

territoires  
PUBLICS

territoires  
territoires  
territoires  
territoires

OPÉRATIONS D'URBANISME  
ÉQUIPEMENTS PUBLICS

VERSION 1

NOVEMBRE 2012



# ZAC ALPHONSE GUERIN VERIFICATION DE LA STABILITÉ DU MUR MAÇONNÉ

Rapport

  
**SAFEGE**  
*Ingénieurs Conseils*

SIÈGE SOCIAL  
PARC DE L'ÎLE - 15/27 RUE DU PORT  
92022 NANTERRE CEDEX

Agence de RENNES : 1 rue du Général de Gaulle - CS 90293  
35761 SAINT-GRÉGOIRE cedex



HAGENMULLER SA  
Ingénieurs Conseils  
7, rue Kléber BP 50256  
68005 COLMAR  
tél. 03-89-41-87-96 fax. 03-89-41-22-91  
e-mail : be@hagenmuller.fr

---

# TABLE DES MATIÈRES

---

<b>1 Mission .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Descriptif sommaire des ouvrages.....</b>	<b>2</b>
<b>3 Expertise .....</b>	<b>4</b>
3.1 Diagnostic visuel .....	4
3.1.1 Mur Ouest .....	4
3.1.2 Mur Est .....	4
3.2 Campagne de carottages sur le mur Est.....	5
3.3 Sondages à la pelle sur le mur Est.....	5
<b>4 Justification de la stabilité.....</b>	<b>7</b>
4.1 Mur Ouest.....	7
4.2 Mur Est.....	8
<b>5 Conclusions/Préconisations.....</b>	<b>10</b>
5.1 Mur Ouest.....	10
5.2 Mur Est.....	10

## TABLE DES ANNEXES

---

**Annexe 1 : Relevés synthétiques sommaires avec repérage des désordres**

**Annexe 2 : Relevé photographique des ouvrages**

**Annexe 3 : Résultats des carottages - Rapport GINGER CEBTP**

**Annexe 4 : Sondages à la pelle mécanique - Relevé photographique**

**Annexe 5 : Etude de sol**

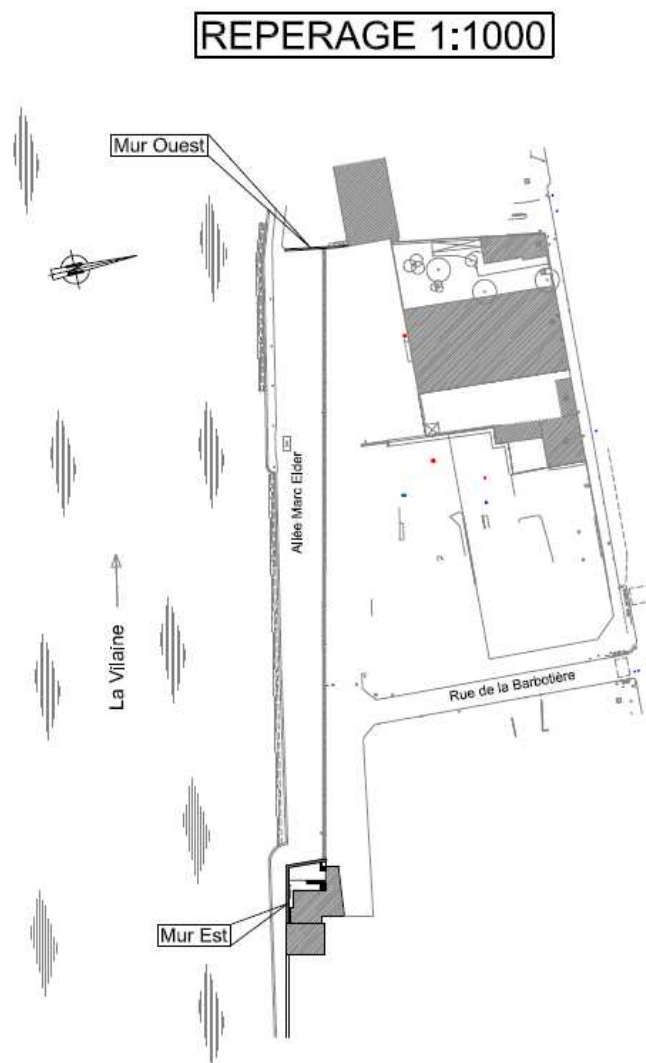
**Annexe 6 : Passages mur SETRA**

# 1

## Mission

La mission confiée par TERRITOIRES PUBLICS à SAFEGE consiste en la vérification de la stabilité des murs en maçonnerie situés de part et d'autre du rideau de palplanches de protection contre les crues situé au droit de la ZAC Alphonse Guérin à RENNES.

NOTA : La hauteur de crue centennale est celle indiquée par le Maître d'Ouvrage et correspond à la tête de couronnement du rideau de palplanches récemment réalisé. Le Maître d'Ouvrage confirmera l'actualisation de cette cote compte tenu de l'impact du rideau sur le champ d'expansion de la crue.



**2****Descriptif sommaire des ouvrages**

Il s'agit de deux murs en maçonnerie, un mur situé à l'extrémité Ouest du rideau de palplanches et un mur situé à l'extrémité Est.

Le mur Ouest a une longueur d'environ 15 m et est orienté perpendiculairement au rideau de palplanches. Il assure la protection contre les crues entre le rideau de palplanches et un immeuble situé à environ 5 m en retrait. Les 10 m de mur situé entre le rideau de palplanches et la Vilaine ne jouent aucun rôle de protection contre les digues.

Le mur Est à une longueur développée d'environ 24 m (9 m perpendiculairement au mur en palplanches et la rivière et environ 15 m parallèlement à la rivière).

Il assure le soutènement d'une habitation et d'un terrain situés en surplomb d'environ 2,50 m par rapport au chemin de halage.

D'après les informations recueillies, cette habitation ne posséderait pas de sous-sol.

Ce mur assure à ce titre une protection contre les crues de la Vilaine.



**Vue générale sur les murs**

Le mur est surmonté par des bacs à plantes sur sa plus grande partie et par un garde-corps sur le reste du linéaire.

# 3

## Expertise

### 3.1 Diagnostic visuel

Voir Annexes 1 et 2.

#### 3.1.1 Mur Ouest

Le mur Ouest est globalement en bon état et ne présente pas de désordres apparents importants.

On peut simplement noter la présence d'une fissure en partie haute sur l'épaisseur du couronnement béton.

Des coffrets techniques ainsi qu'un local technique sont adossés au mur côté Ouest.

#### 3.1.2 Mur Est

Le mur Est est globalement dans un état très moyen.

Nous avons constaté :

- ✓ pour le mur parallèle à la Vilaine :
  - ◆ 1 fissure verticale importante proche de l'angle entre les 2 parties de mur indiquant un déplacement d'une partie par rapport à l'autre,
  - ◆ 1 fissure importante au 1<sup>er</sup> tiers du mur au droit de l'angle de l'habitation,
  - ◆ de nombreuses fissures horizontales et verticales,
  - ◆ un décollement d'enduit avec présence d'humidité,
  - ◆ une fissuration entre le bâtiment, le dallage et la partie supérieure du mur ;

- ✓ pour le mur perpendiculaire à la Vilaine :
  - ◆ un décollement des enduits en partie basse,
  - ◆ une fissuration dans la zone proche de l'angle entre les 2 parties de mur.

### 3.2 Campagne de carottages sur le mur Est

Voir annexe 3.

La campagne de carottage à mis en évidence :

Carottages	Position	Distance / haut du mur	Distance / angle du mur	Epaisseur carottée	Observations
1	Mur en retour	1,50 m	-2,82 m	1,10 m	- 0 à 0,02 m : enduit soufflé - 0,02 à 0,55 m : pierres de schiste avec joint terre - 0,55 à 1,10 m : pierres de schiste avec joint mortier de chaux
2	Mur en retour	6,00 m	-2,50 m	0,75 m	- 0 à 0,035 m : enduit soufflé - 0,035 à 0,75 m : pierres de schiste avec joints mortier chaux
3	Côté Vilaine	7,75 m	-2,80 m	0,70 m	- 0 à 0,025 m : enduit résistant - 0,025 à 0,125 m : microbéton - 0,125 à 0,70 m : pierres de schiste avec joint microbéton

Les matériaux rencontrés ont des résistances très disparates avec des zones de microbéton sur le mur côté Vilaine.

### 3.3 Sondages à la pelle sur le mur Est

Voir annexe 4.

Les sondages à la pelle mécanique menés au droit du mur côté Est ont donné les résultats suivants :

- ✓ Mur perpendiculaire à la Vilaine :
  - ◆ fondation du mur à environ 1,60 m sous le terrain naturel soit environ à la cote 22,60 NGF,
  - ◆ 80 cm de maçonnerie puis 80 cm de béton maigre,
  - ◆ absence de débord de semelle.



- ✓ Mur le long de la Vilaine :
- ◆ présence d'une dalle béton entre le mur et le mur de quai à environ 50 cm sous le chemin de halage,
  - ◆ la fondation du mur n'a pas pu être relevée.

## 4

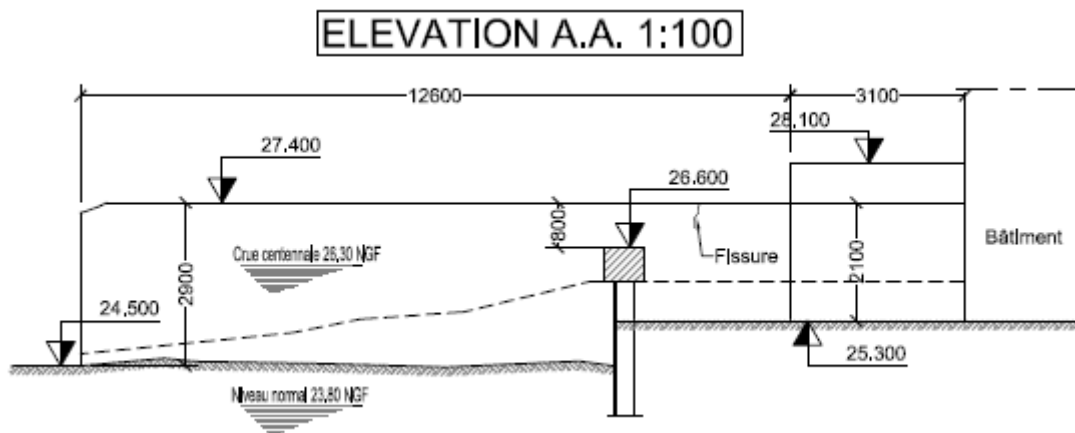
## Justification de la stabilité

Le niveau de la crue centennale est pris à 26,30 NGF.

### 4.1 Mur Ouest

Le niveau des terres côté Vilaine est à environ 26,00 NGF et 25,30 NGF côté ZAC soit un dénivelé d'environ 70 cm.

Le niveau de crue centennale se situe à 30 cm au dessus du terrain naturel côté Vilaine.



Il est prévu la mise en place d'un merlon adossé contre le mur côté ZAC.

Par conséquent, le mur n'aura aucun rôle mécanique de protection contre les crues de la Vilaine.

Cette disposition est souhaitable car la liaison mur-immeuble et la présence de locaux techniques ne permettent pas de se prononcer quant à l'étanchéité de l'ensemble.

## 4.2 Mur Est

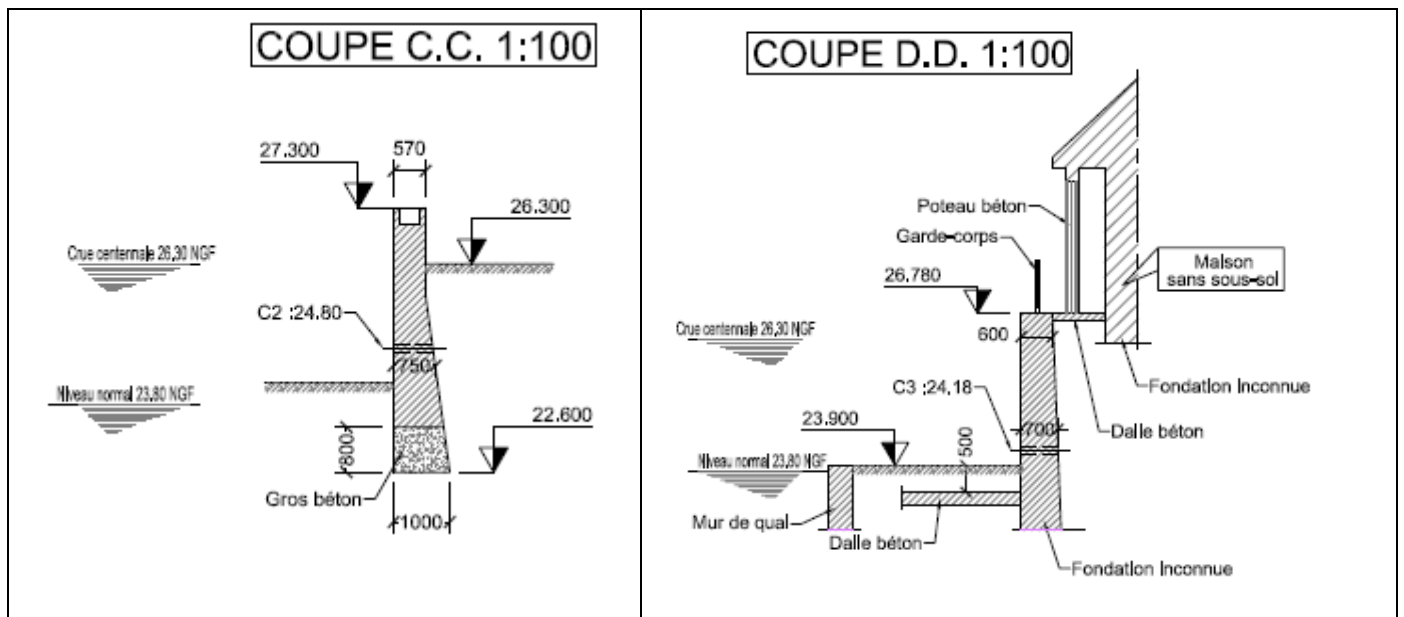
En se référant aux sondages géotechniques réalisés dans le cadre des travaux du rideau de palplanches, le mur de soutènement Est est fondé sur le toit de la couche de sable et graviers rencontré sur l'ensemble des sondages.

Nous considérons par conséquent une portance ELS de l'ordre de 2 à 2,5 bars.

Le mur a une épaisseur d'environ 57 - 60 cm en tête. Les carottages réalisés par GINGER CEBTP indiquent une épaisseur de l'ordre de 75 cm. Par extrapolation, nous pouvons estimer l'épaisseur du mur à sa base à environ 1 m.

Le mur a une hauteur vue d'environ 3 m à 3,50 m. Le niveau des terres côté riverain est à environ 26,30 m NGF. Côté Vilaine, le niveau du TN se situe à environ 24,00 NGF. La hauteur de soutènement effective est donc variable de 2,30 m à 2,78 m.

L'habitation située à l'arrière du mur Est ne possède à priori pas de sous-sol et nous n'avons aucune indication quant à la nature des fondations ou le niveau de fondation.



### Vérification en situation normale (hors crues)

Considérant une hauteur du mur (3,70 à 4,18 m entre le niveau de fondation et le niveau des terres côté riverain) et en prenant comme hypothèse une épaisseur de 100 cm à la base, compte tenu des sondages réalisés par GINGER, la stabilité du mur n'est pas vérifiée et indique une instabilité.

En revanche et constatant sa stabilité actuelle, les résultats obtenus sous-entendent une imprécision probable des sondages et autrement dit une épaisseur sans doute supérieure.

L'épaisseur théorique garantissant la stabilité a ainsi été calculée et fixée à 2,20 m en pied de mur sous réserve d'un bon état des maçonneries (voir annexe 6.1).

### **Vérification en cas de crue**

Les phénomènes de crues n'altèrent pas la stabilité de l'ouvrage. En effet, la pression d'eau vient en opposition aux efforts de poussée des terres et le niveau d'eau est sensiblement identique au niveau des terres à l'arrière du mur. Par conséquent, il n'y a pas de risque de renversement du mur.

En revanche, il y a une nécessité impérative de réaliser des travaux de réparation et de pérennisation du mur.

En particulier, il s'agit d'assurer l'étanchéité du mur en phase de crue afin qu'il n'y ait pas de montée en charge à l'arrière des maçonneries, et d'assurer un drainage efficace afin d'évacuer les eaux d'infiltration de surface et provenant des phénomènes de crue.

### **Vérification en cas de décrue**

Il est indispensable d'éliminer tout risque de gradient hydraulique entre l'amont et l'aval du mur afin d'éviter tout risque de déstabilisation.

Le calcul mené en annexe 6.2 montre que le mur n'est pas stable avec un dénivelé d'eau de 50 cm.

## 5

## Conclusions/Préconisations

### 5.1 Mur Ouest

Le mur Ouest est en bon état.

Nous préconisons la mise en œuvre d'un merlon garantissant la stabilisation et l'étanchéité du mur.

### 5.2 Mur Est

Le mur Est est dans un état très moyen (fissures, enduits décollés, ...).

Si l'on considère une géométrie garantissant la stabilité (base de 2,20 m minimum), il est indispensable d'empêcher tout dénivelé d'eau entre l'amont et l'aval du mur.

Afin de garantir la pérennité de cet ouvrage, nous préconisons de :

- ✓ assurer un suivi régulier (1 fois par an au minimum) du mur afin de contrôler l'évolution des désordres. Un suivi spécifique devra également être fait après une phase de crue-décrue de la Vilaine ;
- ✓ réaliser un merlon de protection et de stabilisation sur la partie de mur orientée perpendiculairement à la Vilaine d'une hauteur de 1 m ;
- ✓ renforcer le mur côté Vilaine et les premiers mètres du mur perpendiculaire par la mise en œuvre d'un béton projeté armé d'épaisseur d'environ 15 cm et de tirants d'ancrage traversant le mur existant.

Ces tirants d'ancrage seront inclinés afin d'échapper aux fondations du bâtiment existant et seront ancrés dans le substratum (schiste sain). Ils seront munis de plaques de répartition sur le parement vu du mur.

Ce renforcement pourra éventuellement être réalisé sur l'ensemble du mur perpendiculaire à la Vilaine afin d'éviter la mise en place ci-avant du merlon préconisé ;

- ✓ mettre en œuvre des barbacanes munies de clapet anti-retour sur toute la surface du mur ;
- ✓ injecter les fissures existantes dans les maçonneries ;
- ✓ injecter les fissures se trouvant à l'arrière du mur le long de l'habitation afin d'éviter les infiltrations d'eau.

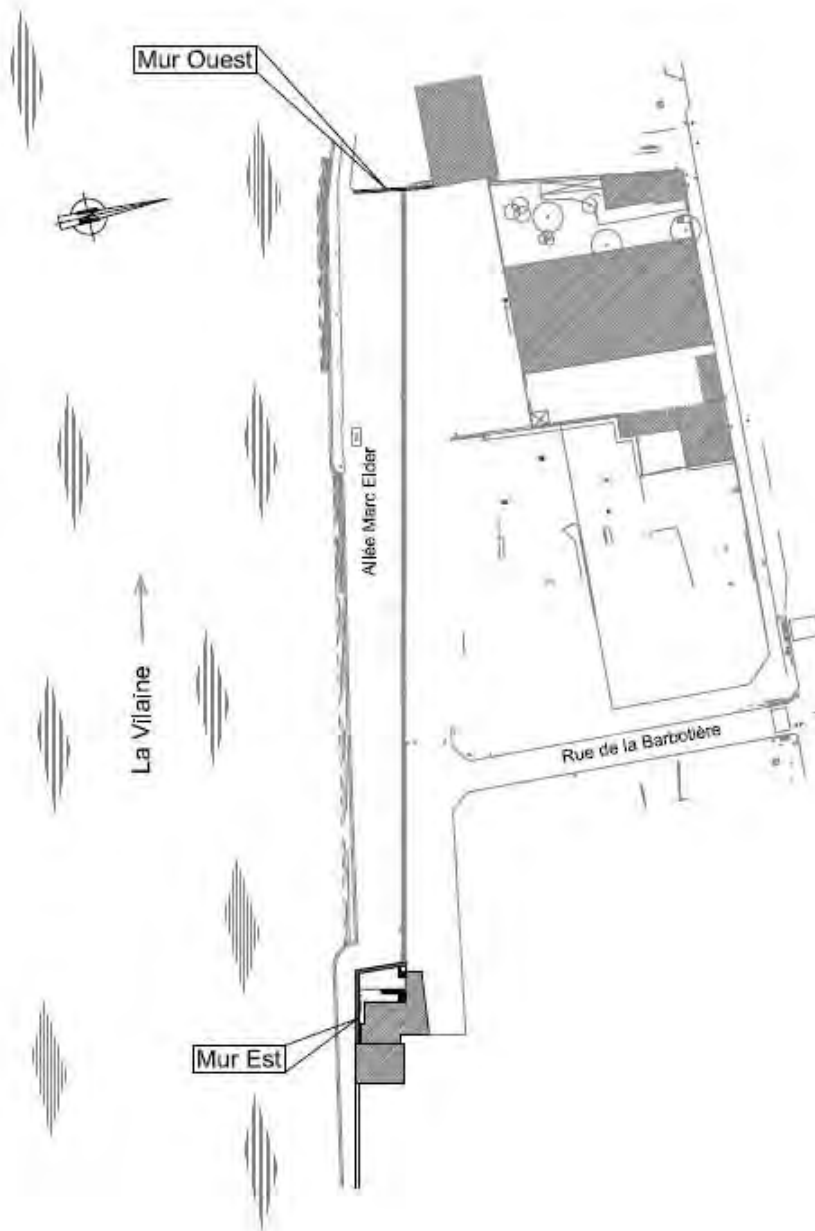
Pour la réalisation de ces travaux, des investigations et reconnaissances géotechniques seront à mener.

## ANNEXE 1

# **RELEVÉS SYNTHÉTIQUES SOMMAIRES AVEC REPÉRAGE DES DÉSORDRES**

---

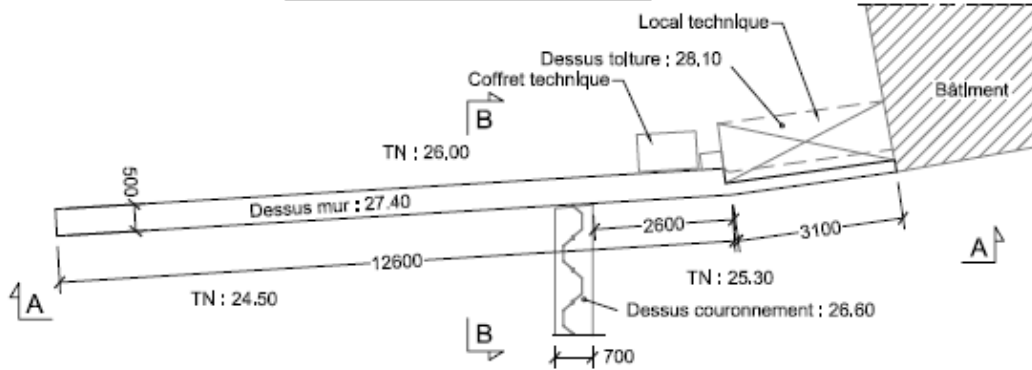
# REPERAGE 1:1000



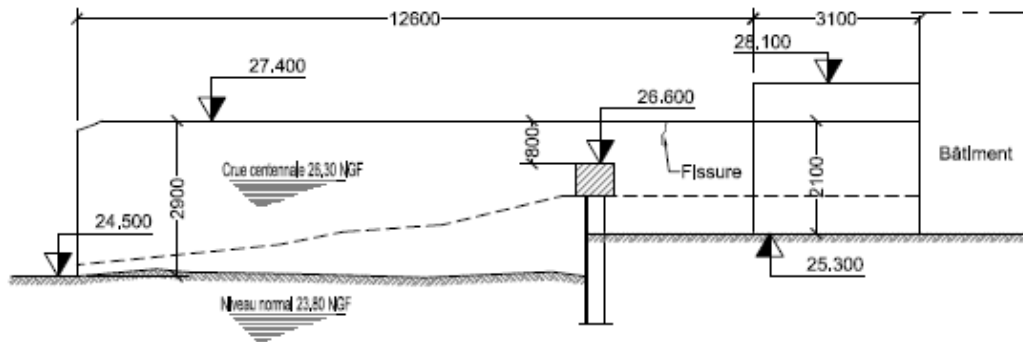


# MUR OUEST

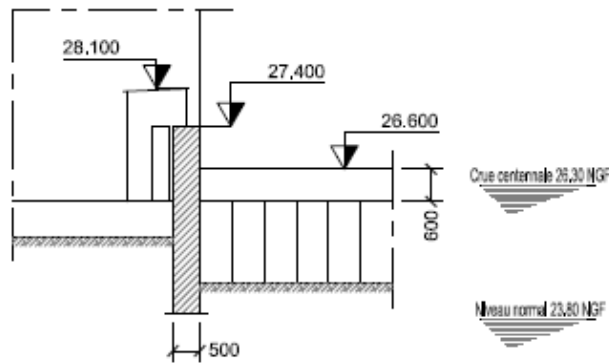
VUE EN PLAN 1:100



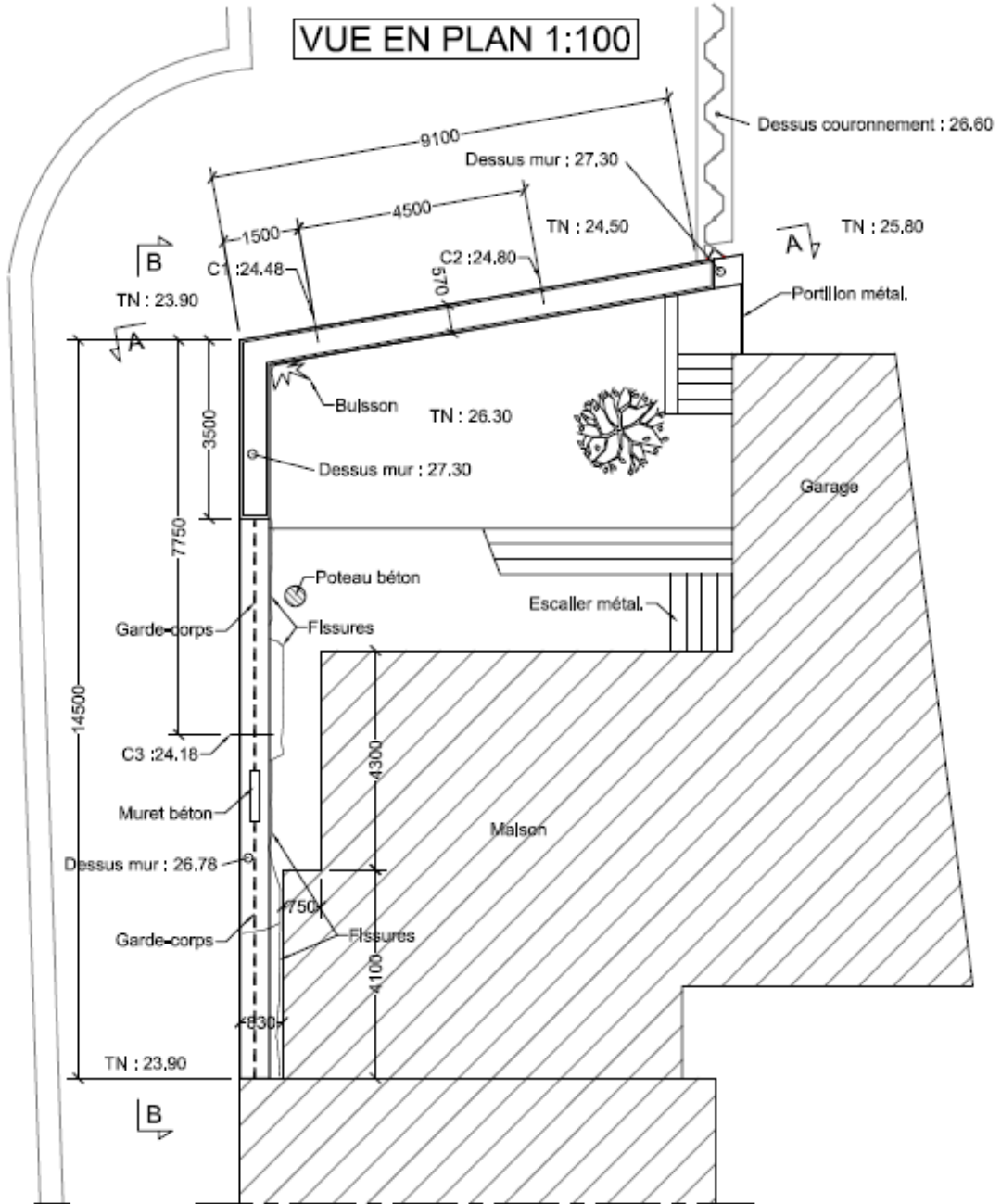
ELEVATION A.A. 1:100



COUPE B.B. 1:100

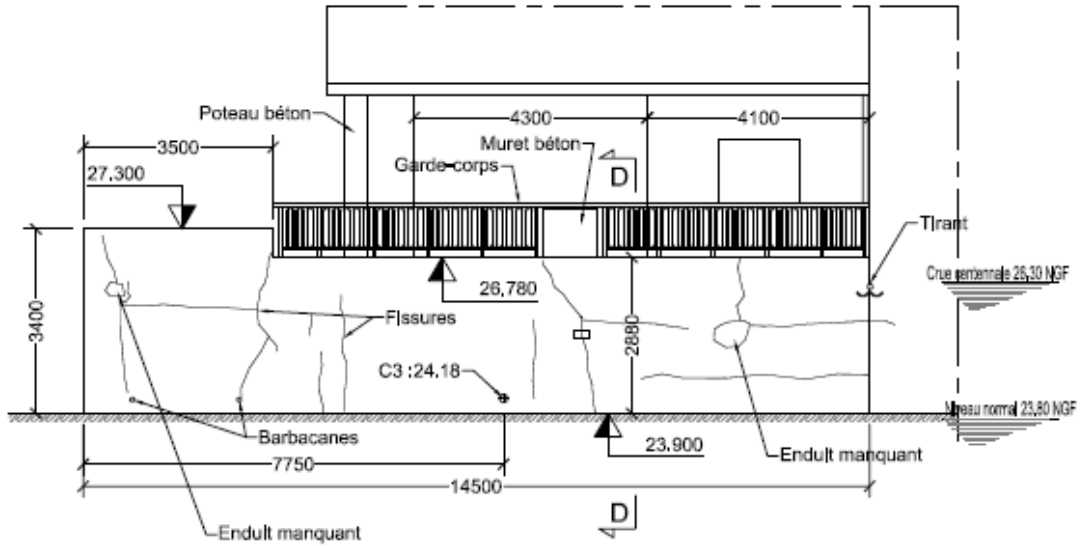


**MUR EST**

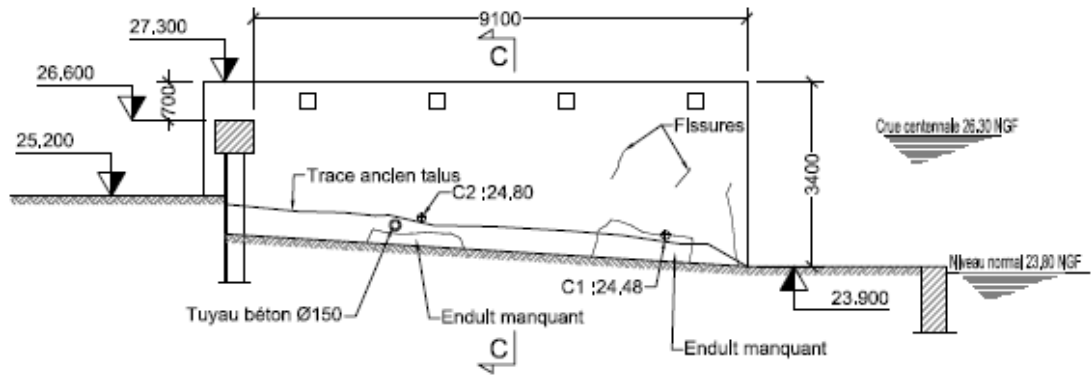


# MUR EST

ELEVATION B.B. 1:100

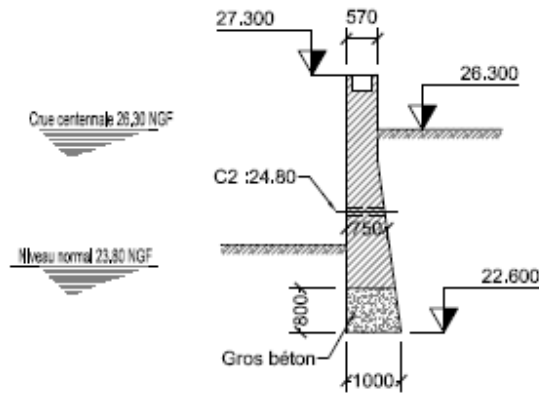


ELEVATION A.A. 1:100

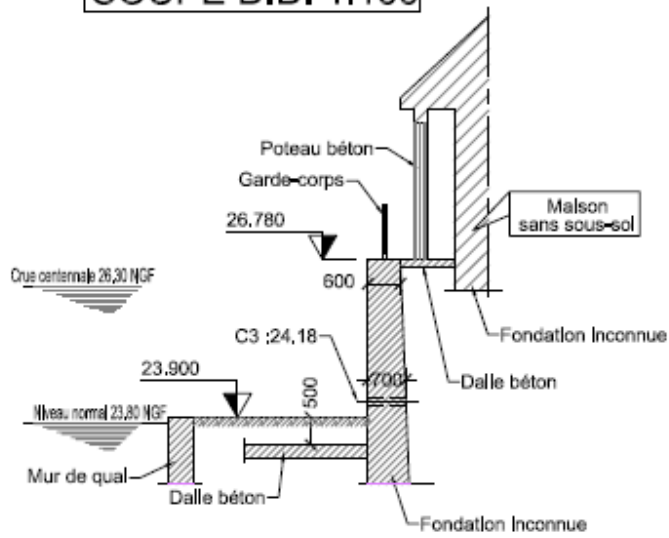


# MUR EST

## COUPE C.C. 1:100



## COUPE D.D. 1:100



## ANNEXE 2

# RELEVÉ PHOTOGRAPHIQUE DES OUVRAGES

---




**Mur Ouest**

 A photograph showing a long, low concrete wall along a riverbank. In the background, there are modern buildings and a clear blue sky with some clouds.	Vue du mur depuis l'amont
 A close-up photograph of a section of the wall that appears to be made of rough, uneven masonry or rubble, with some vegetation growing in front of it.	Vue sur la partie de mur n'assurant pas la protection contre les crues
 A photograph of a section of the wall covered in graffiti. There is a visible crack or gap in the top part of the wall's thickness.	Partie du mur assurant la protection contre les crues. Vue depuis côté Est (fissure en partie hauteur sur l'épaisseur en couronnement)
 A photograph showing a person standing on top of the wall. To the left, there is a small technical structure or shed attached to the wall. The wall is made of concrete blocks.	Partie du mur assurant la protection contre les crues. Vue depuis côté Ouest (local technique adossé au mur).




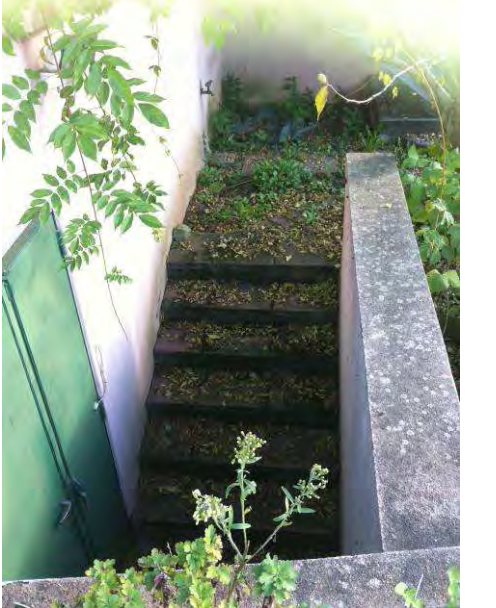
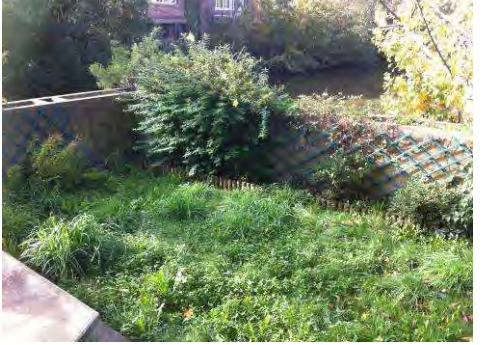
Vue de dessus du mur

**Mur Est**



	Vue générale depuis le pont situé en amont
	Vue générale depuis l'arrière du rideau de palplanches
	Vue sur mur perpendiculaire à la rivière





	Mur perpendiculaire – vue de dessus
	Mur perpendiculaire – enduit décollé et fissuration
	

	Jonction du mur avec rideau de palplanches
	Escalier d'accès à la propriété situé à l'arrière de la jonction avec les palplanches
	Vue de l'angle du mur depuis la propriété mitoyenne

	<p>Vue générale</p> <p>Mur parallèle à la Vilaine. Fissure importante proche de l'angle</p>
	<p>Mur parallèle à la Vilaine. Fissure importante</p>

	<p>Fissure traversante à la jonction des 2 parties du mur</p>
	<p>Nombreuses fissures verticales et horizontales</p>
	<p>Fissure importante à l'extrémité de la zone de mur avec bacs à plantes</p>

	Vue générale de la partie amont
 	Mur parallèle à la vilaine – Vue de dessus – Fissure filante à l'arrière du mur

	<p>Tirant de renforcement à la liaison avec la maison mitoyenne</p>
	<p>Enduit décollé – Fissuration verticale et horizontale - Humidité</p>

## ANNEXE 3

# **RÉSULTATS DES CAROTTAGES - RAPPORT GINGER CEBTP**

---

## Rapport établi par GINGER CEBTP



GINGER CEBTP

GINGER CEBTP  
Agence de RENNES  
ZA Beauséjour  
35520 LA MEZIERE

Tel : 02 99 37 51 10  
Fax : 02 99 63 34 57  
Mail : [cebtp.rennes@gingergroupe.com](mailto:cebtp.rennes@gingergroupe.com)  
CERTIFIÉ ISO 9001



LA MEZIERE, le 31 octobre 2012

Rapport d'essais n°ORE6.C.0021

A l'attention de Monsieur THEURIER  
[jean-guy.theurier@territoires-rennes.fr](mailto:jean-guy.theurier@territoires-rennes.fr)

ESSAIS REALISÉS	
Sur :	Mur de soutènement en maçonnerie de pierres sèches
A la demande de :	SAFEGE Monsieur MOURET 1 rue du Général de Gaulle – CS 90293 35761 SAINT GREGOIRE CEDEX
Pour le compte de :	TERRITOIRES PUBLICS Immeuble AGORA 1 rue Geneviève de Gaulle-Anthonioz CS 50726 35207 RENNES CEDEX 2
Lieu des essais :	ZAC Alphonse GUERIN – 35000 RENNES
Date des essais :	30 Octobre 2012
NATURE DES ESSAIS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>3 carottages en partie basse du mur pour en déterminer son épaisseur</li> </ul>	

Version	Date	Modifications
1	31/10/2012	Première diffusion

Le Chargé d'Affaires  
Responsable du dossier,  
Christian LANGE

GINGER CEBTP Siège social : 12 avenue Gay Lussac – ZAC LA CLEF SAINT PIERRE – 78950 BLANCOURT – Tél : 01 30 85 24 00 - S.A.S. au capital de 2 597 660 € - RCS Versailles - B 412 442 519 - SIREN 412 442 519 - Code APE 7112B - N°TVA : FR 31 412 442 519 - Email : [cebtp@gingergroupe.com](mailto:cebtp@gingergroupe.com) - Site internet : [www.inger-cebtp.com](http://www.inger-cebtp.com)



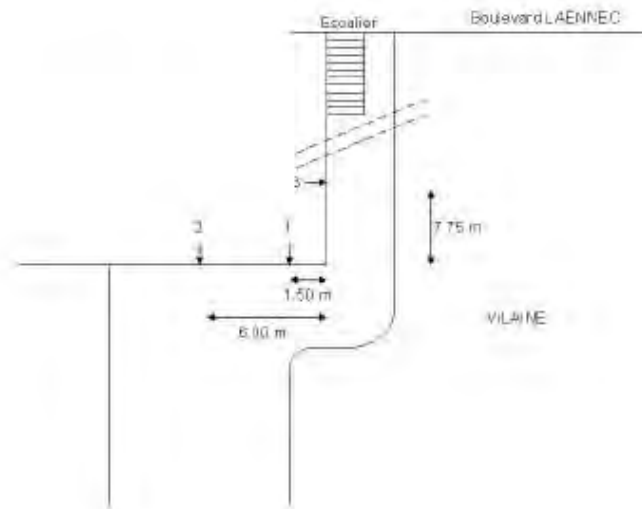
GINGER CEBTP – AGENCE DE RENNES  
Rapport d'essais n°ORE6.C.0021  
Carottages dans mur de soutènement



## 1. Résultats des carottages

Les carottages ont été réalisés en diamètre 50 mm.

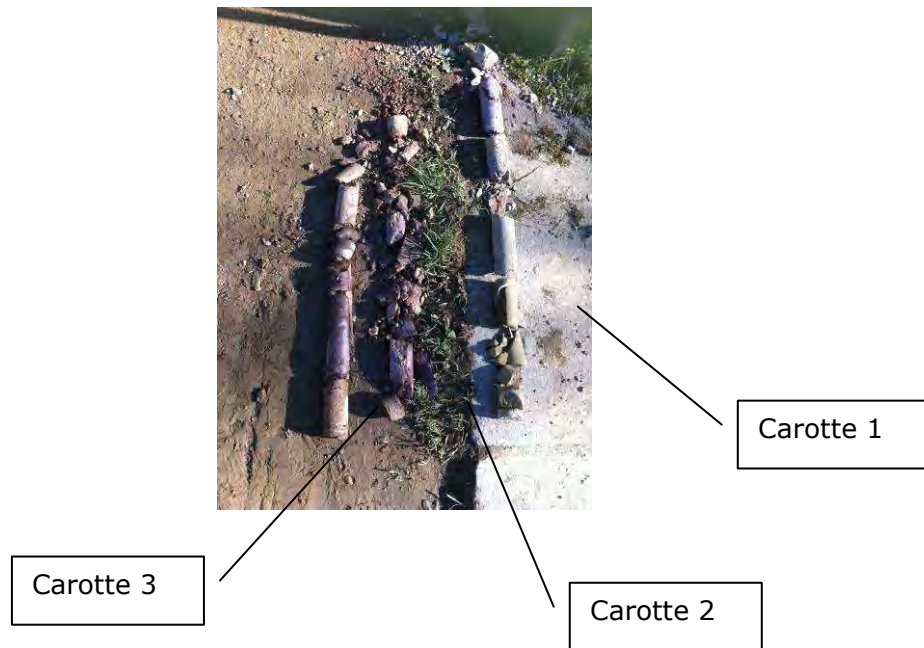
L'implantation des carottages est portée sur le plan ci-dessous.



Les résultats des carottages figurent dans le tableau ci-dessous :

Carottages	Position	Distance / haut du mur	Distance / angle du mur	Epaisseur carottée	Observations
1	Mur en retour	1,50 m	-2,82 m	1,10 m	- 0 à 0,02 m : enduit soufflé - 0,02 à 0,55 m : pierres de schiste avec joint terre - 0,55 à 1,10 m : pierres de schiste avec joint mortier de chaux
2	Mur en retour	6,00 m	-2,50 m	0,75 m	- 0 à 0,035 m : enduit soufflé - 0,035 à 0,75 m : pierres de schiste avec joints mortier chaux
3	Côté Vilaine	7,75 m	-2,60 m	0,70 m	- 0 à 0,025 m : enduit résistant - 0,025 à 0,125 m : microbéton - 0,125 à 0,70 m : pierres de schiste avec joint microbéton

## Photo des carottes



## ANNEXE 4

# **SONDAGES À LA PELLE MÉCANIQUE - RELEVÉ PHOTOGRAPHIQUE**

---

## Sondage au droit du mur perpendiculaire à la Vilaine



→ Le mur est fondé à environ 1,60 m de profondeur (80 cm de maçonnerie puis 80 cm de béton maigre)

**Sondage à l'angle du mur**

→ Présence d'une dalle béton à environ 50 cm sous le niveau TN

**Sondages au droit du mur parallèle à la Vilaine**

→ Présence d'une dalle béton à environ 50 cm sous le niveau du chemin de halage

## ANNEXE 5

# ETUDE DE SOL

---



Géotechnique Hydrogéologie Environnement

## TERRITOIRES

1, rue Geneviève de Gaulle-Anthonioz  
Immeuble Agora - 4<sup>ème</sup> étage - CS 50 726  
35 207 RENNES Cédex 2

# RENNES

ZAC ALPHONSE GUERIN - MUR DE PROTECTION DES CRUES

ETUDE GEOTECHNIQUE D'AVANT-PROJET - MISSION 612

N° D'AFFAIRE	DATE	REDACTEUR	VERIFICATEUR	INDICE	MODIFICATION
G000342	16/03/2010	David BUISSON	Michel MARTINET	A	

RAPPORT G000342-A.DB.SA

**fondouest**  
50400 GRANVILLE

**sic infra**  
49070 BEAUCOUZE

GEOSIS-FONDOUEST - CS 66853 - 16 RUE DES PETITS CHAMPS - 35768 SAINT-GRÉGOIRE CEDEX  
TEL. 02 99 36 37 55 - FAX 02 99 36 37 56 - Email : contact@geosis-ing.fr

RCS RENNES - Siret 339 429 060 000 33

SA Fondouest à directoire et conseil de surveillance au capital de 510 000 € - Siège social : ZA 50290 Longueville - RCS Coutances 339 429 060





# SOMMAIRE

## I. BUT DE L'ETUDE

## II. DOCUMENTS D'ETUDE

## III. RESULTAT DE LA RECONNAISSANCE

CONTEXTE  
TOPOGRAPHIE  
LITHOLOGIE  
CARACTERISTIQUES MECANIQUES  
HYDROGEOLOGIE

## IV. RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX FONDATIONS

- ❖ **PRINCIPES DU DISPOSITIF**
  - *CARACTERISTIQUES DE PREDIMENSIONNEMENT*
  - *CLASSIFICATION DES TERRAINS*
  - *CARACTERISTIQUES DE FROTTEMENT LATERAL*
  - *EFFORT DE POINTE =  $QU = Kp \times PLe$*
  - *CARACTERISTIQUES INTRINSEQUES DES SOLS*
  - *DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE*
- ❖ **RECOMMANDATIONS IMPORTANTES**

### DOCUMENTS ANNEXES :

---

- Sondages de reconnaissance avec essais pressiométriques (3 pages)
- Carottages pour prélèvement d'échantillons (2 pages)
- Photographies des carottages (8 pages)
- Plan d'implantation des sondages (1 page)
- Conditions générales des missions d'ingénierie géotechnique, version 2006 (1 page)
- Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en 2006 (2 pages)
- Conditions générales d'intervention, version du 19/11/98 (1 page)



## I BUT DE L'ETUDE

Dans le cadre de la construction d'un mur de protection des crues, nous avons réalisé à la demande et pour le compte de TERRITOIRES, une étude géotechnique d'avant projet, mission G12 de la norme NFP 94-500 pour déterminer les principes de l'ouvrage, les conditions générales de réalisation et les caractéristiques à retenir pour le pré-dimensionnement.

## II DOCUMENTS D'ETUDE

Pour la réalisation de cette étude, nous étions en possession des plans suivants :

- esquisse d'implantation de l'ouvrage.

## III RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

La reconnaissance a comporté la réalisation du programme suivant :

- 3 sondages à la tarière avec prélèvement d'échantillons remaniés pour déterminer la nature des sols et la profondeur des venues d'eau éventuelle, de 15 m de profondeur,
- 30 essais pressiométriques répartis dans ces sondages pour mesurer les caractéristiques mécaniques des formations en présence (pression limite et module pressiométrique),
- 2 carottages à 10 m de profondeur pour prélèvement des échantillons intacts et préciser la description lithologique.

Compte tenu de la nature des terrains et de la fracturation du schiste, il n'a pas été possible de procéder aux essais en laboratoire.

Les résultats de la reconnaissance, présentés en annexe avec un schéma d'implantation sont les suivants :

- **Contexte**

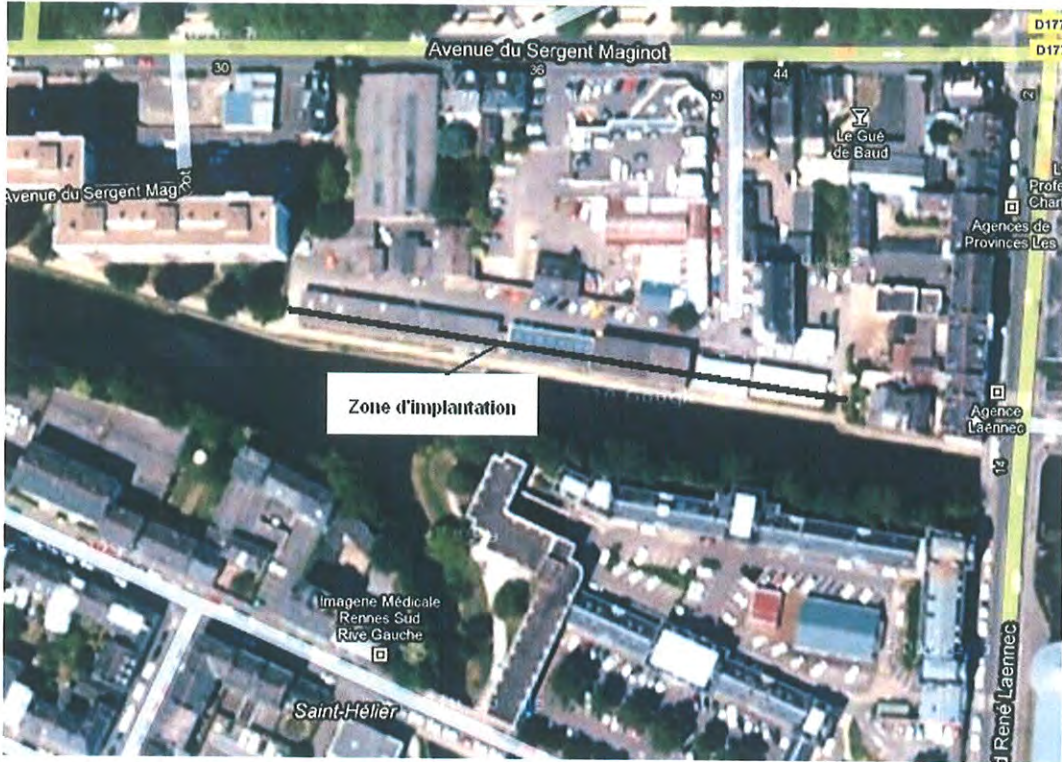
Le terrain se situe en bordure de la Vilaine, entre l'ancien chemin de halage et les terrains devant accueillir les futurs immeubles d'habitation de la ZAC Alphonse Guérin.

Les bâtiments anciens présents sur cette zone ont été démolis.

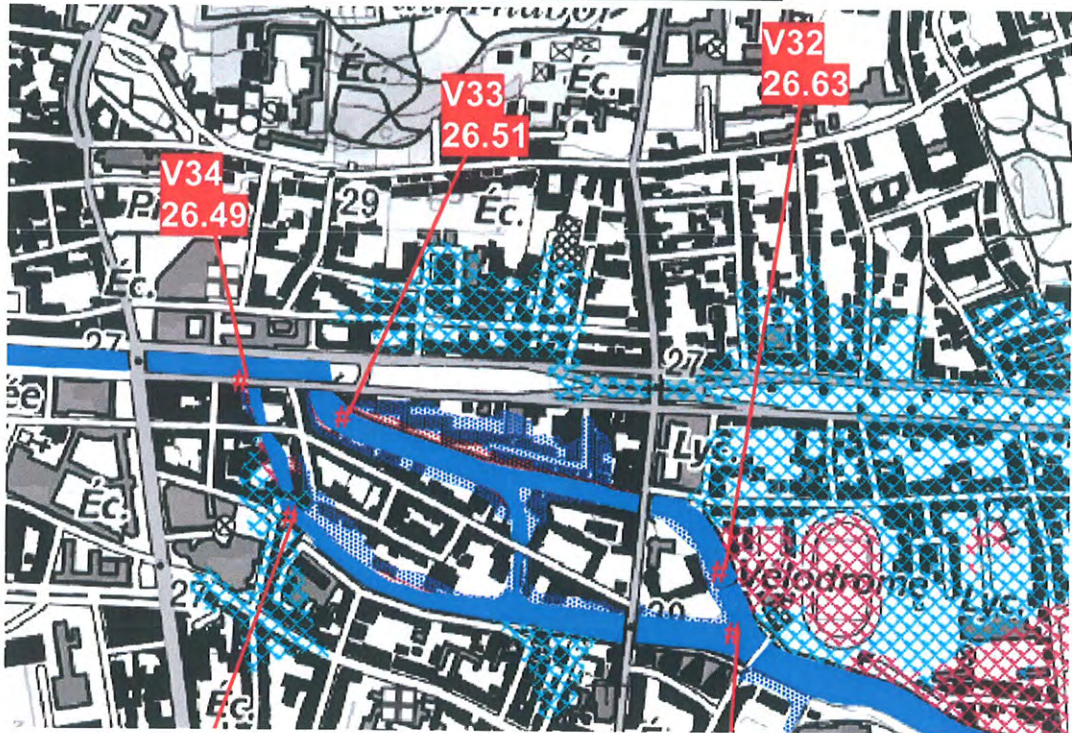
Le site est actuellement exposé à un risque d'inondation par débordement de la Vilaine et fait l'objet d'un plan de prévention des risques d'inondation.



Zone d'implantation



Extrait cartographie PPRI





Les cotes du plan d'eau mentionné correspondent à la cote de référence = crue centennale + 30 cm.

- **Topographie**

Les points de sondage ont été nivelés à partir du fond de plan géomètre en notre possession.

Les cotes déduites sont reportées à titre indicatif en tête des feuilles de sondages et devront être vérifiées par un géomètre.

Le terrain se situe en bord de Vilaine, entre les cotes 25 et 25.3, au niveau des points de sondage.

- **Lithologie**

A partir de la surface du terrain actuel, les sondages ont permis de mettre en évidence :

- des remblais argileux avec blocs sur 1.4 à 1.8 m d'épaisseur,
- de l'argile finement sableuse jaunâtre à verdâtre, molle, jusqu'à 2.0 à 3.4 m de profondeur, correspondant à des alluvions fines,
- des sables et graviers, à matrice argileuse, et peu épais en SP5, reconnu jusqu'à 3.4 à 4.0 m de profondeur,
- du limon sableux fin gris bleuté en SP5 jusqu'à 8.0 m de profondeur, correspondant à l'état ultime d'altération du schiste,
- du schiste argileux à altéré grisâtre jusqu'à 6.0 à 10.0 m de profondeur,
- du schiste compact au-delà mais fracturé, dans lequel les forages ont été poursuivis jusqu'à 15 m de profondeur.

- **Caractéristiques mécaniques**

Les caractéristiques mécaniques des formations en présence, mesurées au pressiomètre sont :

- ✓ très faibles dans les remblais et les alluvions fines :
  - Module pressiométrique :  $E = 1.5 \text{ à } 4.0 \text{ MPa}$
  - Pression limite :  $PI = 0.18 \text{ à } 0.45 \text{ MPa}$



- ✓ assez bonnes dans les sables et graviers à matrice argileuse (SP2, SP5) à très bonnes dans les sables et graviers compacts (SP3) :
  - Module pressiométrique : E = 16 à 45 MPa
  - Pression limite : PI = 1.5 à 3.5 MPa
  
- ✓ en tête, faibles à moyennes dans le limon sableux (schiste totalement altéré) en SP5 :
  - Module pressiométrique : E = 3.0 à 8.5 MPa
  - Pression limite : PI = 0.40 à 0.95 MPa
  
- ✓ assez bonnes à bonnes dans le schiste argileux à altéré :
  - Module pressiométrique : E = 14.0 à 36.0 MPa
  - Pression limite : PI = 1.5 à 3.5 MPa
  
- ✓ bonnes à fortes dans le schiste ± fracturé :
  - Module pressiométrique : E = 50 à 1175 MPa
  - Pression limite : PI = 3.5 à 4.0 MPa

- **Hydrogéologie**

Lors de notre intervention, nous avons observé des venues d'eau entre 2.0 et 3.0 m de profondeur et des niveaux stabilisés entre 1.5 et 2.2 m de profondeur en fin d'intervention.

Les niveaux observés sont reportés dans le tableau suivant :

Sondages (cotes)	C1	SP2	SP3	C4	SP5
Cote du terrain	24.9	25.1	25.2	24.9	25.3
Profondeur venue d'eau	**	2.0 m	2.0 m	**	3.0 m
Niveau d'eau en fin d'intervention	1.2 m	1.5 m	1.5 m	1.3 m	2.2 m*
Cote du niveau d'eau en fin d'intervention	23.7	23.6	23.7	23.6	23.1*

\*niveau non stabilisé.

\*\* non observable (injection d'eau pour le carottage)



## IV RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX FONDATIONS

Il est envisagé la construction d'un mur de protection contre les crues sur un linéaire de 100 à 150 m sur une bande de terrain conservée en domaine public entre la Vilaine et les projets de construction de la future ZAC Alphonse Guérin.

L'arase supérieure de l'ouvrage est fixée à 26.6 IGN, soit environ 1.5 m au-dessus de la surface du terrain actuel au niveau des points de sondage (à vérifier en fonction du référentiel altimétrique utilisé).

Il est prévu dans le cadre de l'aménagement de la ZAC, la construction d'immeubles d'habitation entre cette protection anti crue et l'Avenue Maginot, avec un niveau de sous-sol à 23.38.

### ❖ PRINCIPES DU DISPOSITIF

Les reconnaissances ont mis en évidence des remblais anciens et des alluvions limono-argileuses de faible caractéristique, sur des alluvions grossières sablo-graveleuses, d'épaisseurs et de caractéristiques variables, puis le substratum schisteux localement très altéré (SP5) et devenant rapidement compact mais fracturé.

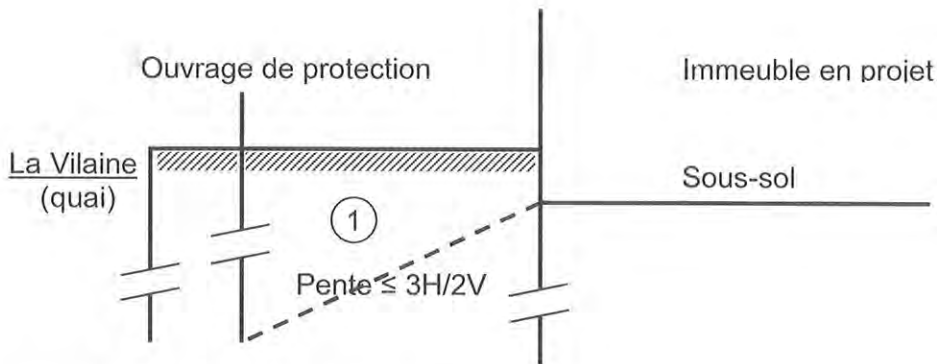
La nappe se situe actuellement entre les cotes 23.6 et 23.7 mais peut varier et en particulier remonter.

A partir de ces éléments, il sera retenu l'un des types d'ouvrage suivant :

- un mur fondé sur pieux ou micro-pieux, nécessitant la création d'un bêche hydraulique, de type rideau injecté,
- un ouvrage en palplanches, plus adapté mais qui nécessite de tenir compte du contexte urbain du site et de la présence de sable et graviers et de bancs de schiste compact.

Il conviendra également de disposer d'une distance suffisante par rapport à la Vilaine au Sud, et par rapport à l'emprise de la fouille des parkings au Nord pour garantir la stabilité de l'ouvrage.

La distance minimale à respecter sera de  $3H/2V$  entre fiche de l'ouvrage et la cote de terrassement des parkings, selon le schéma de principe suivant :



① Volume de sol à ne pas excaver

Les blocs ou les éléments d'infrastructure enterrés éventuellement présents dans les remblais anciens devront être purgés et substitués par des matériaux inertes sans gros éléments.

Les palplanches seront mises en place par vibro-fonçage, le battage n'étant utilisé que sous réserve de ne pas entraîner des nuisances aux mitoyens. Il conviendra de mettre en place un système d'enregistrement des vibrations avec définition d'un seuil d'alerte et d'arrêt.

La compacité des horizons graveleux et les bancs schisteux compacts risquent d'entraîner des refus au vibro-fonçage. En cas de refus, des pré-forages devront être réalisés pour permettre l'ancrage du rideau dans les sables et graviers et le schiste.

#### ❖ CARACTERISTIQUES DE PREDIMENSIONNEMENT

Les caractéristiques de pré-dimensionnement sont définies conformément au fascicule 62 « règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil » titre V.

- CLASSIFICATION DES TERRAINS (chapitre 4 de l'annexe E1)
  - Remblai argileux, argile finement sableuse :  
« argile et limon mou » – classe A
  - Sable et graviers ± argileux :  
« sable et graviers moyennement compacts » – classes A et B
  - Limon d'altération du schiste (SP5) :  
« argile et limon mou » – classe A
  - Schiste argileux ± altéré :  
équivalent à « sable et graviers moyennement compacts » – classe B



- Schiste altéré :  
« roches altérées » – classe A
- Schiste fragmenté :  
« roches fragmentées » – classe B

• CARACTERISTIQUES DE FROTTEMENT LATERAL- (article 3 de l'annexe C3)

	Palplanches métalliques	Micro-pieux ou pieux forés à la tarière, injectés basse pression
Remblai et argile molle	qs négligé	qs négligé
Sable et graviers	Courbe Q2 qs = 80 KPa	Courbe Q3 qs = 110 KPa
Limon d'altération du schiste (SP5)	Courbe Q1 qs = 30 KPa	Courbe Q1 qs = 30 KPa
Schiste argileux à très altéré	Courbe Q2 qs = 80 KPa	Courbe Q3 qs = 120 KPa
Schiste altéré à fragmenté	Courbe Q4* qs = 160 KPa	Courbe Q6 qs = 250 KPa

\*sous réserve de l'ancrage, hors refus battage et limité à qs = 80 KPa en cas de pré-forages destructifs.

• EFFORT DE POINTE = QU = Kp X Ple (ARTICLE 2, ANNEXE C3)

(Kp : facteur de portance et Ple : pression limite équivalente)

Dans le schiste plus ou moins altéré à fragmenté :

- palplanches métalliques : Kp = 1.5
- micro-pieux ou pieux forés : Kp = 2.5

Ple à déterminer en fonction de la profondeur de la fiche, conformément à l'annexe E2.

• CARACTERISTIQUES INTRINSEQUES DES SOLS

Les caractéristiques suivantes sont estimées en l'absence d'essais en laboratoire :

	Poids volumique humide $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	Caractéristiques C'	Cisaillement $\phi'$
Remblai et alluvions fines	15	0	20
Sable et graviers	18	0	35
Limon d'altération du schiste (SP5)	18	0	20
Schiste ± altéré	20	0	30
Schiste fragmenté	21	0	45





- DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE

Le dimensionnement de l'ouvrage devra être réalisé dans le cadre de la mission d'étude de projet G2 (norme NFP 94-500) puis par les entreprises dans le cadre de la mission G3 en fonction de la technique et des matériels utilisés.

Il conviendra également de vérifier l'éventuel effet barrage sur la nappe et envisager des mesures compensatives pour limiter cet effet.

❖ RECOMMANDATIONS IMPORTANTES

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechniques définies par la norme NF P 94-500 doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques. La présente étude est réalisée dans le cadre d'une mission d'avant-projet (G12) et exclut toute approche des quantités, délais et coûts.

Cette étude a été réalisée à partir des informations fournies, citées au paragraphe I. Toute donnée nouvelle ou modification, relative à la conception, aux dimensions et à l'implantation du projet par rapport aux données de base ayant permis l'établissement du présent rapport, peut amener à modifier les conclusions de celui-ci. Par conséquent, ces nouvelles données, si elles avaient lieu, devront être portées à la connaissance de GEOSIS par écrit.

Compte tenu du caractère ponctuel des sondages, des éléments nouveaux (carrière remblayée, fosse remblayée, cavité, hétérogénéité géologique ou due à l'homme, ouvrages enterrés, réseaux non signalés ou mal implantés, etc...), mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et qui n'auront pas été détectés ou signalés dans le présent rapport, peuvent conduire à modifier les conclusions de la présente étude. Ils devront nous être signalés, afin de réadapter éventuellement les solutions préconisées lors de l'étude initiale.

Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage et des concepteurs pour tout renseignement complémentaire.

Saint-Grégoire, le 16 Mars 2010

**Rédigé par :**

**David BUISSON**  
Chef d'Agence

**Geosis-FondOuest**  
BUREAU D'ETUDES ET D'INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES  
CS 66253 - 19 rue des Petits Champs, 35720 ST-GREGOIRE CEDEX  
☎ 02 99 36 37 55 - Télécopie 02 99 36 37 56  
S.A. à direction et conseil de surveillance au capital de 510 000 €  
RCS RENNES 339 429 060  
Siège Social : ZA 50290 Longueville

**Vérifié par :**

**Michel MARTINET**  
Responsable technique



## CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (Version 2006)

### 1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique (en particulier extrait de 2 pages du chapitre 4 joint à toute offre et à tout rapport), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'oeuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- les missions d'étude géotechnique préliminaire de site (G11), d'étude géotechnique d'avant projet (G12), d'étude géotechnique de projet (G2), d'étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) sont réalisées dans l'ordre successif ;
- exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique ;
- l'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit ;
- toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport ;
- toute mission d'étude géotechnique préliminaire de site, d'étude géotechnique d'avant projet ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante d'étude géotechnique de projet lui est confiée ;
- une mission d'étude géotechnique de projet G2 engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'oeuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission d'ingénierie géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

### 2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

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 validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en oeuvre.

### 3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en 2006

**4. Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique**

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

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

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

L'enchaînement et la définition synthétique des missions types d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Les éléments de chaque mission sont spécifiés dans les chapitres 7 à 9. Les exigences qui y sont présentées sont à respecter pour chacune des missions, en plus des exigences générales décrites au chapitre 5 de la présente norme. L'objectif de chaque mission, ainsi que ses limites, sont rappelés en tête de chaque chapitre. Les éléments de la prestation d'investigations géotechniques sont spécifiés au chapitre 6.

**Tableau 1 – Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique**

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

**Tableau 2 - Classification des missions types d'ingénierie géotechnique**

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

## CONDITIONS GENERALES D'INTERVENTION

(version du 19/11/1998)

Les présentes conditions générales viennent en complément des deux documents joints :

- classification des missions géotechniques types,
- conditions générales des missions géotechniques.

### ARTICLE I - DELAIS

Sauf indication contraire précise, les estimations de délai d'intervention et de délai d'exécution des missions ne sauraient engager notre société. Ces estimations sont données de bonne foi, elles sont approximatives. L'estimation du délai d'exécution ne peut prendre en compte les retards dus à la rencontre de sols inattendus ou de circonstances naturelles imprévisibles, aux arrêts provenant de cas de force majeure ou de causes non imputables à notre société.

### ARTICLE II - AUTORISATIONS ET FORMALITES

Les démarches et formalités administratives, et en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les chantiers et terrains à reconnaître et d'y effectuer les sondages et essais prévus, sont à la charge du client. En fonction des résultats de la demande de renseignements concernant les réseaux, à fournir préalablement par le client, notre société engage si nécessaire la procédure D.I.C.T.

### ARTICLE III - PRESTATIONS EXCLUES

Sauf rémunération spécifique, sont notamment exclues des missions :

- les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier,
- la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou essais,
- les travaux éventuels permettant l'accessibilité aux points de sondages ou essais, et l'aménagement des plates-formes nécessaires aux matériels utilisés,
- la prise en charge des dégâts au terrain, à la végétation et aux cultures, inhérents à notre intervention,
- la recherche des ouvrages enterrés autres que ceux objet de la D.I.C.T. et la prise en charge des dommages ayant pu être causés.

### ARTICLE IV - FIN DE MISSION

La mission de notre société prend fin par la remise du rapport géotechnique.

### ARTICLE V - CONDITIONS FINANCIERES

Nos prix sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date de la proposition.

Ils sont valables trois mois et actualisés au delà de cette période selon l'indice TP04, l'indice Syntec ou l'indice Ingénierie, en fonction de la nature de la mission.

Les quantitatifs retenus pour la facturation seront ceux réellement exécutés en fonction des nécessités techniques de la mission.

Lors de la signature du contrat, le client versera un acompte de 30 % du montant total estimé. Le montant de cet acompte sera déduit du décompte final établi après remise du rapport géotechnique.

Par nature, nos prestations ne sont pas soumises à retenue de garantie.

Les paiements interviendront dans les 30 jours, date de facturation. Un désaccord, de quelque nature que ce soit, ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission régulièrement réalisées. De convention expresse, toute somme non réglée à son échéance portera intérêts de plein droit au taux légal.

En cas de recouvrement contentieux, consécutif à la carence du débiteur, il sera dû par celui-ci une indemnité de 15 % des sommes restant dues à titre de clause pénale sans préjudice des intérêts ci-dessus, les frais de procédure et les dépenses pouvant être dus par ailleurs.

### ARTICLE VI - RESILIATION

Toute procédure de résiliation sera obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes de notre société, celle-ci aura la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son cocontractant 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 mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat pourra être résilié de plein droit.

Dans tous les cas, cela emporte paiement de l'intégralité des prestations régulièrement fournies par notre société au jour de la résiliation.

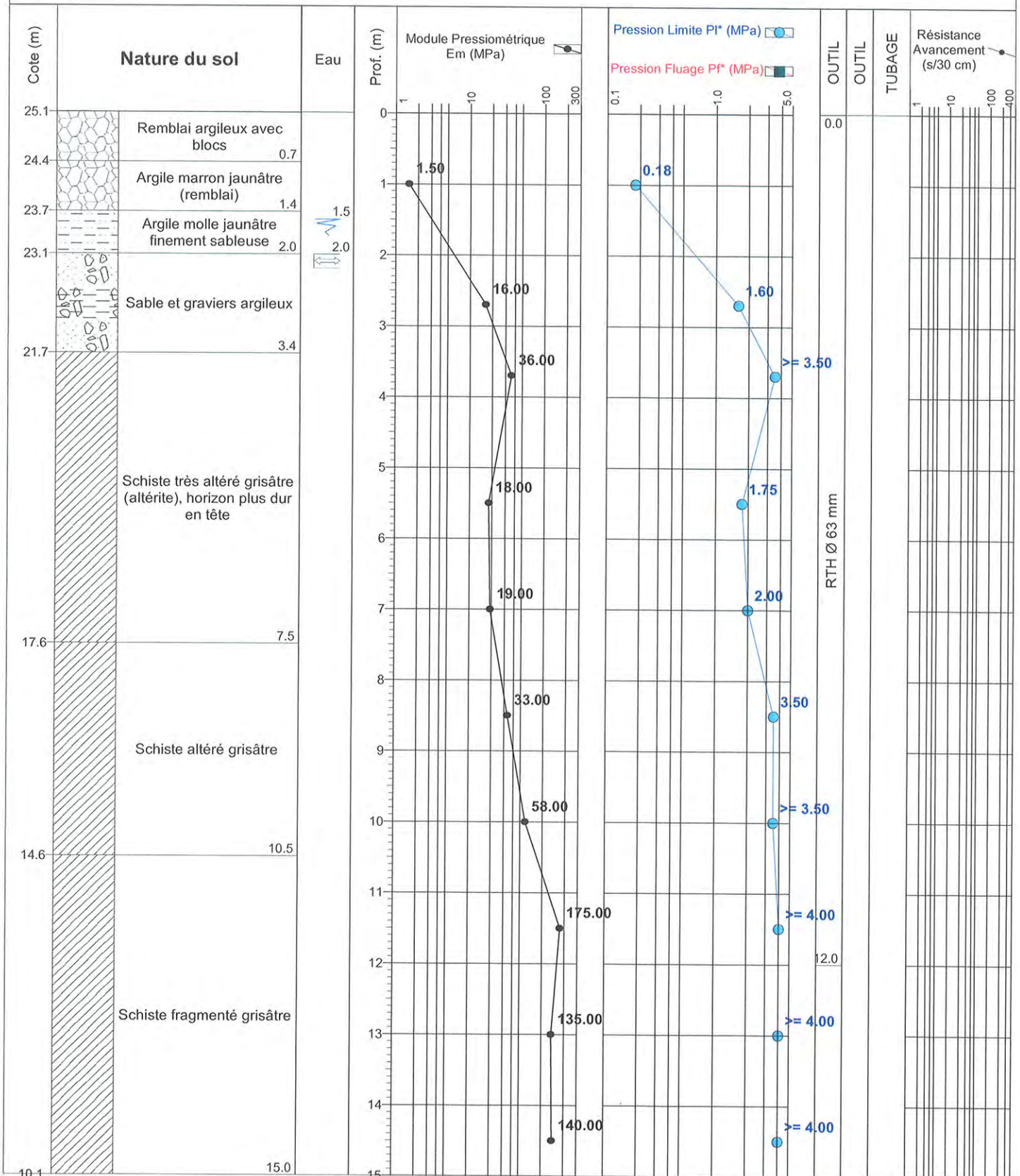
### ARTICLE VII - RESPONSABILITES

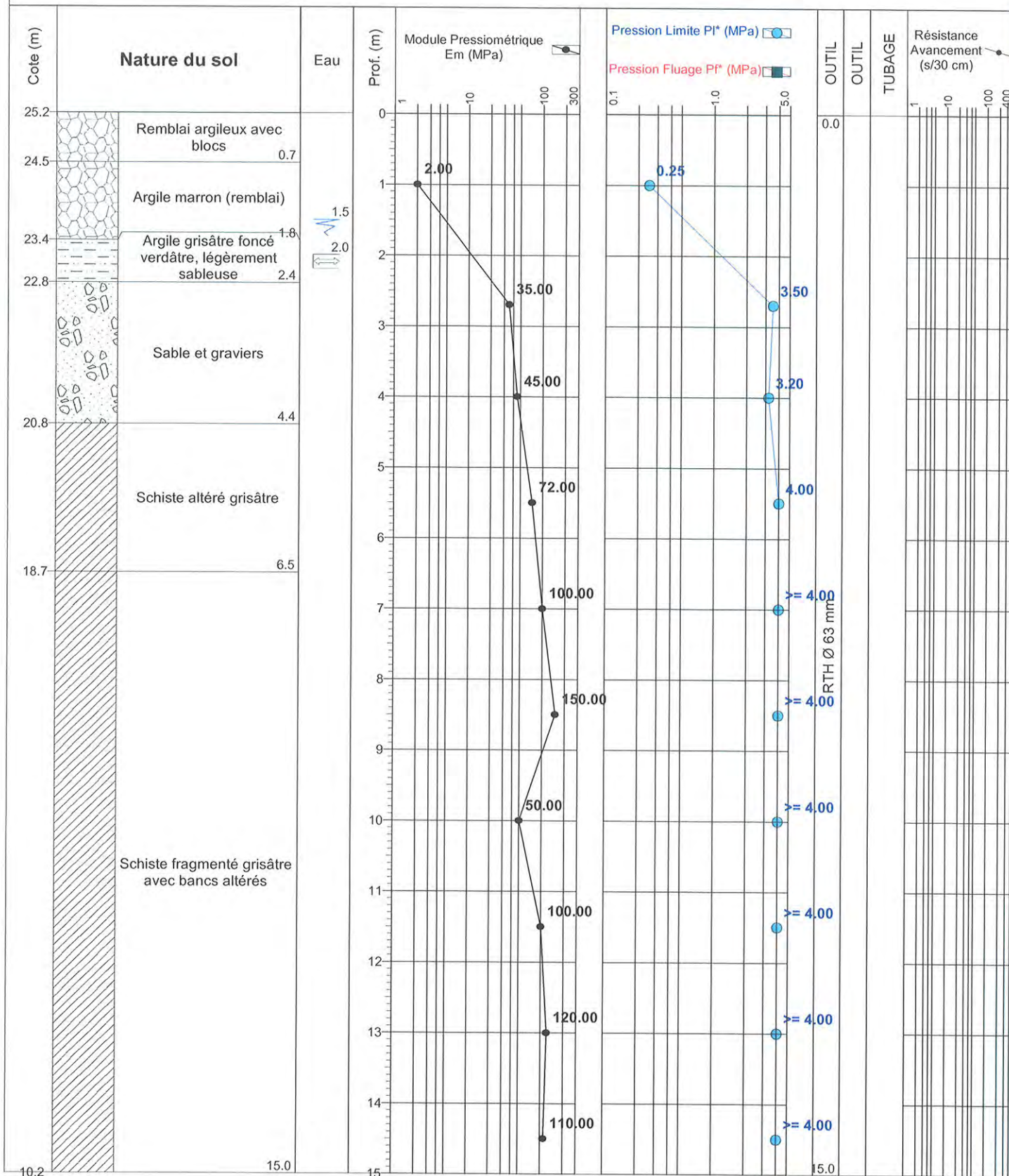
Indépendamment des présentes obligations contractuelles, notre société est soumise aux responsabilités découlant du droit commun et à la responsabilité décennale édictée par les articles 1792 et 2270 du Code Civil pour les ouvrages qui tombent dans le champ d'application des dits articles.

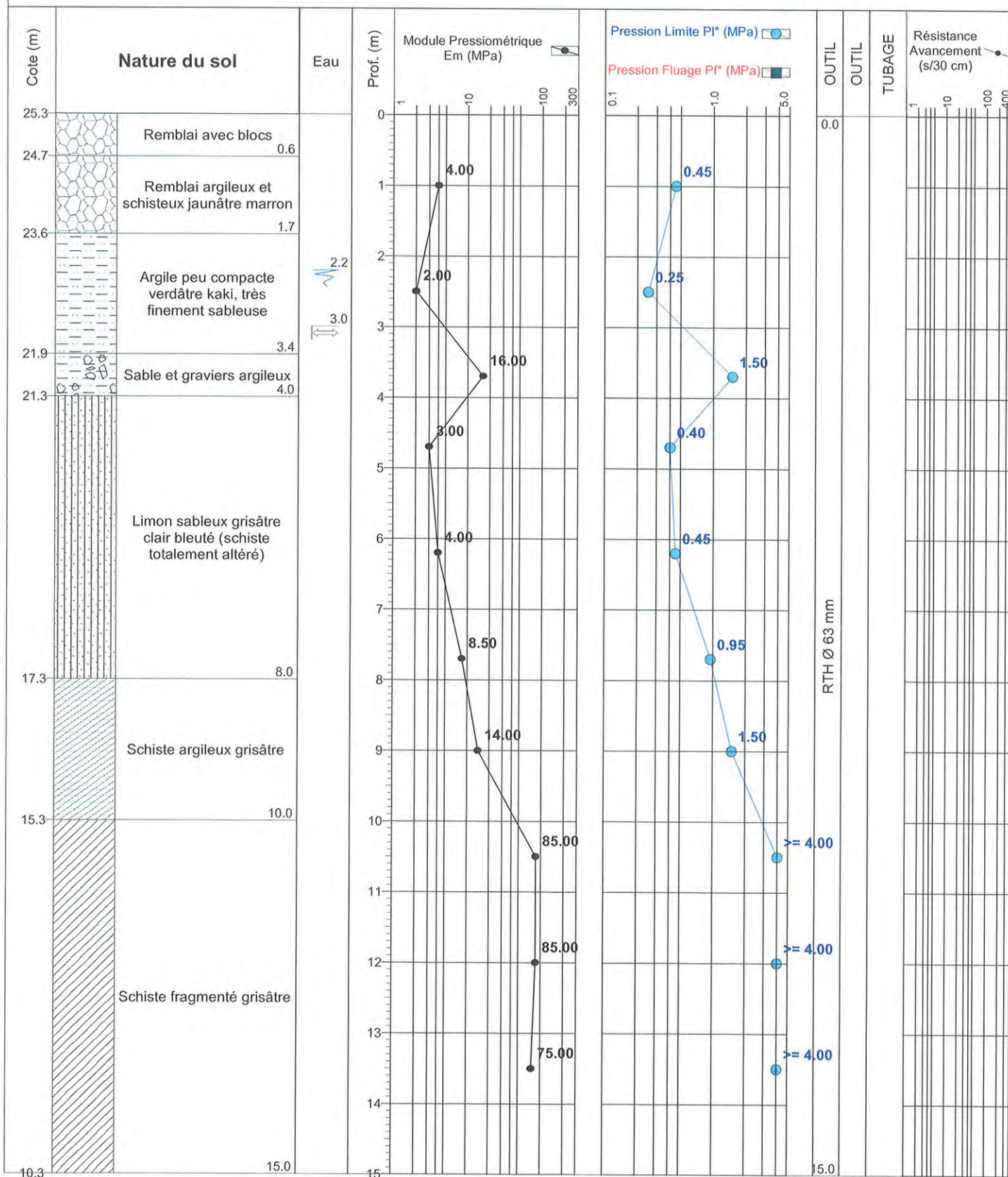
Elle déclare, par la présente, avoir souscrit les contrats d'assurance couvrant ses responsabilités.

### ARTICLE VIII - LITIGES ET CLAUSE ATTRIBUTIVE DE JURIDICTION

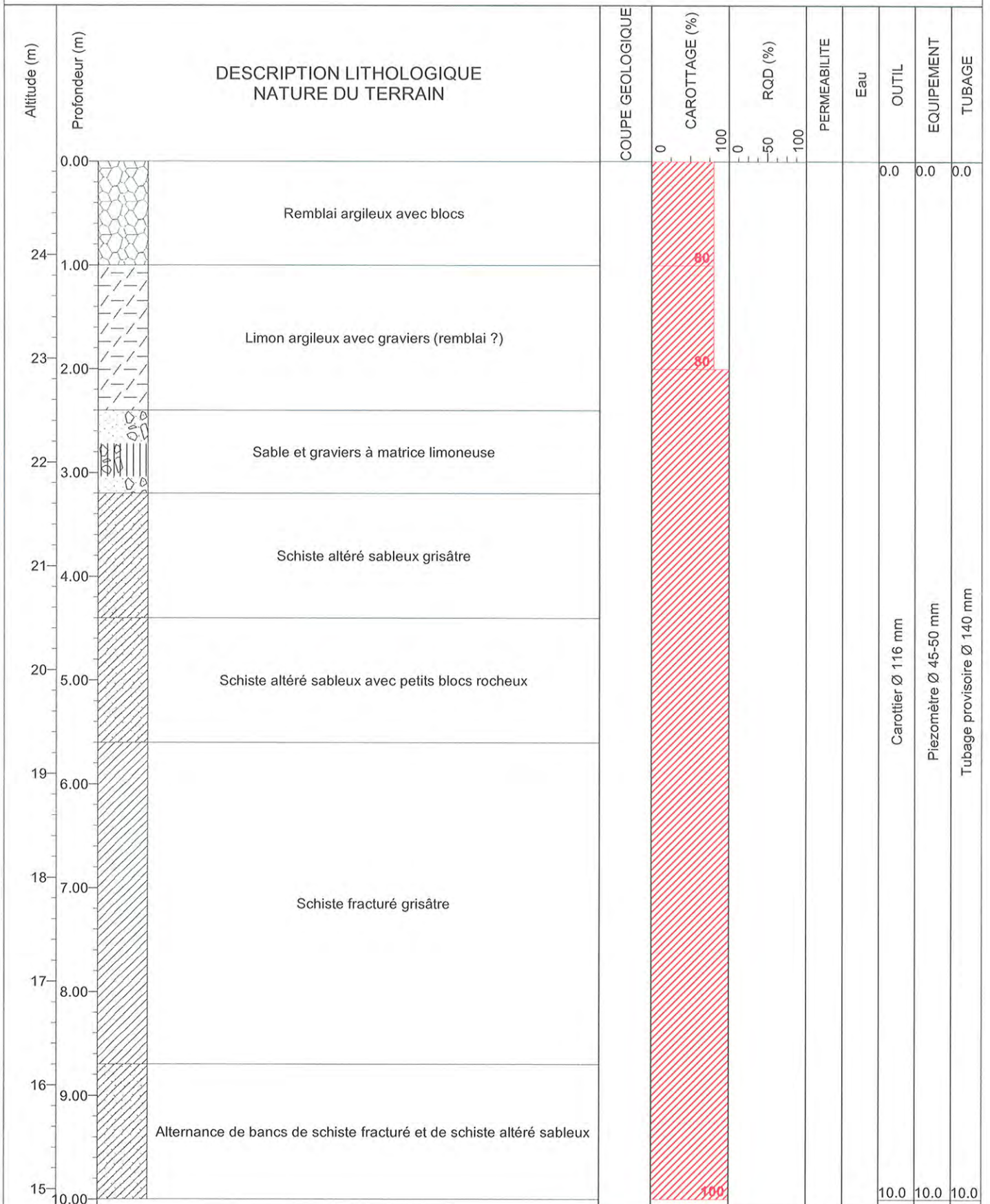
Pour les litiges pouvant survenir dans l'application du contrat, les parties solliciteront d'abord l'avis d'un arbitre choisi d'un commun accord. Faute d'accord sur le choix d'un arbitre ou sur la solution proposée par celui-ci, ou tout simplement en cas de contestation, seules les juridictions du ressort du siège social de notre société seront compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.



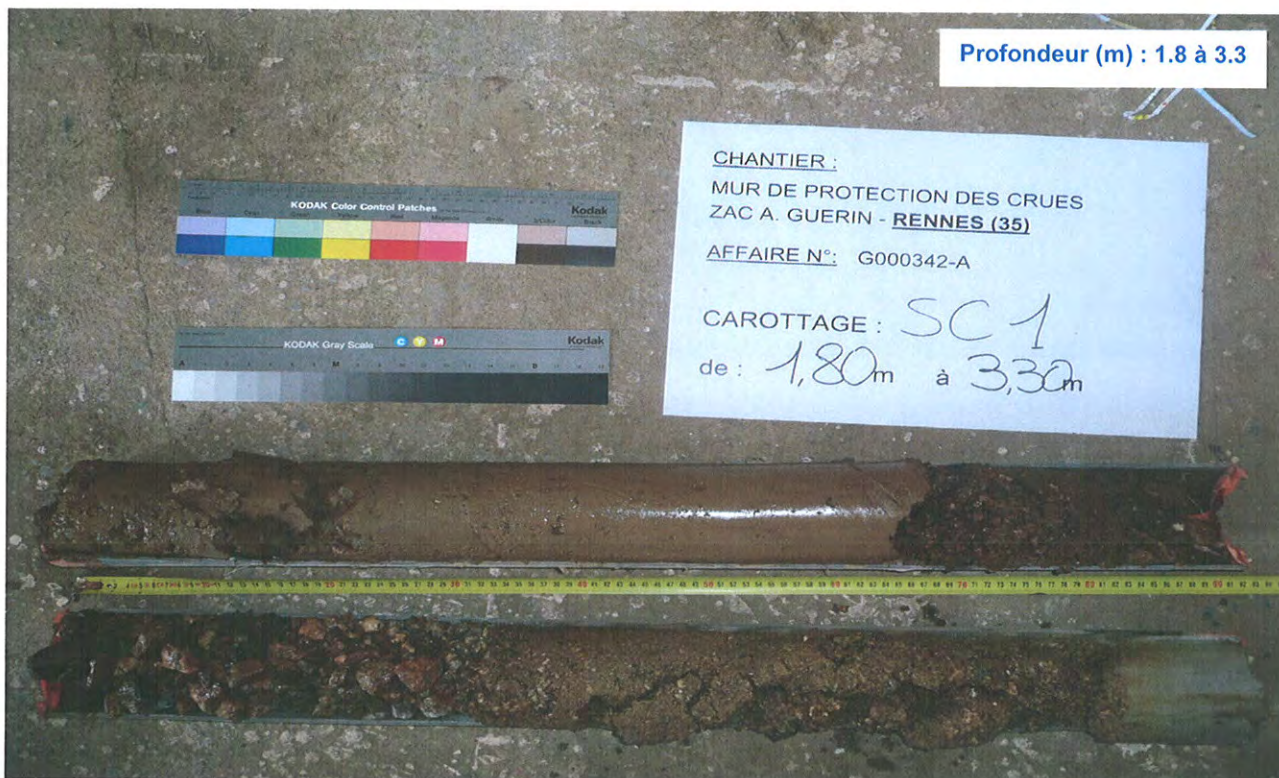


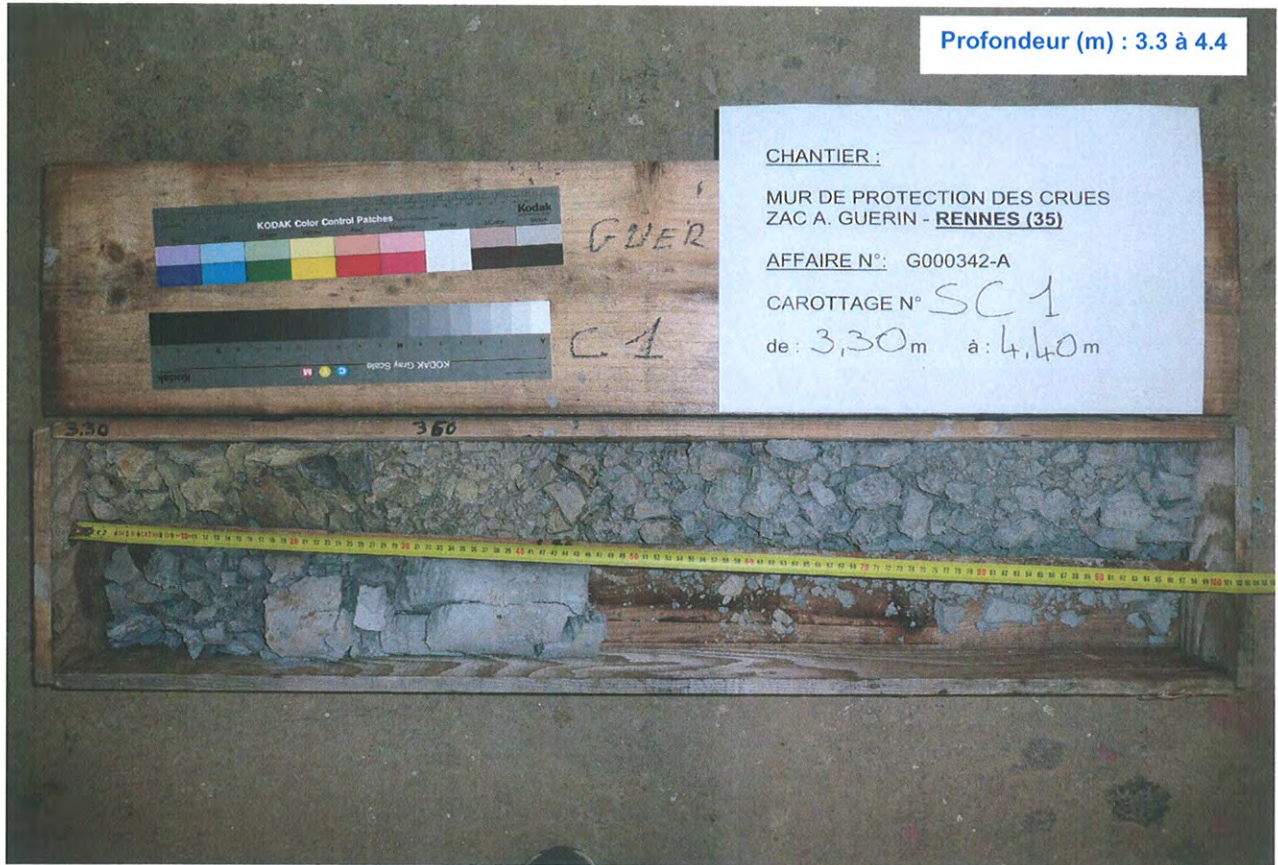






Photographies Carottage **SC1**





Profondeur (m) : 5.6 à 7.1



Profondeur (m) : 7.1 à 8.7



Profondeur (m) : 8.7 à 10.2

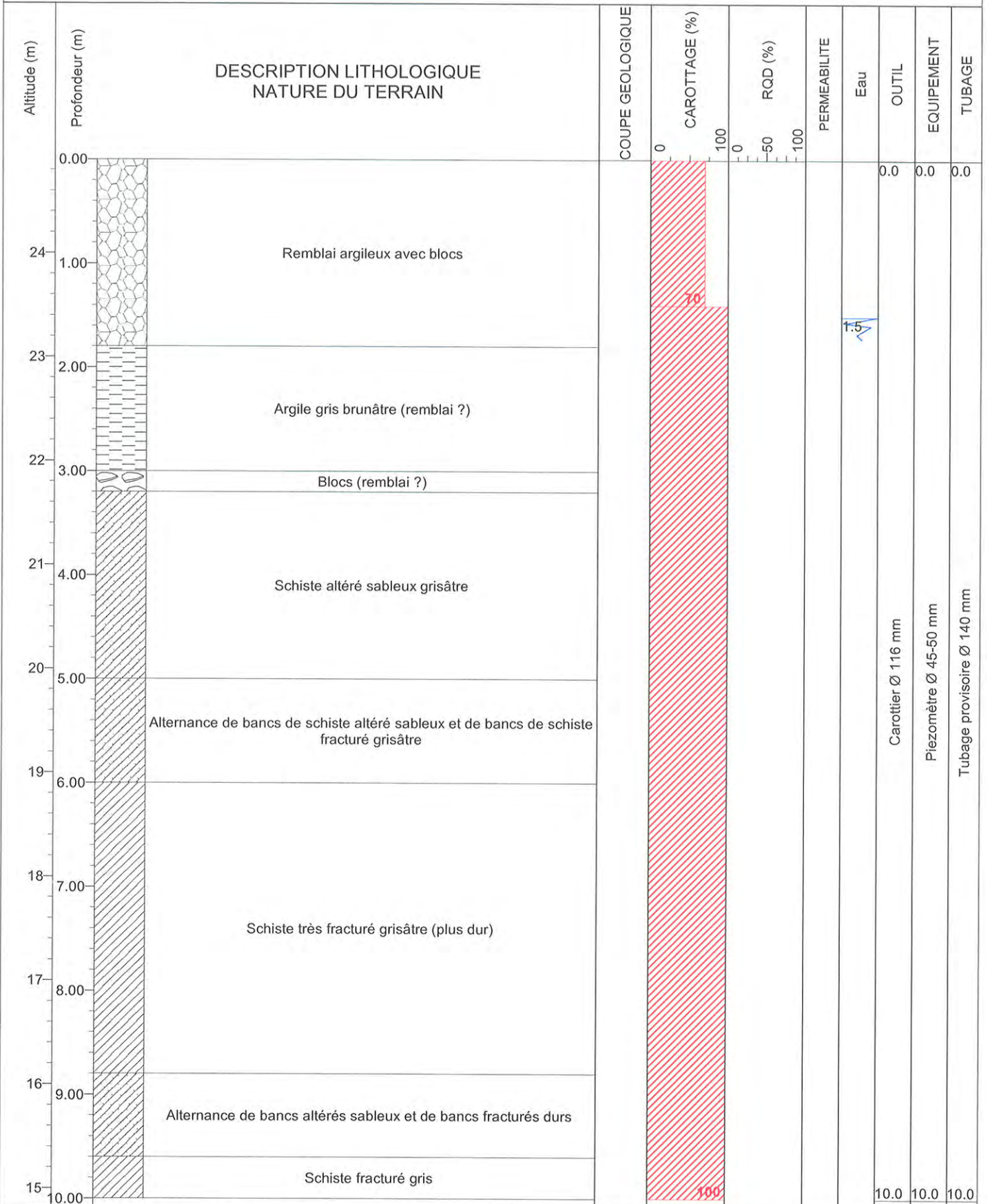
CHANTIER :

MUR DE PROTECTION DES CRUES  
ZAC A. GUERIN - **RENNES (35)**

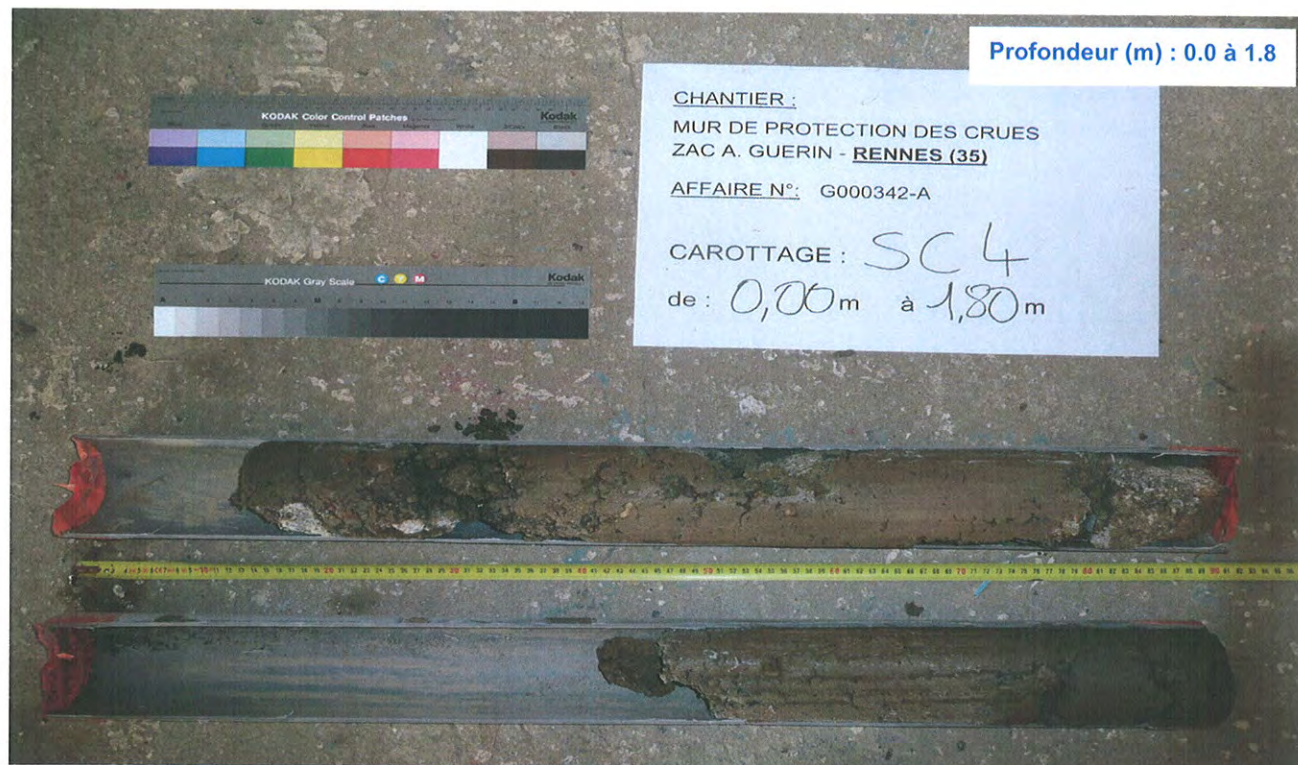
AFFAIRE N°: G000342-A

CAROTTAGE N° SC1  
de : 8,70m à : 10,20m





Photographies Carottage **SC4**







Profondeur (m) : 5.7 à 7.3

CHANTIER :

MUR DE PROTECTION DES CRUES  
ZAC A. GUERIN - RENNES (35)

AFFAIRE N°: G000342-A

CAROTTAGE N° SC4

de : 5,70 m à : 7,30m



Profondeur (m) : 7.3 à 8.8

CHANTIER :

MUR DE PROTECTION DES CRUES  
ZAC A. GUERIN - RENNES (35)

AFFAIRE N°: G000342-A

CAROTTAGE N° SC4

de : 7,30 m à : 8,80m



Profondeur (m) : 8.8 à 10

CHANTIER :

MUR DE PROTECTION DES CRUES  
ZAC A. GUERIN - **RENNES (35)**

AFFAIRE N°: G000342-A

CAROTTAGE N° SC4  
de : 8,20m à : 10,00m



# RENNES – Mur de Protection

Aristide



1, rue Geneviève

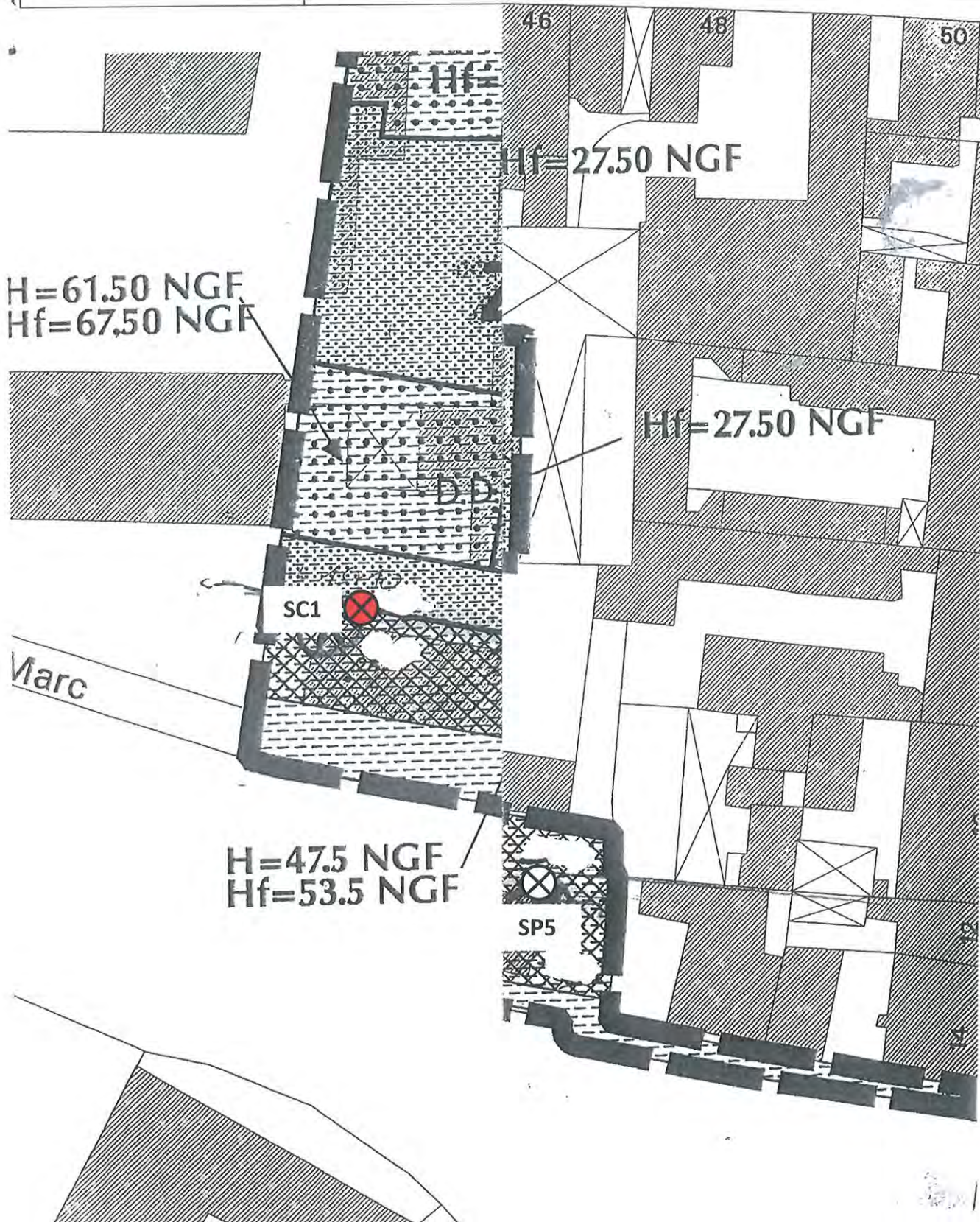
Sergent

CS 66853  
16, rue des Petits Champs  
35768 ST GREGOIRE  
Tél. 02 99 36 37 55  
Fax. 02 99 36 37 56

PLAN D'I

Sergent

Echelle :  $\approx 1/370$



# RENNES – Mur de Protection des Crues – ZAC A. GUERIN



## TERRITOIRES

1, rue Geneviève de Gaulle Anthoinoz – 35 207 RENNES Cédex 2

CS 66853

16, rue des Petits Champs  
35768 ST GREGOIRE

Tél. 02 99 36 37 55

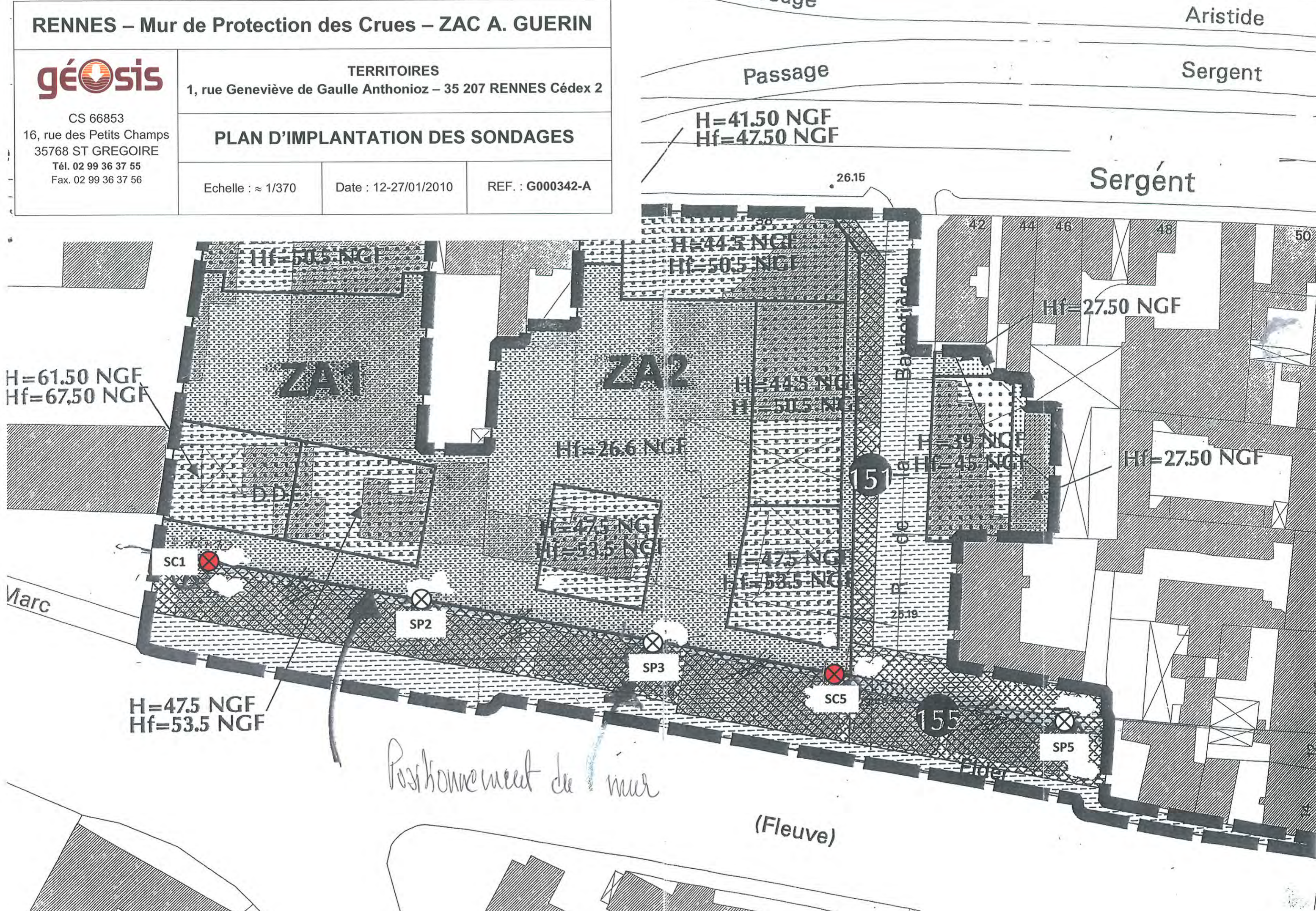
Fax. 02 99 36 37 56

## PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Echelle : ~ 1/370

Date : 12-27/01/2010

REF. : G000342-A



## ANNEXE 6

# PASSAGES MUR SETRA

---

# MUR

Note de calcul de mur de soutènement en béton armé.

Mur

Version 1.06

Décembre 1999

SETRA

Mur Est - Section perpendiculaire à la Vilaine

Projet : Mur ZAC A. Guérin

09/11/2012

La remise à un entrepreneur de la présente note de calcul n'atténue en rien sa responsabilité et ne le dispense pas notamment des obligations qui lui incombent en vertu de l'article 29 du cahier des clauses administratives générales (CCAG).

De même, sa remise à un bureau d'études ne décharge pas celui-ci de sa responsabilité de concepteur, notamment en ce qui concerne le choix des données et les adaptations éventuelles à son projet des résultats.

Voile

Hauteur :	3,70	Longueur du plot :	1,00
Epaisseur en haut :	0,57	Epaisseur en bas :	2,10
Fruit avant :	0,00		

Semelle

Dénivelé extrémité :	0,00
----------------------	------

Terres

Cote aval :	1,40
Cote amont :	3,70

Eau

Cote aval :	0,00
Cote amont :	0,00

Sol

Angle de frottement :	30,00
Cohésion :	0,00
Contrainte de rupture :	66,00
Sol frottant	

Géométrie du talus amont

Segment	Projection Horizontale	Projection Verticale
1	8,00	0,00
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Matériaux

Béton :	Fc :	
	Poids vol. :	2,20
Aciers :	Fe :	
Ferrailage :	Fissuration :	préjudiciable
Distance du centre des aciers au parement :		

Chargements sur le talus

Chargement 1	Charge 1	Charge 2	Charge 3
Abscisse début :	0,000	0,000	0,000
Abscisse fin :	8,000	0,000	0,000
Densité :	0,500	0,000	0,000
Inclinaison :	0,000	0,000	0,000
Type :	Variable		

Chargement 2	Charge 1	Charge 2	Charge 3
Abscisse début :	0,000	0,000	0,000
Abscisse fin :	0,000	0,000	0,000
Densité :	0,000	0,000	0,000
Inclinaison :	0,000	0,000	0,000
Type :	Variable		

Chargement 3	Charge 1	Charge 2	Charge 3
Abscisse début :	0,000	0,000	0,000
Abscisse fin :	0,000	0,000	0,000
Densité :	0,000	0,000	0,000
Inclinaison :	0,000	0,000	0,000
Type :	Variable		

Remblai

Phi :	30,000
Gamma :	2,000
Gamma' :	1,200
Charge répartie en aval :	0,000
Coef. butée des terres aval :	0,000
Angle de poussée sur parement :	20,000

Charge voile

Moment :	0,000
Force horizontale :	0,000
Force verticale :	0,000
Diffusion du chargement :	1,000
Type charge :	Variable

Coefficients de sécurité :

	Critère	Coefficient
ELU	Mobilisation du sol (V)	2,00
	Mobilisation du sol (H)	1,50
	Glissement tan(phi)	1,20
	Glissement cohésion	1,50
	Renversement	0,10

ELS	Mobilisation du sol (V)	3,00
	Mobilisation du sol (H)	2,00
	Décompression permanente	0,75
	Décompression rare	0,75

Combinaisons :

Combinaison	Poids du mur	Poids des terres	Poussée des terres	Eau	Charge en aval	Chargement du voile	Chargement 1	Chargement 2	Chargement 3
Elu-Gmax	1,200	1,200	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Gmin	0,900	0,900	1,200	1,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Qmax	1,200	1,200	1,000	1,000	1,330	0,000	1,330	0,000	0,000
Qmin	0,900	0,900	1,200	1,050	0,000	0,000	0,000	1,330	0,000
Els-G	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Qmax	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000
Qmin	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000

Gamma S3 ELU :

1,125

Gamma S3 ELS :

1,000



Sollicitations :

Combinaison	Moment	Force verticale	Force horizontale
Elu-Gmax	-12,406	-21,030	-6,949
Gmin	-9,536	-16,726	-6,254
Qmax	-11,794	-21,970	-7,976
Qmin	-9,536	-16,726	-6,254
Els-G	-9,190	-15,578	-5,147
Qmax	-8,781	-16,206	-5,834
Qmin	-9,190	-15,578	-5,147

Glissement :

Combinaison	Force horiz active	Force horiz limite	Etat
Elu-Gmax	6,949	10,118	- Stable -
Gmin	6,254	8,047	- Stable -
Qmax	7,976	10,570	- Stable -
Qmin	6,254	8,047	- Stable -

Poinçonnement :

Combinaison	Contrainte sur le sol	Contrainte limite	Etat
Elu-Gmax	17,824	21,913	- Stable -
Gmin	14,670	20,296	- Stable -
Qmax	20,463	20,692	- Stable -
Qmin	14,670	20,296	- Stable -
Els-G	13,203	16,623	- Stable -
Qmax	14,955	15,878	- Stable -
Qmin	13,203	16,623	- Stable -

Renversement/Soulèvement :

Combinaison	Largeur comprimée	Largeur minimale	Etat
Elu-Gmax	1,770	0,210	- Stable -
Gmin	1,710	0,210	- Stable -
Qmax	1,610	0,210	- Stable -
Qmin	1,710	0,210	- Stable -
Els-G	1,770	1,575	- Stable -
Qmax	1,625	1,575	- Stable -
Qmin	1,770	1,575	- Stable -

Poussée des terres :

Action	Moment	Force verticale	Force horizontale
Elu-Gmax	-1,542	-6,360	-6,949
Gmin	-1,388	-5,724	-6,254
Qmax	-0,930	-7,300	-7,976
Qmin	-1,388	-5,724	-6,254
Els-G	-1,142	-4,711	-5,147
Qmax	-0,733	-5,339	-5,834
Qmin	-1,142	-4,711	-5,147

Mur et sol :

Action	Moment	Force verticale	Force horizontale
Massif de terres amont	0,000	0,000	0,000
Massif de terres aval	0,000	0,000	0,000
Butée des terres aval	0,000	0,000	0,000
Poids du mur	-8,048	-10,867	0,000

Eau :

Action	Moment	Force verticale	Force horizontale
Poussée hydrostatique à l'avant	0,000	0,000	0,000
Poussée hydrostatique à l'arrière	0,000	0,000	0,000
Pression sous la semelle	0,000	0,000	0,000

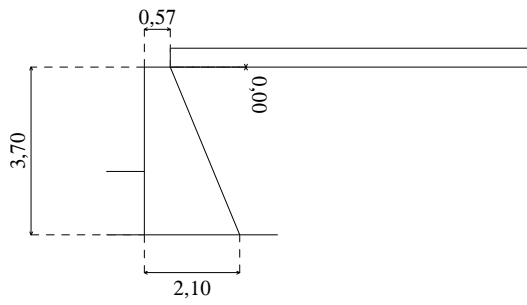
Charges extérieures :

Action	Moment	Force verticale	Force horizontale
Charge en aval	0,000	0,000	0,000
Chargement sur le voile	0,000	0,000	0,000
Chargement 1*	0,000	0,000	0,000
Chargement 2*	0,000	0,000	0,000
Chargement 3*	0,000	0,000	0,000

\* Actions des parties des chargements situées entre l'arrière du voile et le parement fictif vertical

Mur Est - Section perpendiculaire à la Vilaine

Projet : Mur ZAC A. Guérin  
Unités : m, t, t/m<sup>2</sup>



Echelle dessin : 0,600 cm/m

Echelle efforts : 0,500 cm/unités

# MUR

Note de calcul de mur de soutènement en béton armé.

Mur

Version 1.06

Décembre 1999

SETRA

Mur Est - Section perpendiculaire à la Vilaine

Projet : Mur ZAC A. Guérin

09/11/2012

La remise à un entrepreneur de la présente note de calcul n'atténue en rien sa responsabilité et ne le dispense pas notamment des obligations qui lui incombent en vertu de l'article 29 du cahier des clauses administratives générales (CCAG).

De même, sa remise à un bureau d'études ne décharge pas celui-ci de sa responsabilité de concepteur, notamment en ce qui concerne le choix des données et les adaptations éventuelles à son projet des résultats.

Voile

Hauteur :	3,70	Longueur du plot :	1,00
Epaisseur en haut :	0,57	Epaisseur en bas :	2,10
Fruit avant :	0,00		

Semelle

Dénivelé extrémité :	0,00
----------------------	------

Terres

Cote aval :	1,40
Cote amont :	3,70

Eau

Cote aval :	1,40
Cote amont :	1,90

Sol

Angle de frottement :	30,00
Cohésion :	0,00
Contrainte de rupture :	66,00
Sol frottant	

Géométrie du talus amont

Segment	Projection Horizontale	Projection Verticale
1	8,00	0,00
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Matériaux

Béton :	Fc :	
	Poids vol. :	2,20
Aciers :	Fe :	
Ferrailage :	Fissuration :	préjudiciable
Distance du centre des aciers au parement :		

Chargements sur le talus

Chargement 1	Charge 1	Charge 2	Charge 3
Abscisse début :	0,000	0,000	0,000
Abscisse fin :	8,000	0,000	0,000
Densité :	0,500	0,000	0,000
Inclinaison :	0,000	0,000	0,000
Type :	Variable		

Chargement 2	Charge 1	Charge 2	Charge 3
Abscisse début :	0,000	0,000	0,000
Abscisse fin :	0,000	0,000	0,000
Densité :	0,000	0,000	0,000
Inclinaison :	0,000	0,000	0,000
Type :	Variable		

Chargement 3	Charge 1	Charge 2	Charge 3
Abscisse début :	0,000	0,000	0,000
Abscisse fin :	0,000	0,000	0,000
Densité :	0,000	0,000	0,000
Inclinaison :	0,000	0,000	0,000
Type :	Variable		

Remblai

Phi :	30,000
Gamma :	2,000
Gamma' :	1,200
Charge répartie en aval :	0,000
Coef. butée des terres aval :	0,000
Angle de poussée sur parement :	20,000

Charge voile

Moment :	0,000
Force horizontale :	0,000
Force verticale :	0,000
Diffusion du chargement :	1,000
Type charge :	Variable

Coefficients de sécurité :

	Critère	Coefficient
ELU	Mobilisation du sol (V)	2,00
	Mobilisation du sol (H)	1,50
	Glissement tan(phi)	1,20
	Glissement cohésion	1,50
	Renversement	0,10

ELS	Mobilisation du sol (V)	3,00
	Mobilisation du sol (H)	2,00
	Décompression permanente	0,75
	Décompression rare	0,75

Combinaisons :

Combinaison	Poids du mur	Poids des terres	Poussée des terres	Eau	Charge en aval	Chargement du voile	Chargement 1	Chargement 2	Chargement 3
Elu-Gmax	1,200	1,200	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Gmin	0,900	0,900	1,200	1,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Qmax	1,200	1,200	1,000	1,000	1,330	0,000	1,330	0,000	0,000
Qmin	0,900	0,900	1,200	1,050	0,000	0,000	0,000	1,330	0,000
Els-G	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Qmax	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000
Qmin	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000

Gamma S3 ELU :

1,125

Gamma S3 ELS :

1,000

Sollicitations :

Combinaison	Moment	Force verticale	Force horizontale
Elu-Gmax	-8,109	-17,301	-7,144
Gmin	-5,140	-12,911	-6,569
Qmax	-7,498	-18,241	-8,171
Qmin	-5,140	-12,911	-6,569
Els-G	-5,484	-12,362	-5,429
Qmax	-5,075	-12,991	-6,116
Qmin	-5,484	-12,362	-5,429

Glissement :

Combinaison	Force horiz active	Force horiz limite	Etat
Elu-Gmax	7,144	8,324	- Stable -
Gmin	6,569	6,212	- Instable -
Qmax	8,171	8,776	- Stable -
Qmin	6,569	6,212	- Instable -

Poinçonnement :

Combinaison	Contrainte sur le sol	Contrainte limite	Etat
Elu-Gmax	18,455	18,084	- Instable -
Gmin	16,218	14,994	- Instable -
Qmax	22,189	16,893	- Instable -
Qmin	16,218	14,994	- Instable -
Els-G	13,933	13,049	- Instable -
Qmax	16,625	12,325	- Instable -
Qmin	13,933	13,049	- Instable -



Renversement/Soulèvement :

Combinaison	Largeur comprimée	Largeur minimale	Etat
Elu-Gmax	1,406	0,210	- Stable -
Gmin	1,194	0,210	- Stable -
Qmax	1,233	0,210	- Stable -
Qmin	1,194	0,210	- Stable -
Els-G	1,331	1,575	- Instable -
Qmax	1,172	1,575	- Instable -
Qmin	1,331	1,575	- Instable -

Poussée des terres :

Action	Moment	Force verticale	Force horizontale
Elu-Gmax	-0,773	-5,689	-6,216
Gmin	-0,696	-5,120	-5,594
Qmax	-0,161	-6,629	-7,243
Qmin	-0,696	-5,120	-5,594
Els-G	-0,573	-4,214	-4,604
Qmax	-0,164	-4,842	-5,291
Qmin	-0,573	-4,214	-4,604

Mur et sol :

Action	Moment	Force verticale	Force horizontale
Massif de terres amont	0,000	0,000	0,000
Massif de terres aval	0,000	0,000	0,000
Butée des terres aval	0,000	0,000	0,000
Poids du mur	-8,048	-10,867	0,000

Eau :

Action	Moment	Force verticale	Force horizontale
Poussée hydrostatique à l'avant	-0,457	0,000	0,980
Poussée hydrostatique à l'arrière	-0,229	-0,746	-1,805
Pression sous la semelle	3,822	3,465	0,000

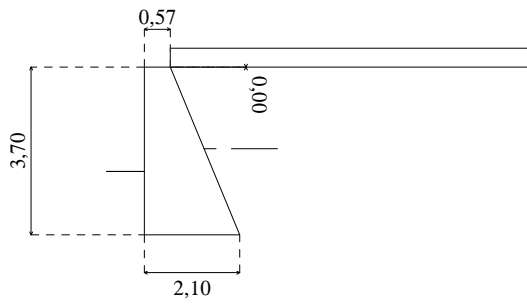
Charges extérieures :

Action	Moment	Force verticale	Force horizontale
Charge en aval	0,000	0,000	0,000
Chargement sur le voile	0,000	0,000	0,000
Chargement 1*	0,000	0,000	0,000
Chargement 2*	0,000	0,000	0,000
Chargement 3*	0,000	0,000	0,000

\* Actions des parties des chargements situées entre l'arrière du voile et le parement fictif vertical

Mur Est - Section perpendiculaire à la Vilaine

Projet : Mur ZAC A. Guérin  
Unités : m, t, t/m<sup>2</sup>



Echelle dessin : 0,600 cm/m

Echelle efforts : 0,500 cm/unités