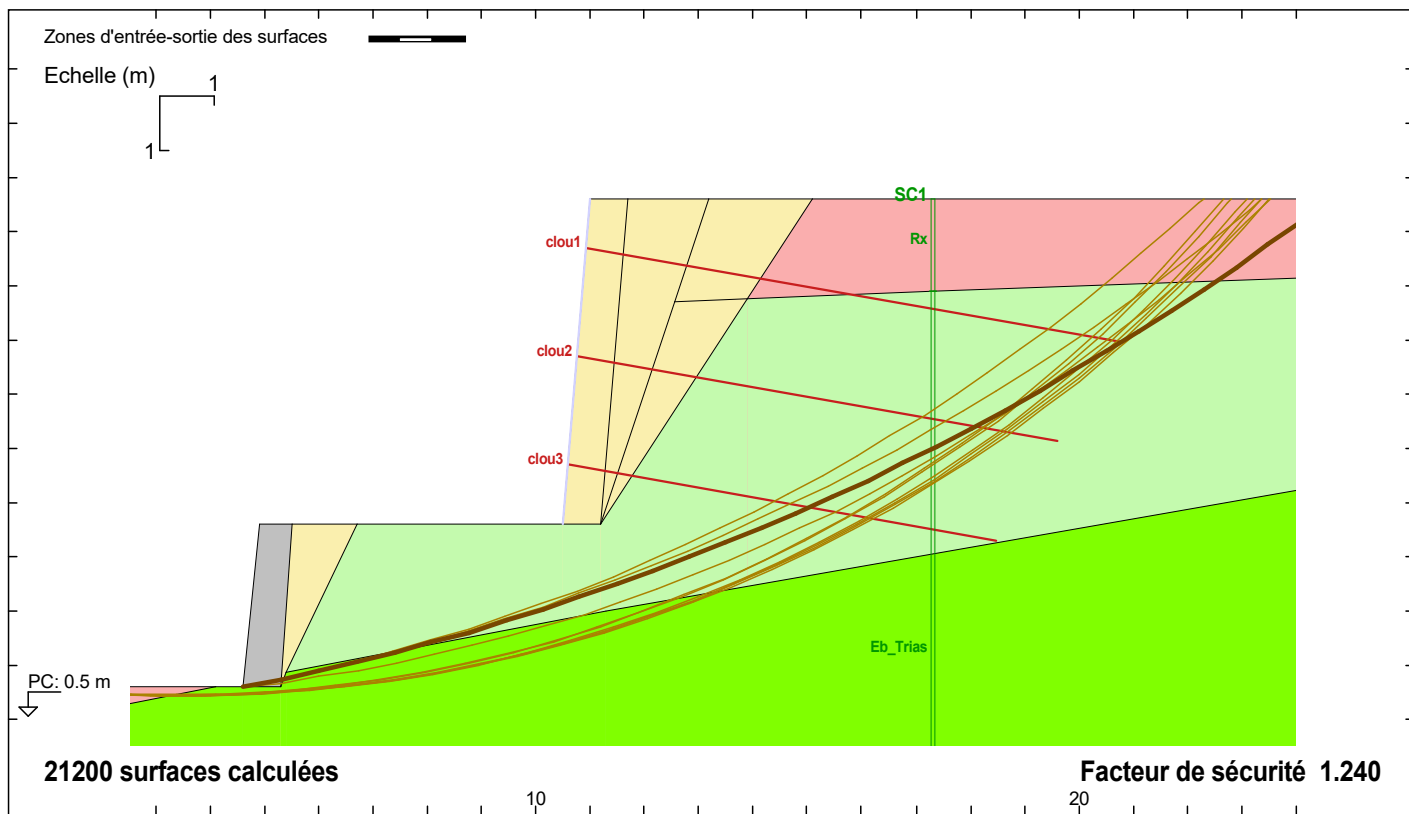
	Ytête	L	$\alpha$	Esp	$\emptyset$	F arma
CLOU 1	9.70000	10.00	10.0	1.80	0.110	220.0 / 1.000
CLOU 2	7.70000	9.000	10.0	1.80	0.110	220.0 / 1.000
CLOU 3	5.70000	8.000	10.0	1.80	0.110	220.0 / 1.000


SISMIQUE			$\sigma_h$
$\sigma_h$	$\sigma_v$	Pcav	$\sigma_v$
0.220	-0.110	0.0000	

N°	Xc	Yc	R	Fs	Fso	CL1 trac.	CL2 trac.	CL3 trac.	$\Sigma$ trac.
1	4.6500	10.810	8.4800	1.343	0.453	0.0000	126.31	126.92	253.23
2	5.4800	11.990	8.0500	1.409	0.518	94.060	126.31	0.0000	220.37
3	-40.580	64.990	78.260	1.410	0.633	94.060	126.31	0.0000	220.37
4	4.9000	12.660	8.9300	1.412	0.522	94.060	126.31	0.0000	220.37
5	-18.660	31.660	39.060	1.415	0.483	94.060	126.31	0.0000	220.37
6	4.1800	13.500	10.050	1.416	0.529	94.060	126.31	0.0000	220.37
7	3.2300	14.590	11.480	1.418	0.536	94.060	126.31	0.0000	220.37
8	-32.970	44.170	58.070	1.419	0.494	94.060	126.31	0.0000	220.37
9	-6.9700	21.430	23.530	1.420	0.463	94.060	126.31	0.0000	220.37
10	-11.360	25.270	29.360	1.421	0.473	94.060	126.31	0.0000	220.37
Efforts maximums dans les clous (FS = 1) :						61.841	86.748	87.166	235.76
Efforts T0 (FS = 1) :						61.841	86.748	87.166	235.76
Efforts T1 (FS = 1) :						27.796	29.259	30.722	87.778
Efforts T2 (FS = 1; T2/Pa = 1.2; $\delta/\phi = 0$ ) :						59.215	62.345	65.462	187.02
Maximums T0, T1, T2 :						61.841	86.748	87.166	

25 06 499_BD	13/01/26 16:02	<b>Effondrement Mur</b>	EC8 A3 - sismique mixte - -kv	FIGURE
		Bollène Vésubie		






 GEOSTAB® v4.8.5 du 23/02/2023 développé par GEOS      GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât. Europa 2      Tél : 04 50 95 38 14  
 http://www.geos.fr      E-mail: logiciels@geos.fr      Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS      Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	( $\gamma$ ; $\gamma_{sat}$ )	C	$\phi$	qs
1	(18.00; 20.00) * 1.00	2.000 / 1.00	28.00 / 1.00	0.000 / 1.85
2	(20.00; 22.00) * 1.00	0.000 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.85
3	(19.00; 21.00) * 1.00	2.000 / 1.00	34.00 / 1.00	100.0 / 1.85
4	(24.00; 24.00) * 1.00	25.00 / 1.00	40.00 / 1.00	0.000 / 1.85
5	(20.00; 22.00) * 1.00	5.000 / 1.00	34.00 / 1.00	0.000 / 1.85

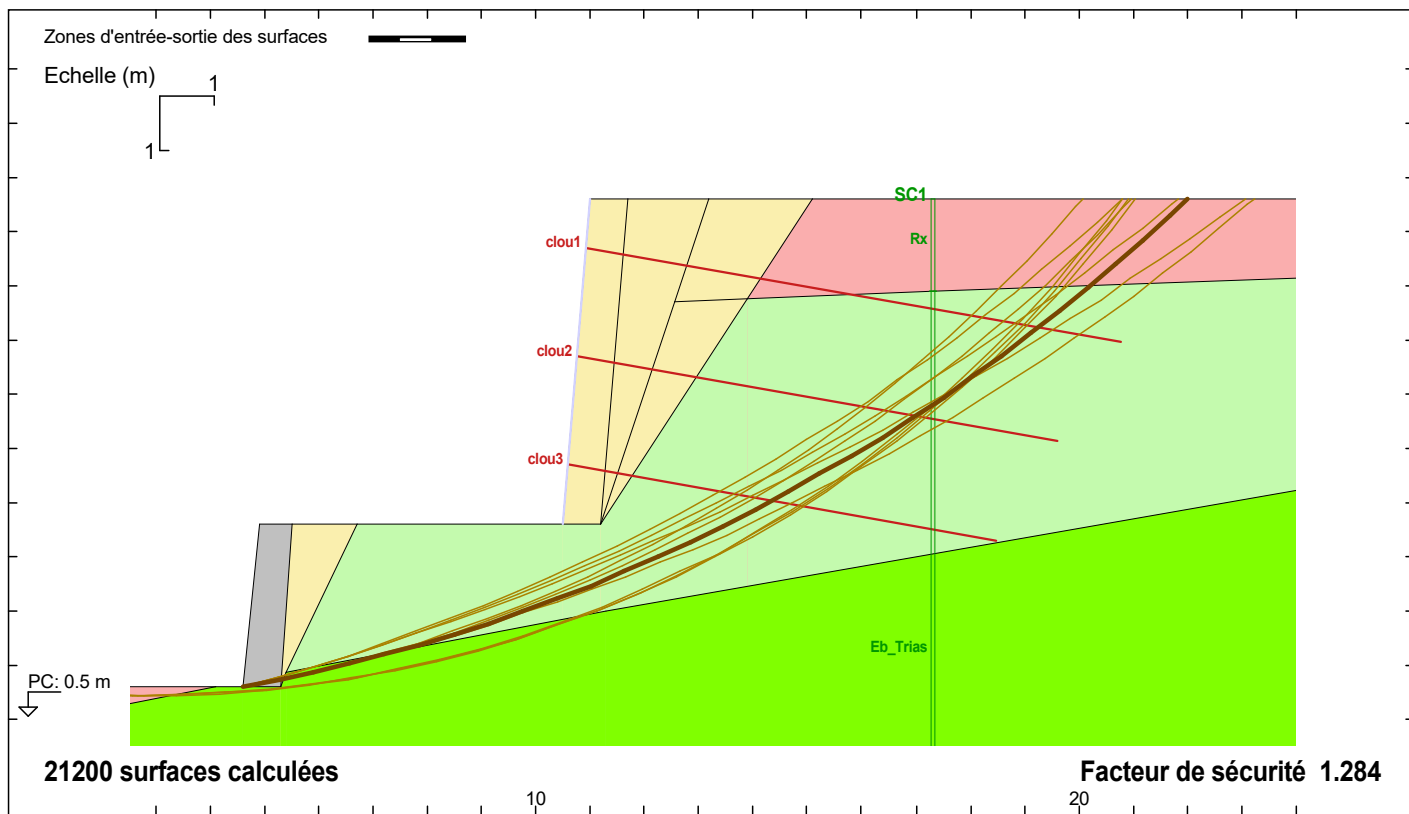
Fichier "Stab ensemble\_Mur Bollène"  
 Méthode de BISHOP modifiée  
 Classique  
 Action des terres  $\gamma_e$  : 1  
 Résistance des terres  $\gamma_{r,e}$  : 1  
 Coefficient de Méthode 1  
 Unités : kN, m


	Ytête	L	$\alpha$	Esp	$\emptyset$	F arma
CLOU 1	9.70000	10.00	10.0	1.80	0.110	220.0 / 1.000
CLOU 2	7.70000	9.000	10.0	1.80	0.110	220.0 / 1.000
CLOU 3	5.70000	8.000	10.0	1.80	0.110	220.0 / 1.000

SISMIQUE			$\sigma_v$
$\sigma_h$	$\sigma_v$	Pcav	$\sigma_h$
0.220	0.110	0.0000	

N°	Xc	Yc	R	Fs	Fso	CL1 trac.	CL2 trac.	CL3 trac.	$\Sigma$ trac.
1	-4.8900	49.570	48.900	1.240	1.140	0.0000	29.060	65.130	94.190
2	-3.4200	42.420	41.600	1.244	1.105	13.330	39.060	71.460	123.85
3	-2.3400	37.150	36.220	1.253	1.076	25.490	47.970	77.270	150.73
4	1.0800	33.480	32.070	1.253	1.162	4.1100	26.360	56.270	86.740
5	3.5300	27.560	26.110	1.254	1.194	0.0000	17.590	43.560	61.150
6	3.5700	27.180	25.730	1.254	1.190	1.4900	18.960	44.500	64.950
7	3.2400	26.920	25.480	1.254	1.171	8.0400	25.040	49.900	82.980
8	3.6100	26.790	25.340	1.254	1.186	3.2700	20.410	45.490	69.170
9	3.4900	27.920	26.480	1.255	1.197	0.0000	16.370	42.670	59.040
10	3.2800	26.570	25.130	1.255	1.168	9.6700	26.300	50.750	86.720
Efforts maximums dans les clous (FS = 1) :						46.264	58.408	62.425	167.10
Efforts T0 (FS = 1) :						46.264	50.848	62.425	159.54
Efforts T1 (FS = 1) :						27.796	29.259	30.722	87.778
Efforts T2 (FS = 1; T2/Pa = 1.2; $\delta/\phi = 0$ ) :						59.215	62.345	65.462	187.02
Maximums T0, T1, T2 :						59.215	62.345	65.462	

25 06 499_BD	13/01/26 16:02	<b>Effondrement Mur</b>	EC8 A3 - sismique ensemble - +kv	FIGURE
		Bollène Vésubie		




 GEOSTAB® v4.8.5 du 23/02/2023 développé par GEOS      GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât. Europa 2      Tél : 04 50 95 38 14  
 http://www.geos.fr      E-mail: logiciels@geos.fr      Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS      Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	( $\gamma$ ; $\gamma_{sat}$ )	C	$\phi$	qs
1	(18.00; 20.00) * 1.00	2.000 / 1.00	28.00 / 1.00	0.000 / 1.85
2	(20.00; 22.00) * 1.00	0.000 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.85
3	(19.00; 21.00) * 1.00	2.000 / 1.00	34.00 / 1.00	100.0 / 1.85
4	(24.00; 24.00) * 1.00	25.00 / 1.00	40.00 / 1.00	0.000 / 1.85
5	(20.00; 22.00) * 1.00	5.000 / 1.00	34.00 / 1.00	0.000 / 1.85

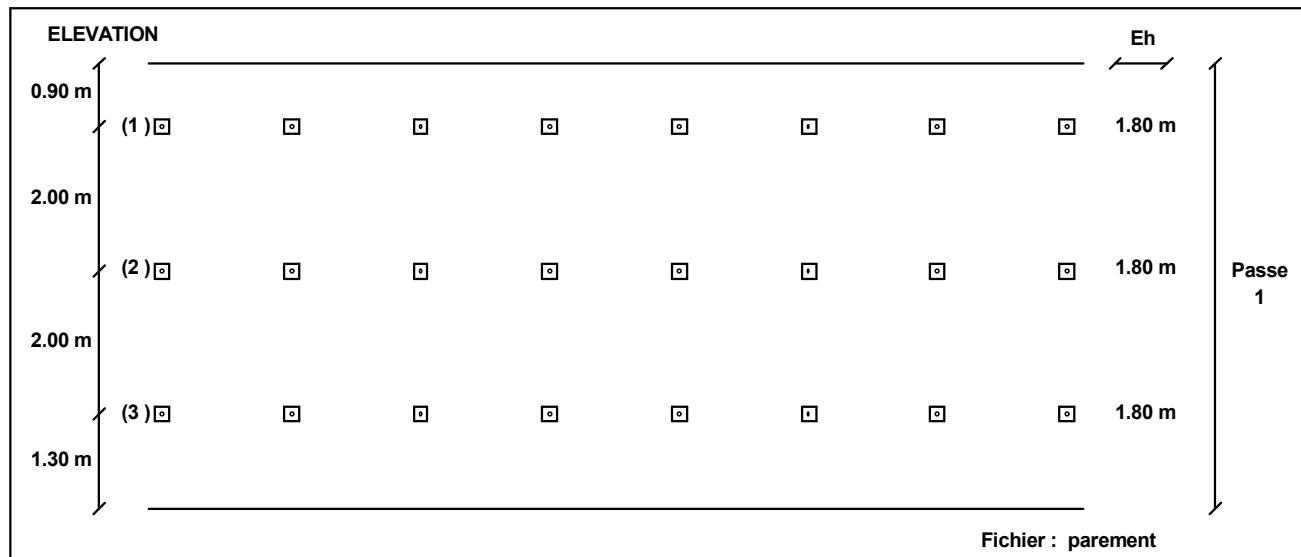
Fichier "Stab ensemble\_Mur Bollène"  
 Méthode de BISHOP modifiée  
 Classique  
 Action des terres  $\gamma_e$  : 1  
 Résistance des terres  $\gamma_{r,e}$  : 1  
 Coefficient de Méthode 1  
 Unités : kN, m

	Ytête	L	$\alpha$	Esp	$\emptyset$	F arma
CLOU 1	9.70000	10.00	10.0	1.80	0.110	220.0 / 1.000
CLOU 2	7.70000	9.000	10.0	1.80	0.110	220.0 / 1.000
CLOU 3	5.70000	8.000	10.0	1.80	0.110	220.0 / 1.000

SISMIQUE			$\sigma_h$
$\sigma_h$	$\sigma_v$	Pcav	$\sigma_v$
0.220	-0.110	0.0000	

N°	Xc	Yc	R	Fs	Fso	CL1 trac.	CL2 trac.	CL3 trac.	$\Sigma$ trac.
1	-1.8100	35.360	34.360	1.284	1.123	28.410	49.800	78.110	156.32
2	-0.9600	31.090	30.010	1.286	1.089	40.880	59.080	84.150	184.11
3	-2.9500	41.060	40.170	1.287	1.164	14.340	39.450	71.330	125.12
4	-7.5800	45.930	45.970	1.291	1.079	36.720	61.140	91.230	189.09
5	-10.310	55.610	56.030	1.292	1.119	23.720	52.000	85.660	161.38
6	-0.3000	27.790	26.650	1.295	1.060	52.060	67.380	89.710	209.15
7	-5.6800	39.220	39.000	1.296	1.045	48.240	69.340	96.270	213.85
8	2.9500	23.440	21.990	1.297	1.149	35.810	48.510	68.850	153.17
9	2.9000	23.770	22.320	1.297	1.153	34.180	47.270	68.030	149.48
10	2.8500	24.100	22.650	1.297	1.157	32.620	46.090	67.240	145.95
Efforts maximums dans les clous (FS = 1) :						57.938	77.803	78.178	213.92
Efforts T0 (FS = 1) :						57.938	77.803	78.178	213.92
Efforts T1 (FS = 1) :						27.796	29.259	30.722	87.778
Efforts T2 (FS = 1; T2/Pa = 1.2; $\delta/\phi = 0$ ) :						59.215	62.345	65.462	187.02
Maximums T0, T1, T2 :						59.215	77.803	78.178	

25 06 499_BD	13/01/26 16:02	<b>Effondrement Mur</b>	EC8 A3 - sismique ensemble - -kv	FIGURE
		Bollène Vésubie		



GEOSPAR©2014 du 07/09/2017  
http://www.geos.fr / E-MAIL: logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av Marie Curie  
Bâtiment Europa 2, 74160 ARCHAMPS - FRANCE

TEL: 04 50 95 38 14  
FAX: 04 50 95 99 36

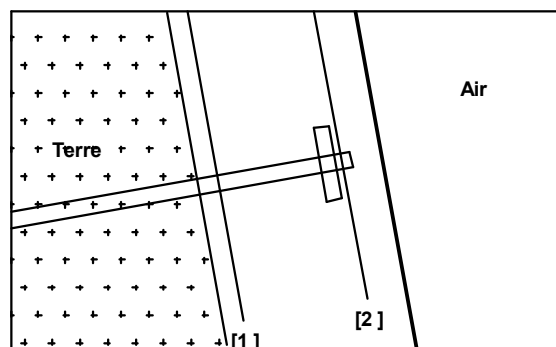
### DONNEES

Force dans les clous	(1)	(2)	(3)	
ELU fondamental	125.00	125.00	125.00	kN
ELS	92.59	92.59	92.59	kN
Rapport entre contrainte min et contrainte max : 0.000				

#### Plaque d'appui

Dimensions	20.00 *	20.00	cm
Pl (sol derrière béton)	0.00	MPa	
Béton			
Epaisseur	25.	cm	
Epaisseur sous plaque	17.	cm	
Enrobage terre [1]	3.	cm	
Enrobage air [2]	5.	cm	
Fck	30.00	MPa	
Classe d'exposition	XD2		

Armatures	[1]	[2]
Type Acier	S-500	S-500
Adherence	Classe A	Classe A



### EPAISSEUR DE PLAQUE

Lit n° (1)	(2)	(3)	
1.301	1.301	1.301	cm

### PASSE 1

FLEXION		Appui [1] Horizontal	Appui [1] Vertical	Travée [2] Horizontal	Travée [2] Vertical	
ELU	moment	-21.3	-30.6	5.51	5.91	kN.m/m
fondamental	section d'acier	2.15	3.11	0.61	0.65	cm²/m
ELS	moment	-15.8	-22.7	4.08	4.38	kN.m/m
	section d'acier	1.88	2.73	0.52	0.56	cm²/m
Section d'acier retenue		2.15	3.11	0.61	0.65	cm²/m
Sections d'acier suivant la norme NF EN 1992-1-1						

25 06 499

13/01/26 16:03

PAR\_Effondrement Mur

Bollène Vésubie

FIGURE

- 1



Fissuration suivant NF 1992-1-1 /NA	Appui [1]		Travée [2]		
	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	
Espacement proposé	125.00	100.00	150.00	225.00	mm
Diamètre proposé	8.00	8.00	6.00	8.00	mm
Section proposée	4.02	5.03	1.88	2.23	cm <sup>2</sup> /m
Contrainte dans le béton	3.66	4.21	1.31	1.40	MPa
Contrainte admissible dans le béton	13.50	13.50	13.50	13.50	MPa
Ouverture de fissuration maxi admissible	0.20	0.20	0.20	0.20	mm
Ouverture de fissuration	0.19	0.19	0.20	0.19	mm

POINCONNEMENT	Ved ;	VEd,0	VRd,max	VEd,1	VRd,c
ELU fondamental	125.00 kN	1.12	< 5.28	0.35	< 0.54
Pas de panier de renforcement en tete de clou					

25 06 499

13/01/26 16:03

PAR\_Effondrement Mur

FIGURE

Bollène Vésubie

- 2

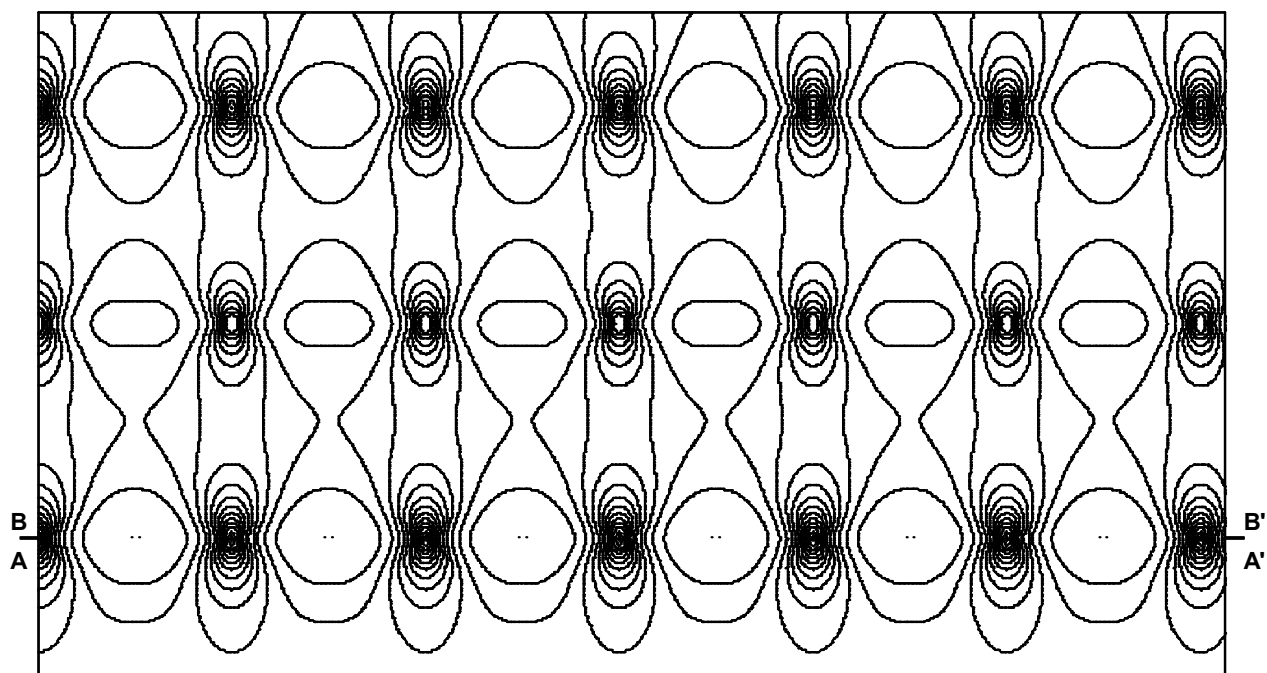




## CARTE ISOVALEURS

## Moments selon X :

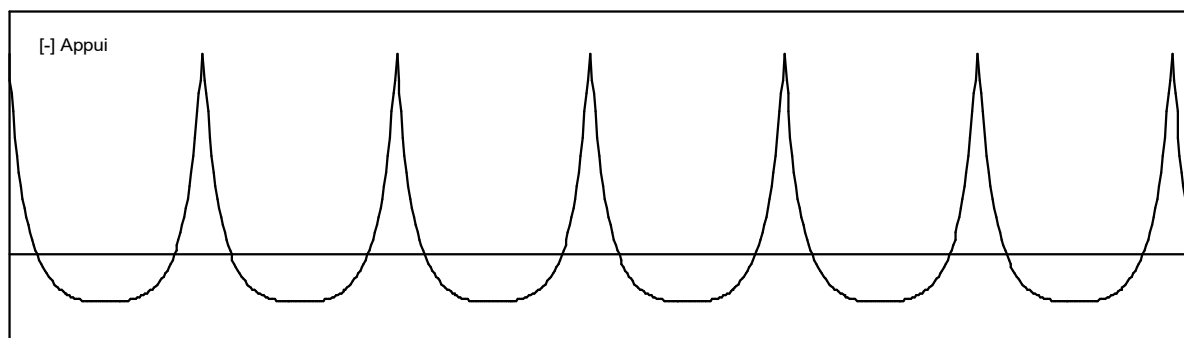
## ELU fondamental



## COUPE AA' MAXIMUM SUR APPUIS

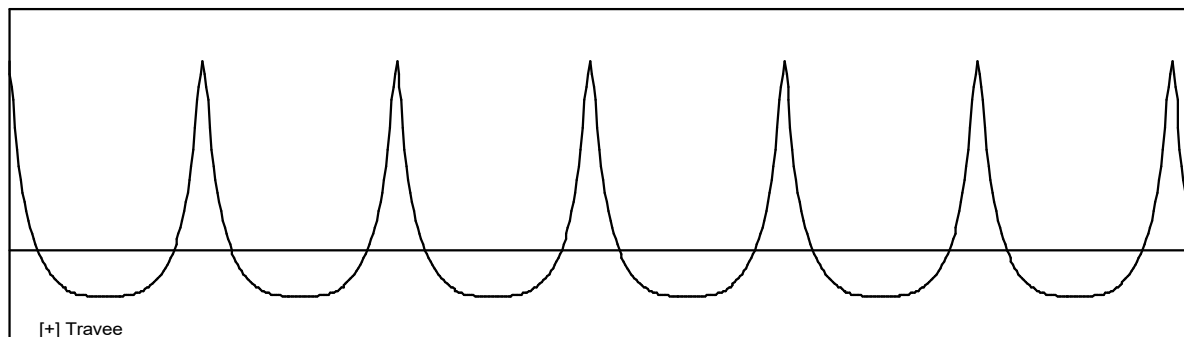
Moment sur appui (kN.m) = -23.8087

Moment écreté (kN.m) = -21.2692



## COUPE BB' MAXIMUM EN TRAVÉE

Moment en travée (kN.m) = 5.50549



25 06 499

13/01/26 16:03

PAR\_Effondrement Mur

Bollène Vésubie

FIGURE

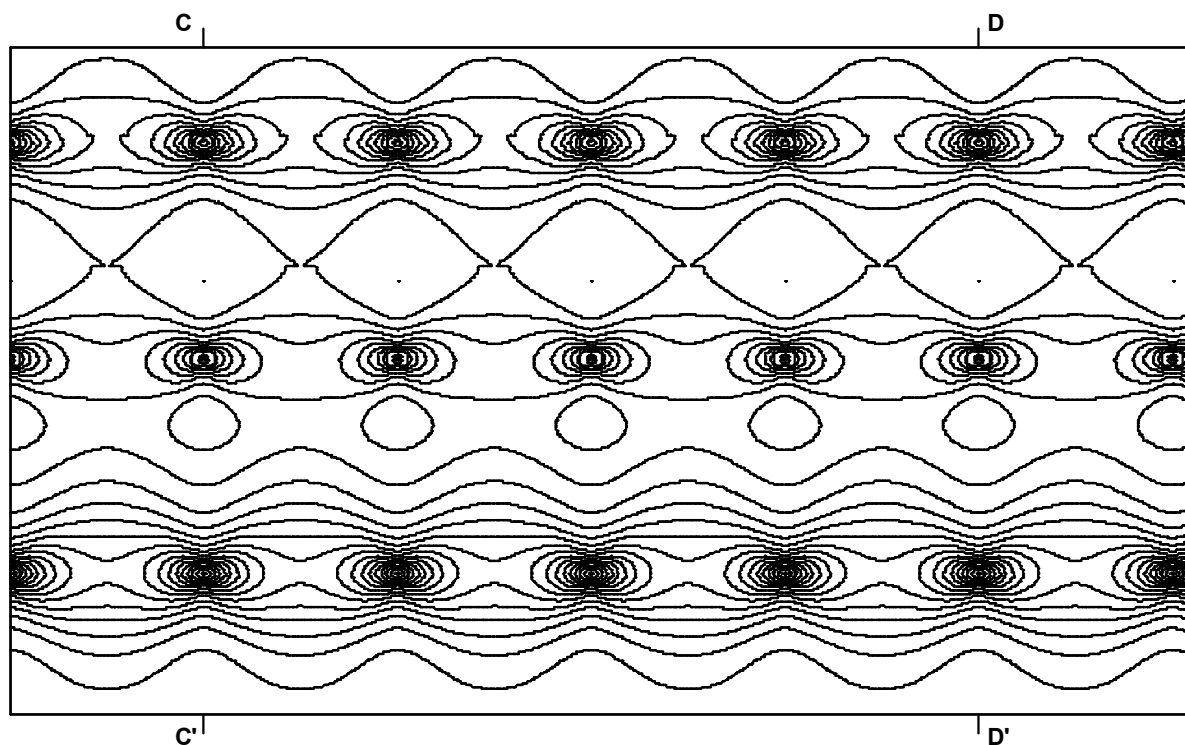
- 3



## CARTE ISOVALEURS

## Moments selon Y :

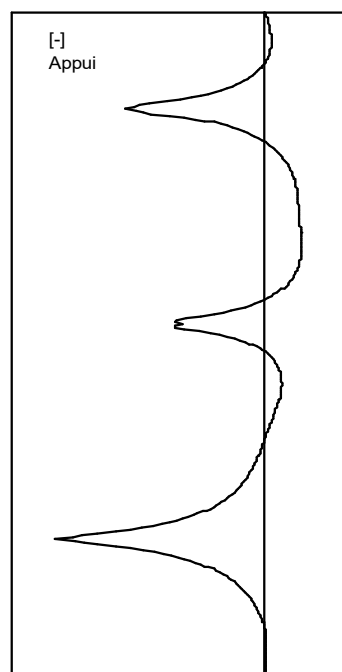
## ELU fondamental



## COUPE CC' MAXIMUM SUR APPUIS

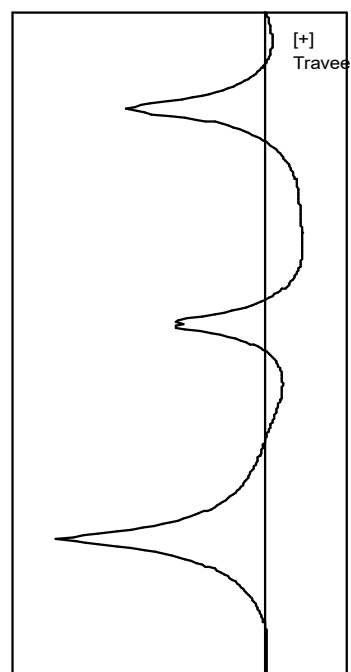
Moment sur appui (kN.m) = -33.1134

Moment écrété (kN.m) = -30.5905



## COUPE DD' MAXIMUM EN TRAVÉE

Moment en travée (kN.m) = 5.91022



25 06 499

13/01/26 16:03

PAR\_Effondrement Mur

Bollène Vésubie

FIGURE

- 4

**ANNEXE N° 04 : COUPES DE TRAVAUX ET VUE EN ELEVATION**



# Sécurisation du jardin des Héros

COMMUNE DE LA BOLLENE-VESUBIE (06450)



TERZATEC

**INGENIERIE ET EXPERTISE**  
67 avenue de Verdun  
06360 EZE  
tel : 06.79.95.70.37  
email : [contact@terzatec.com](mailto:contact@terzatec.com)

## PHASE PROJET

Coupe de travaux  
Vue en élévation

## MAITRISE D' OUVRAGE

Commune de la Bollène-Vésubie (06)

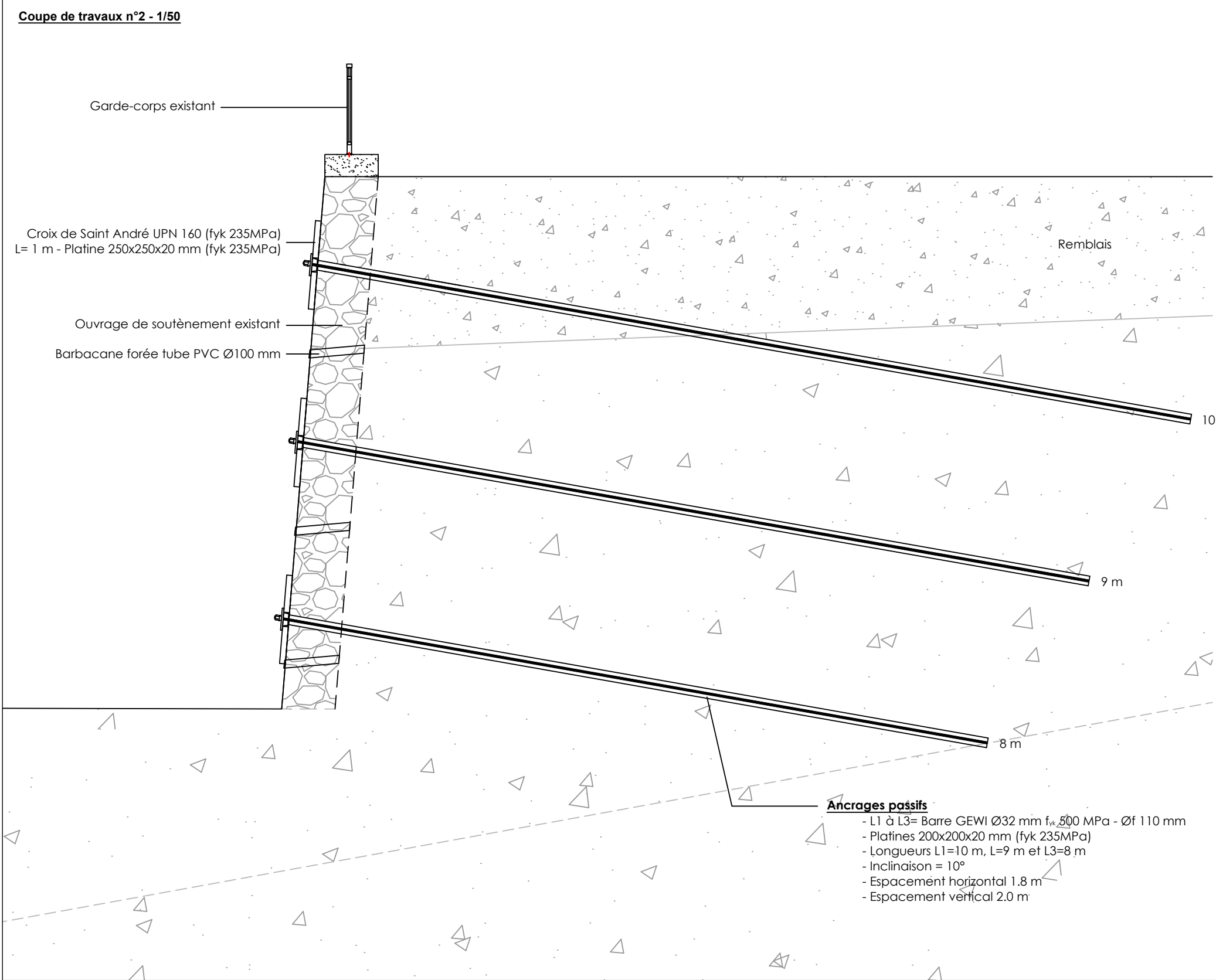
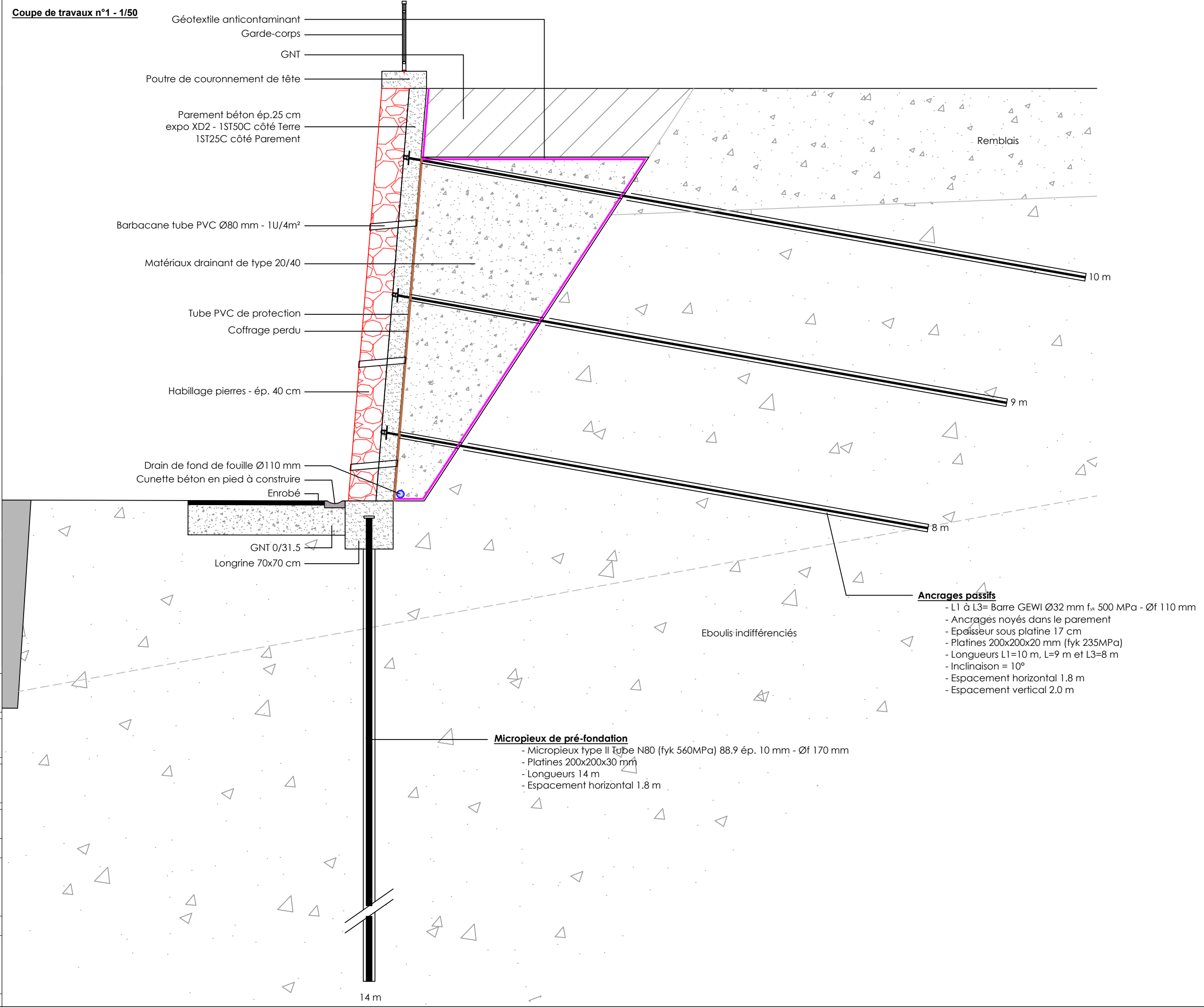
Architecte	---	tel,	---
------------	-----	------	-----

Controle	---	tel,	---
----------	-----	------	-----

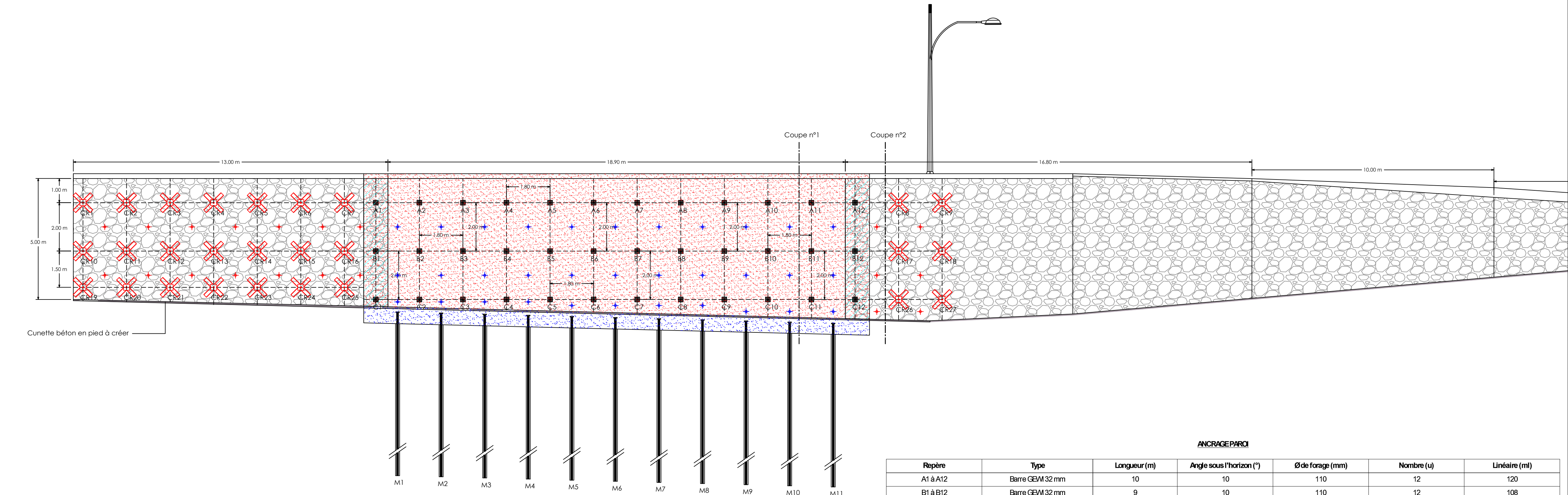
Entreprise	---	tel,	---
------------	-----	------	-----

Modifications			NICE le,	Janvier 2026
Indices	Date	Designation	Des.	AFF.
0	31/12/2025	Coupe de travaux + vue en élévation (G5 + G2AVP)	S.DS	MOE/25/06/499
1	26/01/2026	Mise à jour G2PRO	Ing.	
			B.D	
			Echelle	
			1/100 1/50	001

vue en élévation - 1/100



Crous	Côte NGF	Inclinaison (°)	Longueur (m)	Ø de forage (mm)	Armature
A1	-	10	10	110	GBW 32 mm
A2	-	10	10	110	GBW 32 mm
A3	-	10	10	110	GBW 32 mm
A4	-	10	10	110	GBW 32 mm
A5	-	10	10	110	GBW 32 mm
A6	-	10	10	110	GBW 32 mm
A7	-	10	10	110	GBW 32 mm
A8	-	10	10	110	GBW 32 mm
A9	-	10	10	110	GBW 32 mm
A10	-	10	10	110	GBW 32 mm
A11	-	10	10	110	GBW 32 mm
A12	-	10	10	110	GBW 32 mm
B1	-	10	9	110	GBW 32 mm
B2	-	10	9	110	GBW 32 mm
B3	-	10	9	110	GBW 32 mm
B4	-	10	9	110	GBW 32 mm
B5	-	10	9	110	GBW 32 mm
B6	-	10	9	110	GBW 32 mm
B7	-	10	9	110	GBW 32 mm
B8	-	10	9	110	GBW 32 mm
B9	-	10	9	110	GBW 32 mm
B10	-	10	9	110	GBW 32 mm
B11	-	10	9	110	GBW 32 mm
B12	-	10	9	110	GBW 32 mm
C1	-	10	8	110	GBW 32 mm
C2	-	10	8	110	GBW 32 mm
C3	-	10	8	110	GBW 32 mm
C4	-	10	8	110	GBW 32 mm
C5	-	10	8	110	GBW 32 mm
C6	-	10	8	110	GBW 32 mm
C7	-	10	8	110	GBW 32 mm
C8	-	10	8	110	GBW 32 mm
C9	-	10	8	110	GBW 32 mm
C10	-	10	8	110	GBW 32 mm
C11	-	10	8	110	GBW 32 mm
C12	-	10	8	110	GBW 32 mm
CR1	-	10	10	110	GBW 32 mm
CR2	-	10	10	110	GBW 32 mm
CR3	-	10	10	110	GBW 32 mm
CR4	-	10	10	110	GBW 32 mm
CR5	-	10	10	110	GBW 32 mm
CR6	-	10	10	110	GBW 32 mm
CR7	-	10	10	110	GBW 32 mm
CR8	-	10	10	110	GBW 32 mm
CR9	-	10	10	110	GBW 32 mm
CR10	-	10	9	110	GBW 32 mm
CR11	-	10	9	110	GBW 32 mm
CR12	-	10	9	110	GBW 32 mm
CR13	-	10	9	110	GBW 32 mm
CR14	-	10	9	110	GBW 32 mm
CR15	-	10	9	110	GBW 32 mm
CR16	-	10	9	110	GBW 32 mm
CR17	-	10	9	110	GBW 32 mm
CR18	-	10	9	110	GBW 32 mm
CR19	-	10	8	110	GBW 32 mm
CR20	-	10	8	110	GBW 32 mm
CR21	-	10	8	110	GBW 32 mm
CR22	-	10	8	110	GBW 32 mm
CR23	-	10	8	110	GBW 32 mm
CR24	-	10	8	110	GBW 32 mm
CR25	-	10	8	110	GBW 32 mm
CR26	-	10	8	110	GBW 32 mm
CR27	-	10	8	110	GBW 32 mm



- Barre GEWI Ø32 mm f<sub>yk</sub> 500 MPa - Øf 110 mm - Ancrages noyés dans le parement - Platines 200x200x20 mm - L=10, 9 et 8 m - I = 10° - Eh= 1.8 m - Ev= 2.0 m

-  Croix de Saint André UPN 160 (fyk 235MPa) - L= 1 m - Platine 250x250x20 mm (fyk 235MPa)

- Micropieux type II Tube N80 (fyk 560MPa) 88.9 ép. 10 mm - Øf 170 mm - Platines 200x200x30 mm - L= 14 m - Eh= 1.8 m

-  Surface longrine de pied

- Paroi BP expo XD2 ép.25 cm

-  Déconstruction de l'ouvrage de soutènement existant sur 1 m de large

- Barbacane Ø80 mm - 1U/4m<sup>2</sup>

- ✚ Barbacane forée Ø100 mm

Répière	Type	Longueur (m)	Angle sous l'horizon (°)	Ø de forage (mm)	Nombre (u)	Linéaire (ml)
A1 à A12	Barre GBM 32 mm	10	10	110	12	120
B1 à B12	Barre GBM 32 mm	9	10	110	12	108
C1 à C12	Barre GBM 32 mm	8	10	110	12	96
				TOTAL	36	324
				Surface totale parement (m²)		120.09
				Densité (ml/m²)		2.70

ANCRAGE CONFORTEMENT PAR CROIX						
Répre	Type	Longueur (m)	Angle sous l'horizon (°)	Ø de forage (mm)	Nombre (u)	Linéaire (ml)
CR1 à CR8	Barre GBM 32 mm + Croix UPN160	10	10	110	9	90
CR10 à CR18	Barre GBM 32 mm + Croix UPN160	9	10	110	9	81
CR19 à CR27	Barre GBM 32 mm + Croix UPN160	8	10	110	9	72
				TOTAL	27	243