

**PROVINCE NORD S/C SECAL**

**DOSSIER G063-17**

**CONFORTEMENT DE TALUS DE LA LIAISON ROUTIERE KAALA  
GOMEN HIENGHENE**

**—  
COMMUNE DE KAALA GOMEN**

**ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION G2 PHASE PROJET**

Ce rapport contient 111 pages de texte et 13 annexes

<b>Client</b>	Province Nord s/c SECAL
<b>Devis</b>	2017-064 du 22 Février 2017
<b>Commande client</b>	Bon de commande n°17/1001/01
<b>Demande du client</b>	Définition et dimensionnement des ouvrages de confortement en gabions et coque en béton projeté ou paroi cloué ou filet pare éboulement. Etablissement des plans de confortement à partir des plans d'état des lieux fournis par le topographe.

**MISSION GEOTECHNIQUE :**

**G2 – Etude géotechnique de conception phase projet.**

**REFERENCES DU DOSSIER ET REDACTEUR :**

<b>Date</b>	<b>Chargé d'affaires</b>	<b>Contrôleur</b>
25 Septembre 2017	F. POIRIER	C. BENTEUX

## SOMMAIRE

I. DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET.....	4
II. MISSION GÉOTECHNIQUE – PROGRAMME – RAPPORT .....	5
III.1 – Mission géotechnique .....	5
III.2 – Programme géotechnique.....	5
III.3 – Rapport.....	8
III. GÉOLOGIE DES CINQ SITES .....	9
III.1 – Site n°01 - Pk 52140 à 52201.....	9
III.2 – Site n°02 - Pk 53495 à 53519.....	10
III.3 – Site n°03 - Pk 55531 à 56728.....	10
III.4 – Sites n°04 et 05 - Pk 56578 à 56600 et Pk 56638 à 56658 .....	11
IV. RECONNAISSANCE GÉOTECHNIQUE.....	12
IV.1 – Essais pénétrométriques.....	12
IV.2 – Puits de sondage.....	13
V. SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE .....	15
VI. DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE .....	17
VI.1 – Site n°01 - Pk 52140 à 52201 .....	17
VI.2 – Site n°02 - Pk 53495 à 53519 .....	21
VI.3 – Site n°03 - Pk 55531 à 56278, site n°04 – Pk 56578 à 56600 et site n°56638 à 56658 .....	23
VII. DIMENSIONNEMENT DES GABIONS DU SITE N°01 – PK 52140 A 52201 .....	55
VII.1 – Dimensionnement des ouvrages de confortements .....	55
VII.2 – Précautions de mise en œuvre .....	63
VII.3 – Plans de l’ouvrage de confortement .....	68
VIII. DIMENSIONNEMENT DES GABIONS DU SITE N°02 – PK 53495 A 53519 .....	69
VIII.1 – Dimensionnement des ouvrages de confortements .....	69
VIII.2 – Précautions de mise en œuvre .....	72
VIII.3 – Plans de l’ouvrage de confortement.....	74
IX. CONFORTEMENT DES TALUS DE DEBLAIS DES SITES N°03 A 05 .....	75
IX.1 – Type de confortements envisageables .....	75
IX.2 – Définitions des confortements et des terrassements à exécuter .....	76
IX.3 – Dimensionnement des confortements.....	109
IX.4 – Recommandations de mise en œuvre.....	111
IX.5 – Plans de confortement.....	111

## I. DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET

La Direction de l'Aménagement et du Foncier de la Province Nord projette d'aménager une liaison routière entre les communes de Hienghène et de Kaala-Gomen. La création de cette liaison, d'un linéaire de l'ordre de 69.91 km, nécessitera :

- L'exécution de terrassements en déblais, remblais et en profils mixtes déblai / remblai,
- La réalisation de travaux de voirie (structure de chaussée et revêtement),
- D'améliorer le réseau d'assainissement longitudinal et transversal existants,
- La mise en place d'équipements réglementaires (signalisation organe de sécurité),
- La réalisation de 29 ouvrages cadres.

Les études géotechniques de dimensionnement des ouvrages cadres et de la chaussée ont été confiés en 2016 aux bureaux d'études AdNord et Géotech Nc.

En complément, Géotech a été missionné par la Sécac pour aider les bureaux d'études ETIK et BECK dans les types de confortements à envisager au niveau des élargissements de chaussées et des instabilités rocheuses situées en amont de la future chaussée.

Cette mission a mis en évidence qu'il était nécessaire de conforter au minimum :

- 23 sites sur la commune de Hienghène,
- 5 sites sur la commune de Kaala Gomen.

Au niveau de la commune de Kaala-Gomen, les sites et les types de confortements projetés sont les suivants :

- **Pk 52140 à Pk 52201**, un ouvrage en gabions sur un linéaire de l'ordre de 61 m pour conforter un talus aval d'une hauteur comprise entre 4.00 et 7.00 m environ dans lesquels des glissements se sont produits en tête. Cette zone est composée d'un virage et d'un point bas au niveau duquel on relève une buse en béton. Les eaux de ruissellement canalisées par la buse sont renvoyées dans le talus.
- **Pk 53495 à 53519**, un ouvrage en gabion en aval de la piste en terre existante pour conforter un talus d'une hauteur voisine de 3.00 m prolongée par une pente naturelle dans lequel des glissements et des arrachements se sont développés en tête. Dans le cadre de l'élargissement de la future chaussée, il est donc projeté de conforter la tête de talus afin d'éviter le développement de nouvelles instabilités pouvant mettre en péril les usagers de la future liaison.
- **Pk 55531 à 56728**, une paroi clouée revêtu ou non d'un béton projeté pour conforter un talus rocheux d'un linéaire de 1197 m positionné en amont d'une piste en terre de faible largeur. Les talus sont dressés selon des pentes comprises entre 1V/1H et la verticale sur des hauteurs comprises entre 2.00 et 20 m environ. De nombreuses instabilités sous la forme de chutes de blocs rocheux, dièdres rocheux, d'accumulations de fines en pied de talus et de petits glissements ont été relevés dans le parement du talus ainsi qu'à son pied.
- **Pk 56638 à Pk 56658**, ouvrage en gabion sur un linéaire de l'ordre de 20 m pour composer un écran pare blocs au le pied d'un talus de déblai rocheux amont dressé selon des pentes non sécuritaires selon des hauteurs comprises entre 3.00 et 7.00 m environ. Le talus présente des instabilités rocheuses sous la forme de chutes de blocs, d'accumulation de fines en pied de talus et de dièdre rocheux.



- **Pk 56638 à Pk 56658**, ouvrage en gabion sur un linéaire d'environ 22 m de type pare en blocs positionné en pied d'un talus de déblai rocheux dressé selon des pentes non sécuritaires sur des hauteurs comprises entre 10 et 15 m environ. Les instabilités relevées dans le talus sont identiques à celles présentes entre les Pk 56638 à 56658.

## II. MISSION GÉOTECHNIQUE – PROGRAMME – RAPPORT

### III.1 – Mission géotechnique

Afin de répondre aux besoins du client, il a été réalisé une étude géotechnique de conception G2 phase projet, conformément à la norme des missions géotechniques NF P 94-500 de novembre 2013.

### III.2 – Programme géotechnique

Le programme initial de la reconnaissance géotechnique était le suivant :

- **Pk 52140 à Pk 52201, ouvrage en gabions sur un linéaire de l'ordre de 61 m,**
  - Un relevé topographe de la zone à conforter par un géomètre avec un point tous les 5 m environ.
  - 4 essais pénétrométriques à l'aide d'un pénétromètre dynamique lourd (Géotool équipé d'un mouton de 63.5 kg) normalisé NF EN ISO 22476-2, dans le but d'obtenir des résistances de pointes en tête du futur ouvrage.
  - 4 essais pénétrométriques à l'aide d'un pénétromètre dynamique léger (PM 10 équipé d'un mouton de 10 kg) normalisés NF EN ISO 22476-2, dans le but d'obtenir des résistances de pointes en pied du futur ouvrage.
  - 3 puits de sondages à l'aide d'une barre à mine en pied du futur ouvrage.
  - Un diagnostic du talus par un ingénieur géotechnicien afin de relever l'ensemble des désordres présents dans le talus. Les relevés étaient agrémentés de prises photographiques.
- **Pk 53495 à Pk 53519, ouvrage en gabion sur un linéaire d'environ 24 m,**
  - Un relevé topographe de la zone à conforter par un géomètre avec un point tous les 5 m environ.
  - 2 essais pénétrométriques à l'aide d'un pénétromètre dynamique lourd (Géotool équipé d'un mouton de 63.5 kg) normalisé NF EN ISO 22476-2, dans le but d'obtenir des résistances de pointes en tête du futur ouvrage.
  - 2 essais pénétrométriques à l'aide d'un pénétromètre dynamique léger (PM 10 équipé d'un mouton de 10 kg) normalisés NF EN ISO 22476-2, dans le but d'obtenir des résistances de pointes en pied du futur ouvrage.
  - 2 puits de sondages à l'aide d'une barre à mine en pied du futur ouvrage.
  - Un diagnostic du talus par un ingénieur géotechnicien afin de relever l'ensemble des désordres présents dans le talus. Les relevés étaient agrémentés de prises photographiques.

- **Pk 55531 à Pk 56728, béton projeté armé et cloué (environ 1197 m),**

- Un diagnostic du talus par un ingénieur géotechnicien afin de relever l'ensemble des désordres présents dans le talus. Les relevés étaient agrémentés de prises photographiques.

- **Pk 56578 à Pk 56600, écran pare blocs en gabions (de l'ordre de 22 m),**

- Un relevé topographe de la zone à conforter par un géomètre avec un point tous les 5 m environ.

- 3 essais pénétrométriques à l'aide d'un pénétromètre dynamique lourd (Géotool équipé d'un mouton de 63.5 kg) normalisé NF EN ISO 22476-2, dans le but d'obtenir des résistances de pointes en tête du futur ouvrage.

- 3 essais pénétrométriques à l'aide d'un pénétromètre dynamique léger (PM 10 équipé d'un mouton de 10 kg) normalisés NF EN ISO 22476-2, dans le but d'obtenir des résistances de pointes en pied du futur ouvrage.

- 2 puits de sondages à l'aide d'une barre à mine en pied du futur ouvrage.

- Un diagnostic du talus par un ingénieur géotechnicien afin de relever l'ensemble des désordres présents dans le talus. Les relevés étaient agrémentés de prises photographiques.

- **Pk 56638 à Pk 56658, écran pare blocs en gabions (de l'ordre de 20 m),**

- Un relevé topographe de la zone à conforter par un géomètre avec un point tous les 5 m environ.

- 3 essais pénétrométriques à l'aide d'un pénétromètre dynamique lourd (Géotool équipé d'un mouton de 63.5 kg) normalisé NF EN ISO 22476-2, dans le but d'obtenir des résistances de pointes en tête du futur ouvrage.

- 3 essais pénétrométriques à l'aide d'un pénétromètre dynamique léger (PM 10 équipé d'un mouton de 10 kg) normalisés NF EN ISO 22476-2, dans le but d'obtenir des résistances de pointes en pied du futur ouvrage.

- 2 puits de sondages à l'aide d'une barre à mine en pied du futur ouvrage.

- Un diagnostic du talus par un ingénieur géotechnicien afin de relever l'ensemble des désordres présents dans le talus. Les relevés étaient agrémentés de prises photographiques.

En raison des risques de réaliser les essais pénétrométriques manuels et les puits de sondage à la barre à mine en pied de talus aval liés à la présence d'une forte pente, le programme a été adapté de la manière suivantes :

- **Pk 52140 à Pk 52201, ouvrage en gabions sur un linéaire de l'ordre de 61 m,**

- Un relevé topographe de la zone à conforter par un géomètre avec un point tous les 5 m environ.
- 6 essais pénétrométriques à l'aide d'un pénétromètre dynamique lourd (Géotool équipé d'un mouton de 63.5 kg) normalisé NF EN ISO 22476-2, dans le but d'obtenir des résistances de pointes en tête du futur ouvrage.
- 4 puits de sondages à l'aide d'un tracto-pelle en tête de talus pour relever la nature des matériaux sur les premiers mètres et vérifier la présence d'arrivées d'eau.
- Un diagnostic du talus par un ingénieur géotechnicien afin de relever l'ensemble des désordres présents dans le talus. Les relevés ont été agrémentés de prises photographiques.

- **Pk 53495 à Pk 53519, ouvrage en gabion sur un linéaire d'environ 24 m,**

- Un relevé topographe de la zone à conforter par un géomètre avec un point tous les 5 m environ.
- 3 essais pénétrométriques à l'aide d'un pénétromètre dynamique lourd (Géotool équipé d'un mouton de 63.5 kg) normalisé NF EN ISO 22476-2, dans le but d'obtenir des résistances de pointes en tête du futur ouvrage.
- 3 puits de sondages à l'aide d'un tracto-pelle en tête de talus pour relever la nature des matériaux sur les premiers mètres et vérifier la présence d'arrivées d'eau.
- Un diagnostic du talus par un ingénieur géotechnicien afin de relever l'ensemble des désordres présents dans le talus. Les relevés ont été agrémentés de prises photographiques.

- **Pk 55531 à Pk 56728, béton projeté armé et cloué (environ 1197 m),**

- Un diagnostic du talus par un ingénieur géotechnicien afin de relever l'ensemble des désordres présents dans le talus. Les relevés étaient agrémentés de prises photographiques.

- **Pk 56578 à Pk 56600, écran pare blocs en gabions (de l'ordre de 22 m),**

- Un relevé topographe de la zone à conforter par un géomètre avec un point tous les 5 m environ.
- 5 essais pénétrométriques à l'aide d'un pénétromètre dynamique lourd (Géotool équipé d'un mouton de 63.5 kg) normalisé NF EN ISO 22476-2, dans le but d'obtenir des résistances de pointes en tête du futur ouvrage.
- 3 puits de sondages à l'aide d'un tracto-pelle en tête de talus pour relever la nature des matériaux sur les premiers mètres et vérifier la présence d'arrivées d'eau.
- Un diagnostic du talus par un ingénieur géotechnicien afin de relever l'ensemble des désordres présents dans le talus. Les relevés ont été agrémentés de prises photographiques.

- **Pk 56638 à Pk 56658, écran pare blocs en gabions (de l'ordre de 20 m).**
- Un relevé topographe de la zone à conforter par un géomètre avec un point tous les 5 m environ.
- 3 essais pénétrométriques à l'aide d'un pénétromètre dynamique lourd (Géotool équipé d'un mouton de 63.5 kg) normalisé NF EN ISO 22476-2, dans le but d'obtenir des résistances de pointes en tête du futur ouvrage.
- 3 puits de sondages à l'aide d'un tracto-pelle en tête de talus pour relever la nature des matériaux sur les premiers mètres et vérifier la présence d'arrivées d'eau.
- Un diagnostic du talus par un ingénieur géotechnicien afin de relever l'ensemble des désordres présents dans le talus. Les relevés ont été agrémentés de prises photographiques.

### **III.3 – Rapport**

Conformément à la demande du client et à une mission géotechnique G2 phase PRO, le présent rapport fournit :

- Les résultats des essais in-situ.
- La définition et le dimensionnement d'un ouvrage de type mur poids gabions, écran pare blocs en gabions et paroi cloué avec ou sans béton projeté.
- Les plans de confortement des différents ouvrages.

Un plan de situation des talus étudiés est joint en annexe n°01. Les plans topographiques des talus étudiés, renseignés de la position des essais pénétrométriques et des puits de sondage, sont joints en annexe 02.

Nous tenons à préciser que les conclusions de ce rapport sont propres au projet étudié. En cas de modifications de projet non communiquées par le client au moment de la réalisation de l'étude géotechnique, il pourrait être nécessaire de revoir les conclusions du rapport.

### III. GÉOLOGIE DES CINQ SITES

#### III.1 – Site n°01 - Pk 52140 à 52201

La carte géologique de Kaala Gomen (Feuille Géorep au 1/50 000<sup>ème</sup>) indique que le talus étudié est inscrit dans la formation de Tondo composée de schistes silto-gréseux d'âge Crétacé Supérieur Oligocène.

Aucune faille principale ou un contact anormal ne sont mis en évidence à proximité du projet.



**Figure 1 : Extrait de la carte géologique au 1/50000ème (source georep).**



### **III.2 – Site n°02 - Pk 53495 à 53519**

La carte géologique de Kaala Gomen (Feuille Géorep au 1/50 000<sup>ème</sup>) indique que le talus étudié est inscrit dans des schistes gréseux et microconglomératiques d'âge Crétacé Supérieur Oligocène.

Aucune faille principale ou un contact anormal ne sont mis en évidence à proximité du projet.

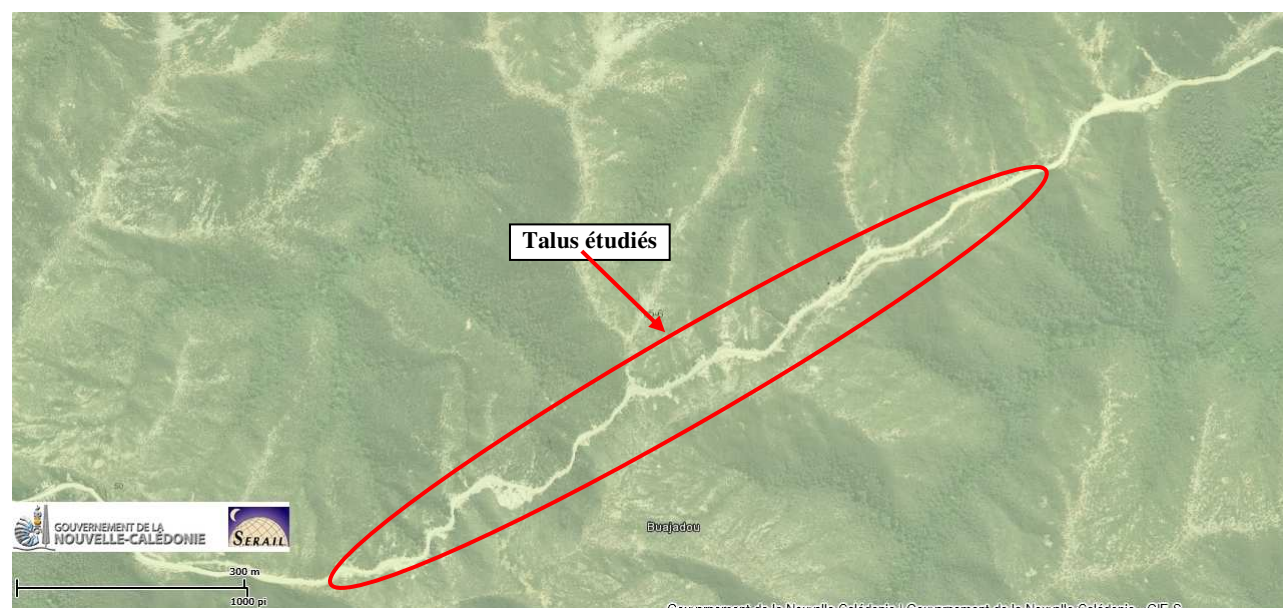


**Figure 2 : Extrait de la carte géologique au 1/50000ème (source georep).**

### **III.3 – Site n°03 - Pk 55531 à 56728**

La carte géologique de Kaala Gomen (Feuille Géorep au 1/50 000<sup>ème</sup>) indique que les talus étudiés sont inscrits dans des argilites silteuses noires à sulfures et nodules (niveau des Mamelons Rouges) d'âge Crétacé Supérieur Oligocène.

Aucune faille principale ou un contact anormal ne sont mis en évidence à proximité du projet.

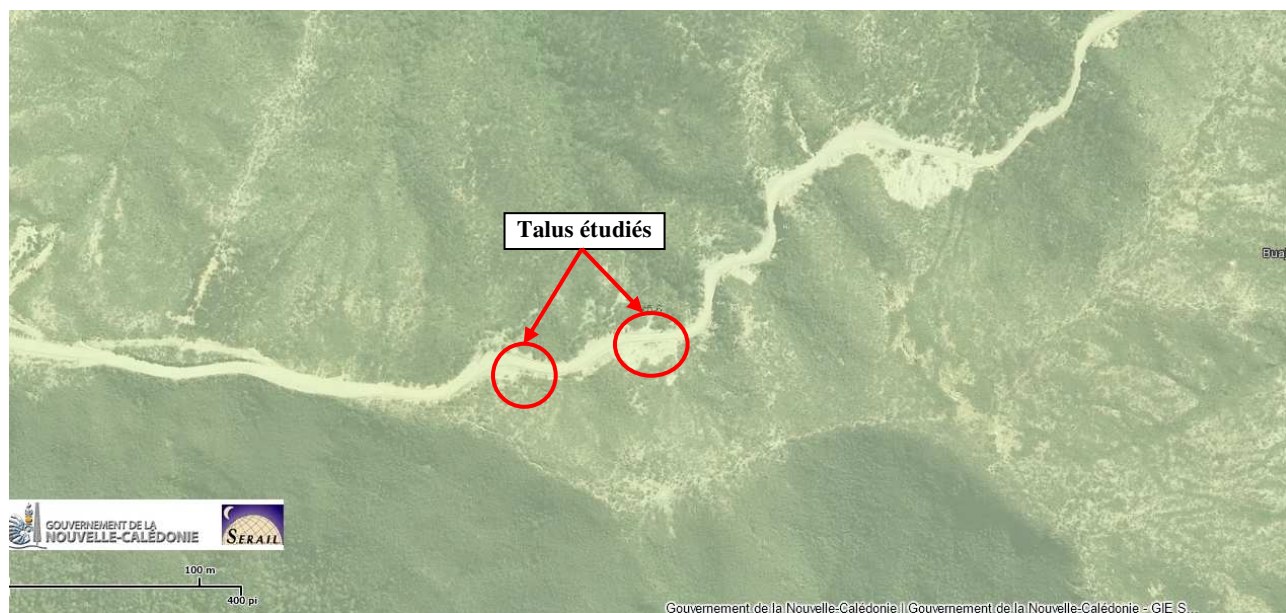


**Figure 3 : Extrait de la carte géologique au 1/50000ème (source georep).**

### **III.4 – Sites n°04 et 05 - Pk 56578 à 56600 et Pk 56638 à 56658**

La carte géologique de Kaala Gomen (Feuille Géorep au 1/50 000<sup>ème</sup>) indique que les deux talus étudiés sont inscrits dans des argilites silteuses noires à sulfures et nodules (niveau des Mamelons Rouges) d'âge Crétacé Supérieur Oligocène.

Aucune faille principale ou un contact anormal ne sont mis en évidence à proximité du projet.



**Figure 4 : Extrait de la carte géologique au 1/50000ème (source georep).**

## IV. RECONNAISSANCE GÉOTECHNIQUE

### IV.1 – Essais pénétrométriques

Dix-sept essais pénétrométriques ont été réalisés à l'aide d'un pénétromètre dynamique lourd Géotool GTR 790 normalisé NF EN ISO 22476-2, et équipé d'un mouton de 63.5 kg.

Les résultats des essais sous la forme de pénétrogramme sont joints en annexe 03. Ces pénétrogrammes renseignent la résistance dynamique de pointe  $q_d$  en fonction de la profondeur.

N° de l'essai	Site	Profondeur (m)			Refus ou arrêt (m)
		Horizon de portance faible $q_d < 5 \text{ MPa}$	Horizon de portance moyenne $5 < q_d < 10 \text{ MPa}$	Horizon de portance forte $q_d > 10 \text{ MPa}$	
EP1	5 (Pk 56638 à Pk 56658)	-	0.00 – 0.30 2.00 – 2.40	0.30 – 2.00 2.40 – 6.00	Refus à 6.00
EP2		0.00 – 0.30	0.30 – 0.40	0.40 – 2.40	Refus à 2.40
EP3		-	0.00 – 0.30	0.30 – 2.40	Refus à 2.40
EP4	4 et 5	-	0.00 – 0.20	0.20 – 4.20	Refus à 4.20
EP5	4 (Pk 56578 à Pk 56600)	-	-	0.00 – 1.00	Refus à 1.00
EP6		-	0.00 – 0.80	0.80 – 1.40	Refus à 1.40
EP7		-	0.00 – 0.20	0.20 – 1.80	Refus à 1.80
EP8		-	-	0.00 – 2.20	Refus à 2.20
EP9	2 (Pk 53495 à Pk 53519)	0.00 – 1.40	1.40 – 1.60	1.60 – 3.80	Refus à 3.80
EP10		0.00 – 0.70	0.70 – 3.30	3.30 – 5.80	Refus à 5.80
EP11		- 1.50 – 1.80	0.00 – 1.50 1.80 – 2.20	- 2.20 – 3.00	Refus à 3.00
EP12	1 (Pk 52140 à Pk 52201)	0.00 – 2.10	2.10 – 2.50	2.50 – 4.40	Refus à 4.40
EP13		-	0.00 – 0.60	0.60 – 1.00	Refus à 1.00
EP14		- 0.30 – 0.80 1.30 – 1.80	0.00 – 0.30 0.80 – 1.30 1.80 – 2.00	- - 2.00 – 2.40	Refus à 2.40
EP15		-	0.00 – 0.60	0.60 – 1.80	Refus à 1.80
EP16		0.00 – 1.80	1.80 – 2.30	2.30 – 3.20	Refus à 3.20
EP17		0.00 – 1.30	1.30 – 1.70	1.70 – 2.20	Refus à 2.20

Aucune trace d'humidité n'a été relevée sur le train de tiges de l'essai pénétrométrique lors de leur extraction.

Toutefois, il n'est pas à exclure la circulation d'eau lors de fortes pluies au sein des horizons de remblais ou au contact d'horizons perméables et imperméables.



## **IV.2 – Puits de sondage**

Treize puits de sondage ont été ouverts avec un tracto-pelle sur les sites 01, 02, 04 et 05 afin de relever la nature des terrains sur les premiers mètres et rechercher d'éventuelles arrivées au droit des futurs ouvrages de confortements.

Les coupes de sondages sont jointes en annexe 04.

Les tableaux suivants présentent la lithologie rencontrée dans les différents sondages :

### **Site n°01 : Pk 52140 à Pk 52201**

<b>Sondage</b>	<b>Horizon /H0/ Remblai gravelo-sablo- argileux marron clair 0/50 mm</b>	<b>Arrêt ou refus (m)</b>
<b>PU10</b>	0.00 – 1.00 (1.00 m)	Refus à 1.00 m sur blocs
<b>PU11</b>	0.00 – 1.50 (1.50 m)	Arrêt à 1.50
<b>PU12</b>	0.00 – 1.50 (1.50 m)	Refus à 1.50 m sur blocs
<b>PU13</b>	0.00 – 1.80 (1.80 m)	Arrêt à 1.80

Aucune venue d'eau n'a été observée sur les parois des puits de sondage ou en fond de fouille. Toutefois, il n'est pas à exclure la circulation d'eau lors de fortes pluies au sein des horizons de remblais.

### **Site n°02 : Pk 53495 à Pk 53519**

<b>Sondage</b>	<b>Horizon /H0/ Remblai gravelo-sablo- argileux beige/marron 0/50 mm</b>	<b>Horizon /H1/ Roche altérée et fracturée beige / marron</b>	<b>Arrêt ou refus (m)</b>
<b>PU7</b>	0.00 – 1.40 (1.40 m)	1.40 – 1.50 (0.10 m)	Refus à 1.50
<b>PU8</b>	0.00 – 1.50 (1.50 m)	-	Refus à 1.50 m sur blocs
<b>PU9</b>	0.00 – 1.80 (1.80 m)	1.80 – 2.20 (0.40 m)	Refus à 2.20

Aucune venue d'eau n'a été observée sur les parois des puits de sondage ou en fond de fouille. Toutefois, il n'est pas à exclure la circulation d'eau lors de fortes pluies au sein des horizons de remblais et de roche altérée.

**Site n°04 : Pk 56578 à Pk 56600**

<b>Sondage</b>	<b>Horizon /H1/ Roche altérée et fracturée beige / rose se débite en grave sableuse 0/100 mm</b>	<b>Arrêt ou refus (m)</b>
<b>PU4</b>	0.00 – 0.90 (0.90 m)	Refus à 0.90
<b>PU5</b>	0.00 – 1.20 (1.20 m)	Refus à 1.20
<b>PU6</b>	0.00 – 1.50 (1.50 m)	Refus à 1.50

Aucune venue d'eau n'a été observée sur les parois des puits de sondage ou en fond de fouille. Toutefois, il n'est pas à exclure la circulation d'eau lors de fortes pluies au sein de cet horizon de roche altérée.

**Site n°05 : Pk 56638 à Pk 56658**

<b>Sondage</b>	<b>Horizon /H1/ Roche altérée et fracturée beige / rose se débite en grave sableuse 0/100 mm</b>	<b>Arrêt ou refus (m)</b>
<b>PU1</b>	0.00 – 1.50	Refus à 1.50
<b>PU2</b>	0.00 – 1.40	Refus à 1.40
<b>PU3</b>	0.00 – 1.40	Refus à 1.40

Aucune venue d'eau n'a été observée sur les parois des puits de sondage ou en fond de fouille. Toutefois, il n'est pas à exclure la circulation d'eau lors de fortes pluies au sein de cet horizon de roche altérée.

## V. SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE

L'interprétation des essais in situ permet d'établir les coupes synthétiques suivantes au droit des sites 01, 02, 04 et 05 :

### Site n°01 : Pk 52140 à Pk 52201 (EP12 à EP17 et PU10 à PU13)

Horizon	Lithologie	Epaisseur (m)	Portance (MPa)	Présence
/H0/	<b>Remblai gravelo-sablo-argileux marron clair 0/50 mm</b>	1.00 m minimum en PU10 à environ 2.10 m en EP12	Globalement faible ( $q_d < 5$ MPa) mais avec des pics de moyenne ( $5 < q_d < 10$ MPa) et de forte portance ( $q_d > 10$ MPa)	Tous les sondages
/H1/	<b>Roche altérée et fracturée marron clair</b>	A partir de -1.30 m/TN existant en EP17 à -2.10 m/TN existant en EP12	Moyenne ( $5 < q_d < 10$ MPa) en tête d'horizon puis forte ( $q_d > 10$ MPa) jusqu'au refus pénétrométrique	Tous les sondages

Aucune venue d'eau n'a été observée sur les trains de tige des essais pénétrométriques ainsi que dans les puits de sondage.

Toutefois, des traces d'humidités ont été relevées sur quelques centimètres lors du diagnostic du site par l'ingénieur géotechnicien au niveau des essais EP12 à EP14.

### Site n°02 : Pk 53495 à Pk 53519 (EP9 à EP11 et PU7 à PU9)

Horizon	Lithologie	Epaisseur (m)	Portance (MPa)	Présence
/H0/	<b>Remblai gravelo-sablo-argileux marron beige marron 0/50 mm</b>	1.40 m en EP9/PU7 à 1.80 m en EP11/PU9	Globalement faible ( $q_d < 5$ MPa) à moyenne ( $5 < q_d < 10$ MPa)	Tous les sondages
/H1/	<b>Roche altérée et fracturée beige marron</b>	A partir de -1.40 m/TN existant en EP9/PU7 à -1.80 m/TN existant en EP11/PU9	Moyenne ( $5 < q_d < 10$ MPa) en tête d'horizon puis forte ( $q_d > 10$ MPa) jusqu'au refus pénétrométrique	Tous les sondages

Aucune venue d'eau n'a été observée sur les trains de tige des essais pénétrométriques ainsi que dans les puits de sondage.

**Site n°04 : Pk 56578 à Pk 56600 (EP4 à EP8 et PU4 à PU6)**

Horizon	Lithologie	Profondeur (m)	Portance (MPa)	Présence
/H1/	Roche altérée et fracturée beige / rose	Dès la surface	Moyenne (5 < qd < 10 MPa) en tête d'horizon puis forte (qd > 10 MPa) jusqu'au refus pénétrométrique	Tous les sondages

Aucune venue d'eau n'a été observée sur les trains de tige des essais pénétrométriques ainsi que dans les puits de sondage.

**Site n°05 : Pk 56638 à Pk 56658 (EP1 à EP4 et PU1 à PU3)**

Horizon	Lithologie	Profondeur (m)	Portance (MPa)	Présence
/H1/	Roche altérée et fracturée beige / rose	Dès la surface	Faible (qd < 5 MPa) à Moyenne (5 < qd < 10 MPa) en tête d'horizon puis forte (qd > 10 MPa) jusqu'au refus pénétrométrique	Tous les sondages

Aucune venue d'eau n'a été observée sur les trains de tige des essais pénétrométriques ainsi que dans les puits de sondage.

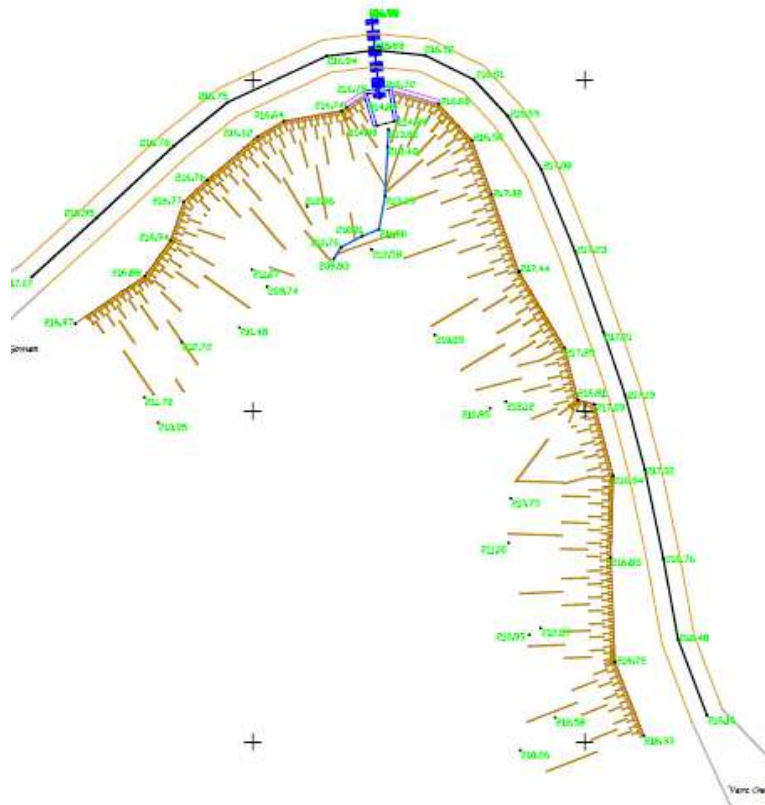
## VI. DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE

Les diagnostics de talus ont été réalisés dans le sens Kaala-Gomen Hienghène.

### VI.1 – Site n°01 - Pk 52140 à 52201

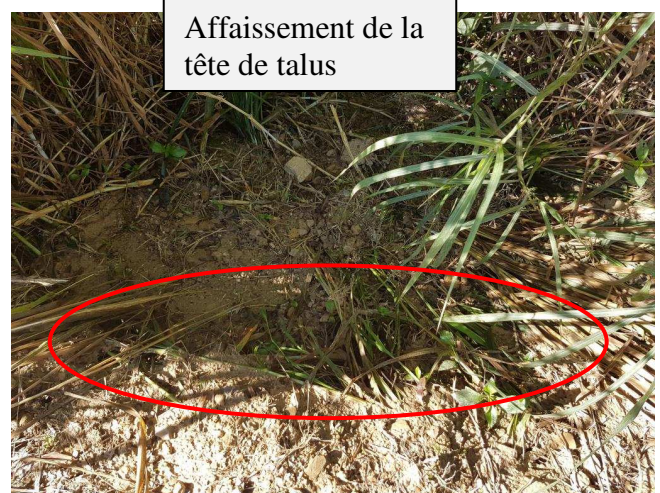
Le site n°01 (Pk 52140 à 52201), qui s'étend sur un linéaire 61 m, est un talus aval de la piste en terre inscrit dans un virage à droite dans le sens Kaala-Gomen Hienghène.

Au centre du virage, correspondant au point bas de la piste, on relève une buse enterrée avec une tête de buse renvoyant les eaux de ruissellement dans le talus à conforter.





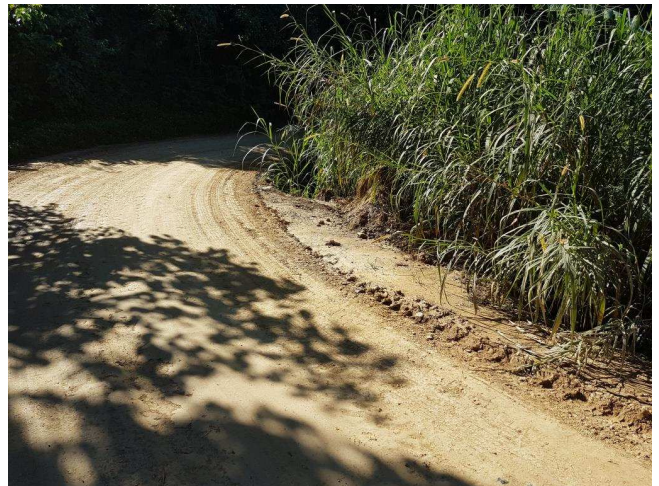
En suivant la piste jusqu'à la buse enterrée de la buse enterrée, les accotements de la piste sont déstabilisés en raison du ruissellement des eaux de surface non canalisées au moyen d'ouvrage d'assainissement et ce jusqu'au point bas. Les matériaux composant les accotements, de nature argilo-graveleuse, sont ainsi très humides et présentent de faible portance en surface. La tête de talus située dans le prolongement des accotements est ainsi rognée à de nombreux endroits et s'effondre facilement sous les pieds de l'ingénieur géotechnicien.



**Photos 01 et 02 : Accotement en amont du point bas de la piste.**

La saturation des accotements est liée à la présence de matériaux argilo-graveleux ainsi que de déchets végétaux mis en tas en tête de talus à de nombreux endroits. Les eaux de ruissellement n'étant pas renvoyées dans le talus aval, s'infiltrant en tête de talus et contribuent aux affaissements et arrachements relevés.

De plus, aux abords du point bas de la piste, les accotements sont légèrement plus élevés que la piste, contribuant ainsi à l'infiltration des eaux de ruissellement en tête de talus.



**Photos 03 et 04 : Matériaux et végétation présents en tête de talus et accotement surélevés.**

En amont de la buse, le talus est composé d'une argile sablo-graveleuse, issue très vraisemblablement des déblais amont de la piste. Il est réglé selon des pentes comprises entre 2V/3H et légèrement supérieure à 1/1 selon les zones et selon des hauteurs de l'ordre de 5 à 6 m.



Au niveau du point bas de la piste, on relève un muret en béton sur un linéaire de l'ordre de 8 m et une hauteur comprise entre 1 et 1.50 m. En aval, on distingue une tête de buse qui renvoie les eaux de ruissellement canalisées dans le fossé amont de la piste dans le talus aval. Les matériaux situés en arrière du muret de soutènement sont très humides voire saturés en raison d'un problème de nivellement des accotements à cet endroit.



**Photos 05 et 06 : Zone humide en tête du muret de soutènement.**

Des matériaux ont été déposés ou ont glissé en aval du muret de soutènement, empêchant partiellement l'évacuation des eaux de ruissellement en sortie de la tête de buse.



**Photo 07 : Matériaux stockés en aval du muret.**

Sur le talus situé en aval de la tête de buse, le chemin d'écoulement des eaux s'étend sur un linéaire de l'ordre de 10.70 m entre les cotes +214.84 et +209.93 NGNC.

A cet endroit, le talus est réglé selon une pente voisine de 1V/2H et est composé d'une argile sablo-graveleuse beige/marron.



En sortie de virage, on relève quelques niches d'arrachements en tête de talus. A ces endroits, les matériaux présents dans les accotements, de type argile graveleuse, sont également très humides et en légère surélévation vis-à-vis de la piste. Le profil en long et en travers de la piste montre que les eaux sont renvoyées vers le point bas de la chaussée correspondant à la zone de la buse enterrée observée précédemment.



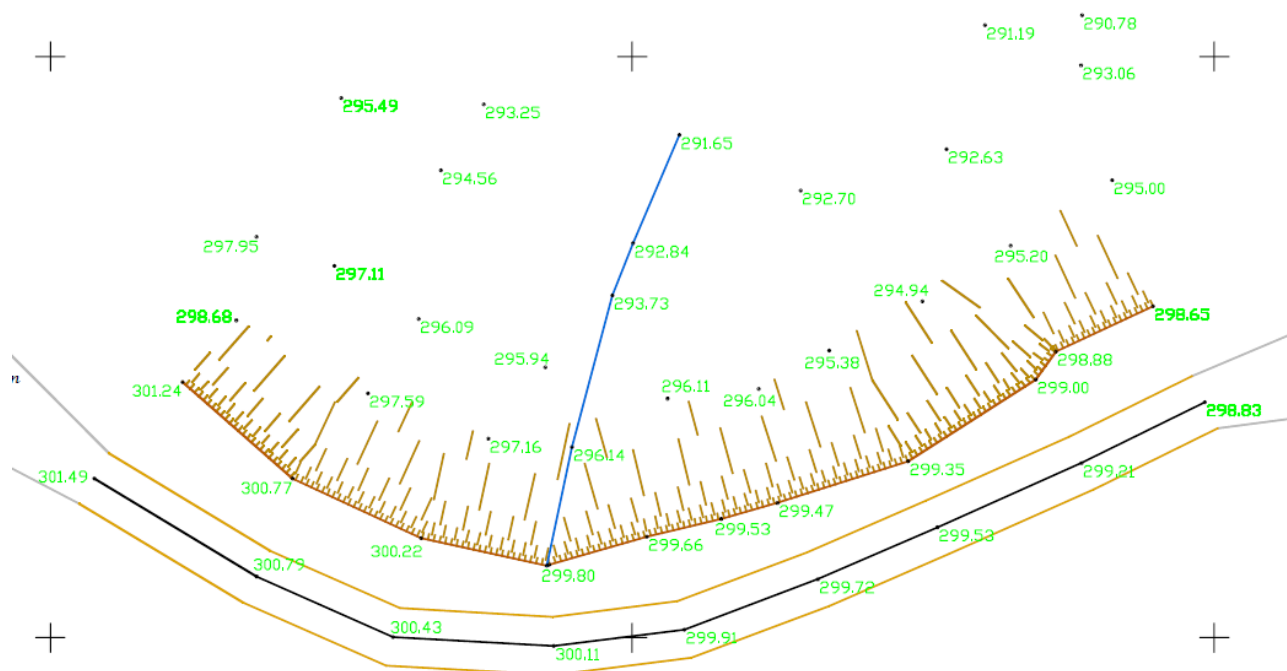
**Photos 08 et 09 : Accotements et niche d'arrachement en sortie de virage.**

Le talus de déblai aval de cette zone s'étend sur des hauteurs comprises entre 5.00 et 8.00 m selon des pentes de l'ordre de 2V/3H et légèrement supérieure à 1/1 selon les zones.



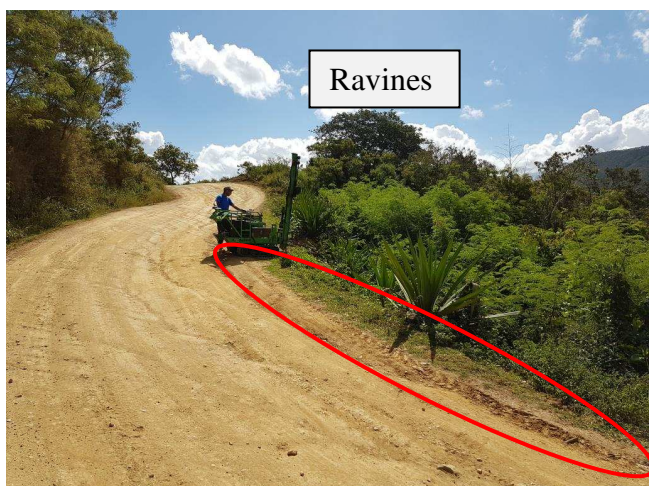
## VI.2 – Site n°02 - Pk 53495 à 53519

Le site n°02 s'inscrit dans un virage à gauche dans le sens Kaala-Gomen Hienghène entre les Pk 53495 et 53519, soit sur un linéaire de l'ordre de 24 m. Le profil en long du site est descendant et compris entre les cotes, à l'axe de la piste existante, entre les cotes +301.49 et +298.83 NGNC. On relève un talus aval réglé selon une pente comprise entre 2V/3H et 1/1 sur des hauteurs voisines de 3.00 à 4.00 m puis d'un terrain naturel dressé selon des pentes de 1V/2H et 1V/3H.



Au centre du site, on relève un chemin d'écoulement d'eau préférentiel dont le point haut est réglé à +299.80 NGNC.

Le diagnostic a mis en évidence des niches d'arrachements en aval des accotements et tête de talus ainsi que le développement de ravines dans les accotements au niveau du chemin préférentiel des eaux de ruissellement. En effet, en aval de la piste, aucun ouvrage d'assainissement n'a été réalisé pour recueillir les eaux de surface.





**Photos 10 à 12 : Désordres relevés dans les accotements.**

Le talus aval est composé d'argile graveleuse à sablo-graveleuse, provenant des déblais et mis en remblais lors de la réalisation de la piste.



**Photo 13 : Matériaux présents dans le talus aval.**


Quelques fissures ont été relevées au niveau du point de sondage EP9 dans les accotements, mettant en évidence le développement d'un futur glissement. Ce glissement devrait intéresser un volume de matériaux de l'ordre d'un mètre cube maximum.



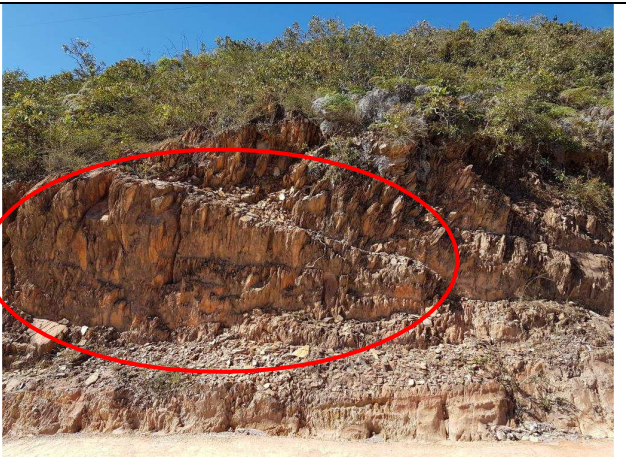


### **VI.3 – Site n°03 - Pk 55531 à 56278, site n°04 – Pk 56578 à 56600 et site n°56638 à 56658**




Le site n°03, inscrit entre les Pk 55531 et 56278, est composé d'un talus de déblai ouvert dans un horizon de roche très altérée selon des pentes comprises entre 3V/1H à la verticale. De nombreux désordres de type fractures, dièdres rocheux, chutes de blocs et petits glissements ont été relevés dans le talus sur l'ensemble de son linéaire (1197 m). Le talus est positionné en amont de la piste en terre, dans une zone où celle-ci est étroite et où la pente très forte du talus aval ne permet pas un élargissement de la piste. Il est donc aujourd'hui envisagé de conforter le talus de déblai pour éviter le développement de désordres qui pourraient mettre en danger les usagers de la liaison ou de le terrasser selon une pente sécuritaire aux endroits où les hauteurs sont faibles à moyennes (< 6 m).

Un ingénieur géotechnicien s'est rendu sur site pour procéder au diagnostic du talus par profil espacé tous les 25 m ou selon un espacement inférieure en cas de forte instabilité nécessitant des purges ou une intervention supplémentaire en complément d'un confortement. En fin de tronçon à partir du PR+1010 m (approximativement début des sites 04 et 05), le diagnostic a été établi tous les 10 m. Les conclusions du diagnostic sont renseignées dans le tableau suivant :




Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
Pk 55558	Entre 3 et 4 m	3V/2H à 2V/1H	<p>Talus rocheux très altérée, stratifié, chute de petits blocs et de dalles ou bancs rocheux décimétriques et, présence de fines en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Entrainement de fines et chute de dalles ou bancs rocheux décimétriques à centimétriques.</p>	

Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 55583 (+25 m)	Environ 4 m	3V/2H à 2V/1H	<p>Talus rocheux altérée stratifié et fracturé. Chutes de blocs et de dalles décimétriques. Zones sous cavée ou surplombs rocheux en tête de talus</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement des zones sous-cavées ou de surplomb rocheux. Chute de dalles ou bancs centimétriques à décimétriques.</p>	
PK 55598 (+40 m)	Environ 5 m	Environ 3V/2H	<p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Glissements de matériaux. Volume estimé 2 m<sup>3</sup>.</p>	Photo non disponible
PK 55608 (+ 50 m)	5 m environ	Environ 2V/1H	<p>Talus rocheux altéré. Zone sous cavée ou surplombs rocheux en tête de talus à purger. Présences de fines et de dalles ou bancs rocheux en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Chute de dalles ou bancs centimétriques à décimétriques. Effondrement des zones sous cavées ou de surplombs rocheux en tête de talus.</p>	
PK 55633 (+75 m)	4 m environ	Sub-vertical par endroit	<p>Talus rocheux stratifié et fracturé avec pente négative. Présence de fines et de dalles ou bancs centimétriques dans le talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement de plusieurs mètres cubes de matériaux rocheux.</p>	






Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 55658 (+100 m)	3 à 4 m environ	3V/2H à 2V/1H	<p>Talus rocheux altéré et stratifié. Zone sous cavée ou surplombs rocheux en tête de talus et présence de fines et de dalles ou bancs décimétriques en pied de talus ainsi que dans son parement.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement des zones sous cavées ou de surplombs rocheux en tête de talus. Chutes de dalles ou bancs centimétriques à décimétriques.</p>	
PK 55683 (+125 m)	Environ 5 m	2V/1H à 3V/1H	<p>Talus rocheux altéré et stratifié. Zone sous cavée ou surplombs rocheux en tête de talus et présence de fines et de dalles ou bancs décimétriques en pied de talus et dans son parement.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement des zones sous cavées ou de surplombs rocheux en tête de talus. Chutes de dalles ou bancs centimétriques à décimétriques.</p>	
PK 55708 (+150 m)	Environ 5 à 6 m	3V/1H à sub-vertical	<p>Talus rocheux altéré, stratifié avec plissement en tête de talus et zone sous-cavée. Présences de fines et de dalles rocheux centimétriques à décimétriques en pied de talus et dans le parement.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement de la tête de talus et risque de chutes de dalles rocheux centimétriques à décimétriques.</p>	





Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 55733 (+175 m)	Environ 6 à 7 m	3V/1H à sub-vertical	<p>Talus rocheux altéré et stratifié en dalles centimétriques. Présence de fines et de dalles en pied de talus.</p> <p>Zone sous-cavée ou surplomb rocheux en tête de talus.</p> <p><u>Risque :</u> Chute de dalles et effondrement de la zone haute du talus sous cavée</p>	
PK 55748 (+190 m)	Environ 8 m	3V/1H à sub-vertical	<p>Talus rocheux altéré, stratifié et fracturé comportant de nombreux sous-cavages de quelques mètres cubes</p> <p><u>Risque :</u> Effondrement de plusieurs mètres cubes de matériaux.</p>	
PK 55758 (+200 m)	Environ 6 m	3V/1H à sub-vertical	<p>Talus rocheux, altéré et stratifié avec quelques zones sous-cavées.</p> <p><u>Risque :</u> Chutes de dalles rocheux centimétriques à décimétriques. Glissement de matériaux dans la tête de talus sous cavée.</p>	





Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 55771 (+213 m)	Environ 5 à 6 m	3V/1H à sub-vertical	<p>Talus rocheux, altéré et stratifié présentant un sous-cavage en tête de talus. Présence de fines et de dalles rocheuses décimétriques à centimétriques en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Chutes de dalles rocheuses (ou bancs rocheux) centimétriques à décimétriques. Effondrement de la zone sous-cavée en tête de talus.</p>	
PK 55783 (+225 m)	Environ 5 m	Sub-vertical	<p>Talus rocheux altéré, très stratifié en bancs et dalles décimétriques. Présences de matériaux sous-cavés en tête de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement de dalles rocheuses centimétriques à décimétriques et de la zone sous-cavée en tête de talus.</p>	
PK 55808 (+250 m)	Environ 5 m	3V/1H à sub-vertical	<p>Talus rocheux, altéré et stratifié. Présence de fines et de dalles rocheuses en pied de talus et de matériaux sous cavés en tête de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Chute de dalles centimétriques à décimétriques et effondrement des matériaux sous cavés en tête de talus.</p>	





Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 55833 (+275 m)	Environ 6 à 7 m	2V/1H à 3V/1H	<p>Présence d'un poteau électrique en tête de talus. Talus rocheux, très altéré, avec zones sous-cavées en tête de talus. Chute de dalles rocheuses centimétriques.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Chute de dalles rocheuses centimétriques à décimétriques.</p> <p><u>Risque à long terme :</u> Effondrement de la partie haute du talus qui pourrait mettre en danger dans l'avenir le poteau électrique.</p>	
PK 55858 (+300 m)	Environ 6 à 7 m	3V/1H à sub-vertical	<p>Talus rocheux altéré et stratifié. Tête de talus sous-cavée et chute de fines et de blocs centimétriques. Présence de matériaux sous-cavés en tête de talus</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement de dalles rocheuses centimétriques à décimétriques et glissement de fines et des matériaux sous-cavés en tête de talus.</p>	





Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 55883 (+325 m)	Entre 4 et 7 m environ	Sub-vertical	<p>Talus rocheux, altéré, stratifié avec pendage négatif par endroit. Présence de matériaux glissés (fines et dalles rocheuses centimétriques en pied de talus). Présence de matériaux sous-cavés en tête de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement de dalles rocheuses centimétriques à décimétriques sous des volumes importants (<math>1 \text{ m}^3</math>) et glissement de fines. Glissement de matériaux sous-cavés en tête de talus.</p>	
PK 55908 (+350 m)	Environ 7 à 8 m	3V/2H à 2V/1H	<p>Talus rocheux très altéré recouvert de fines. Développement de ravines sous le chemin préférentiel des eaux de ruissellement. Présences de fines en pied de talus et de petits blocs centimétriques. Zone sous cavée en tête de talus dans des matériaux non rocheux.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Glissement de matériaux depuis la tête et le parement par volume inférieur au mètre cube. Développement de ravines et entrainement de fines.</p>	





Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 55933 (+375 m)	Environ 8 à 10 m	3V/2H à 2V/1H	<p>Talus rocheux altéré et stratifié. Présences de fines et de blocs dans le talus ainsi qu'en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Chute de dalles rocheuses centimétriques à décimétriques</p>	
PK 55933 à PK 55958 (Entre +375 et +400 m)	Décroissance	3V/2H à 2V/1H	<p>Talus rocheux altéré et stratifié avec développement de ravines sous le ruissellement des eaux superficielles. Présence de fines et de dalles rocheuses en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Chutes de dalles rocheuses centimétriques à décimétriques et glissement de fines. Développement de nouvelles ravines.</p>	

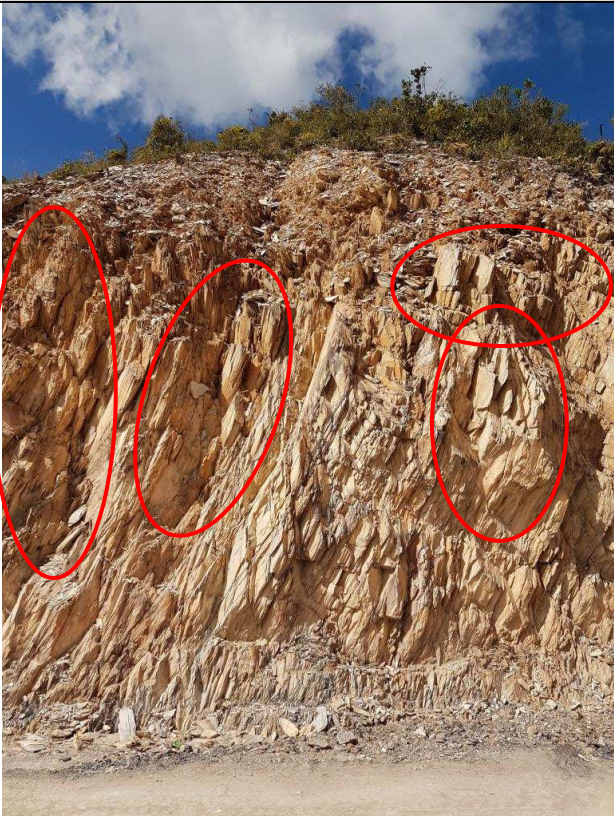



Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 55958 (+400 m)	Environ 3 à 3.50 m	1/1 à 2V/1H	<p>Talus rocheux très altéré inscrit en aval d'un talweg.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u>  Glissements de fines et de petits blocs centimétriques emportés par les eaux de ruissellement.  Développement de ravines et entraînement de matériaux (fines et petits blocs ou dalles).</p>	
PK 55983 (+425 m)	Environ 6 à 7 m	3V/2H à 2V/1H	<p>Talus rocheux très altéré avec développement de ravines sous le ruissellement des eaux superficielles.  Développement de zones sous cavées et glissements de matériaux de faibles volumes.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u>  Développement de ravines  Petit glissement de matériaux.  Effondrement des matériaux sous-cavés en tête de talus.</p>	

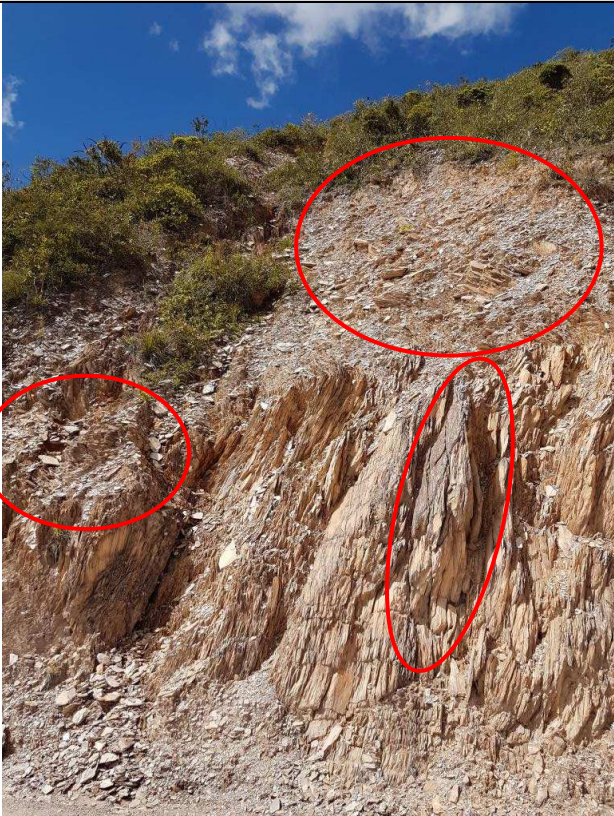



Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56008 (+450 m)	Environ 7 à 8 m	3V/2H à 2V/1H	<p>Talus rocheux très altéré avec développement de ravines sous le ruissellement des eaux superficielles.</p> <p>Développement de zones sous cavées en tête de talus et glissements de matériaux de faibles volumes.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u></p> <p>Effondrement des zones sous cavées en tête de talus.</p> <p>Petits glissement de matériaux.</p> <p>Développement de nouvelles ravines.</p>	
PK 56033 (+475 m)	Décroiss ante de 8 m à 4 m	3V/2H à 2V/1H	<p>Talus rocheux altéré et stratifié. Développement de sous-cavage en tête de talus.</p> <p>Fines et dalles rocheuses centimétriques et décimétriques en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u></p> <p>Effondrement de dalles rocheuse centimétriques à décimétriques.</p> <p>Effondrement des zones sous cavées en tête de talus et de la frange superficielle dressé sub-verticalement.</p>	





Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
Pk 56058 (+500 m)	Environ 6 à 8 m	3V/2H à sub-vertical selon les zones	<p>Talus rocheux, altéré et stratifié découpé en dalles rocheuses décimétriques. Développement de ravines en tête de talus et dans le parement sous le ruissellement des eaux superficielles. Présence de fines et de dalles rocheuses centimétriques à décimétriques en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Développement de nouvelle ravines avec déchaussement et effondrement de dalles centimétriques à décimétriques. Entrainement de fines.</p>	
PK 56083 (+525 m)	Environ 5 m	3V/2H à sub-vertical selon les zones	<p>Talus rocheux altéré et stratifié découpé en dalles rocheuses d'épaisseur centimétriques à décimétriques. Présence de fines et de dallettes en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement de dalles rocheuses centimétriques à décimétriques.</p>	





Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56108 (+550 m)	De 3 à 6 m environ	3V/2H	<p>Talus rocheux, altéré et stratifié découpé en dalles d'épaisseur centimétriques à décimétriques. Très érodé en zone haute. Présence de fines et de dalles en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement de dalles rocheuses centimétriques à décimétriques.</p>	
PK 56133 (+575 m)	Environ 6 à 7 m	3V/2H à sub-vertical selon les zones	<p>Talus rocheux très altéré et stratifié découpé en dalles centimétriques à décimétriques recouverts de fines.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Glissement de petites dalles centimétriques.</p>	





Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56158 (+600 m)	Environ 6 à 7 m	3V/1H à sub-vertical	<p>Talus rocheux altéré découpé en dalles rocheuses d'épaisseur centimétriques à décimétriques. Développement de ravines sur le talus. Pente négative en tête de talus et de zone sous-cavée. Présence de fines et de petites dalles en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement des zones sous-cavées et de pente négative avec glissement de matériaux jusqu'à quelques mètres cubes de volume. Effondrement de dalles rocheuses centimétriques à décimétriques. Développement de nouvelles ravines avec déchaussement de dalles.</p>	
PK 56183 (+625 m)	Environ 4 m	3V/1H à sub-vertical	<p>Talus rocheux altéré, stratifié découpé en dalles rocheuses d'épaisseur centimétriques à décimétriques. Déchaussement de dalles rocheuses au contact du ruissellement des eaux superficielles. Présence de petites dalles et de fines en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement de dalles rocheuses centimétriques à décimétriques.</p>	






Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56208 (+650 m)	Environ 4 à 5 m	2V/1H à 3V/1H	<p>Talus rocheux altéré et stratifié découpé en dalles centimétriques à décimétriques. Développement de sous-cavage en tête de talus. Présence de fines et de petites dalles en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement de dalles centimétriques à décimétriques au contact de la pente du talus. Chutes de dalles et matériaux au niveau des zones sous-cavées.</p>	
PK 56233 à 56258 (Entre +675 et +700 m)	De 4 à 12 m environ	1/1 à sub-vertical selon les zones	<p>Talus rocheux avec bancs instables sous cavés.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Glissement ou effondrement des bancs sous des volumes de plusieurs mètres cubes.</p>	





Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56258 (+700 m)	De 6 à 8 m environ	2V/1H à 3V/1H	<p>Talus rocheux, altéré, découpé en dalles d'épaisseur décimétriques. Joints ouverts par endroits entre bancs.</p> <p>Présence de fines et de dalles rocheuses en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement de dalles centimétriques à décimétriques.</p>	
PK 56283 (+725 m)	Environ 5 à 6 m	3V/1H à sub-vertical	<p>Talus rocheux altéré et stratifié découpé en bancs décimétriques avec pendage défavorable. Joints ouverts par endroit entre dalle.</p> <p>Présence de fines et de petites dalles en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Glissement de dalles décimétriques.</p>	





Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56303 (+745 m)	Environ 6 à 10 m selon les zones	2V/1H à sub-vertical selon les zones	<p>Talus rocheux stratifié avec des dalles et bancs d'épaisseur décimétrique. Développement de sous-cavage en tête de talus. Présence de fines et de petites dalles en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement des zones sous-cavées et de dalles rocheuses centimétriques à décimétriques.</p>	
PK 56333 (+775 m)	Environ 6 à 8 m	3V/1H à sub-vertical	<p>Talus rocheux stratifié avec des bancs d'épaisseur centimétriques à décimétriques. Présence de fines et de petites dalles en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement de bancs centimétriques à décimétriques.</p>	


Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56348 à Pk 56408 (entre +790 et +850 m)	Entre 7 et 30 m environ	3V/2H à subvertical par endroit	<p>Talus rocheux très altéré stratifié avec des dalles centimétriques à décimétriques recouvert de fines et d'éboulis. Développement de sous-cavage sous des dalles rocheuses ainsi qu'en tête de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement de dalles centimétrique à décimétriques. Glissement de matériaux (décimètre cube à mètre cube).</p>	Photos fournies ci-après.
PK 56348 (+790 m)	Environ 7 à 8 m	Environ 3V/2H	Voir précédemment	




Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56363 (+805 m)	Environ 20 m	Environ 1/1 à 3V/2H	Voir précédemment	
PK 56383 (+825 m)	Environ 15 m	Entre 1/1 et 3V/2H	Voir précédemment	




Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56408 (+850 m)	Environ 10 m)	Environ 3V/2H	Voir précédemment	
PK 56433 (+875 m)	Environ 6 m	1/1 à 3V/2H	<p>Talus rocheux altéré et stratifié avec des dalles rocheuses d'épaisseurs centimétriques.</p> <p>Zone basse du talus recouvert d'éboulis (fines et dalles centimétriques).</p> <p>Développement de sous-cavage sous des dalles rocheuses.</p> <p>Sous cavage ou surplomb rocheux en tête de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u></p> <p>Effondrement de dalles rocheuses et entrainement de fines.</p> <p>Effondrement des surplombs rocheux en tête de talus.</p>	

Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56433 (+875 m)	Environ 6 m	1/1 à 3V/2H	Voir précédemment.	




Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56458 (+900 m)	Entre 4 et 8 m	Entre 1/1 et 2V/1H	<p>Talus rocheux très altéré, stratifié légèrement stratifié recouvert d'éboulis (petits blocs ou dalles et fines).</p> <p>Développement de sous-cavage ou de surplomb rocheux en partie supérieure du talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement des zones sous-cavées. Glissements de matériaux (éboulis).</p>	




Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56483 (+925 m)	Environ 6 à 10 m	Entre 1/1 et sub-vertical selon les zones	<p>Talus rocheux altéré et légèrement stratifié avec des dalles d'épaisseur centimétrique. Décompression de masses rocheuses (1 à 2 m<sup>3</sup>) en partie centrale du talus (première photo) et petites masses rocheuses décomprimées sur l'ensemble du talus. Développement de petits effondrements.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u>            Chute de petits blocs et effondrement de dalles centimétriques à décimétriques.            Glissement de la grosse masse rocheuse de plusieurs mètres cubes.</p>	




Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56503 (+945 m)	Entre 5 et 9 m environ	1/1 à sub-vertical selon les zones	<p>Talus rocheux très altéré composés de bancs centimétriques à décimétriques séparé en deux talus par un talweg. Présences d'éboulis en pied de talus et bancs instables dans le talus</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u>  Effondrement de petits bancs ou dalles rocheuses.  Développement de petits arrachements ou glissement (éboulis) par le lessivage des fines par les eaux de ruissellement provenant du talweg et du bassin versant amont</p>	





Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56533 (+975 m)	Environ 6 à 8 m	3V/2H à 2V/1H	<p>Talus rocheux très altéré avec des bancs centimétriques à décimétriques peu visibles, recouverts de fines.</p> <p>Glissement de petits matériaux en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u></p> <p>Développement de glissement de quelques décimètres cubes.</p>	





Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56558 (1000 m)	Entre 8 et 12 m environ	Entre 1/1 et sub-vertical selon les zones	<p>Talus rocheux très altéré comportant de nombreuses zones rocheuses décomprimées. Développement de zones sous-cavées ou de surplombs rocheux. Présences de fractures ouvertes. Eboulis dans le parement et en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement et/ou glissements de matériaux sous des volumes d'ordre métrique ou supérieur.</p>	





Début des sites 04 et 05 selon planche topographique n°01 et 02 et continuité du site n°02.

Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56568 (1010 m)	Environ 4 à 5 m	2V/1H à 3V/1H	<p>Talus rocheux très altéré et stratifié comprenant des dalles d'épaisseur décimétriques à centimétriques. Eboulis en pied de talus. Développement de sous-cavage sous plusieurs dalles rocheuses.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement de dalles rocheuses centimétriques à décimétriques.</p>	
PK 56578 à 56608 (1020 à 1050 m)	Environ 8 à 12 m	3V/2H à sub-vertical selon les zones	<p>Talus rocheux très altéré et stratifié comprenant par endroit des dalles rocheuses décimétriques. Eboulis dans le parement et en pied de talus. Développement de sous-cavage sous plusieurs dalles rocheuses.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement de dalles rocheuses centimétriques à décimétriques. Lessivage de fines et développement de sous-cavage. Glissement de matériaux avec des volumes inférieurs au mètre cube.</p>	





Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56578 à 56608 (1020 à 1050 m)	Voir précédemment			
PK 56618 (1060 m)	Environ 8 m	3V/2H à 2V/1H	<p>Talus rocheux altéré et stratifié avec des dalles rocheuses décimétriques. Zone de plissement en tête de talus. Eboulis en pied de talus. Développement de sous-cavage sous des dalles ou des blocs rocheux.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Effondrement de dalles et blocs rocheux centimétriques à décimétriques. Lessivage de fines et développement de sous-cavage.</p>	






Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56628 (1070 m)	Décroissante, 8 à 4 m	3V/2H à sub-vertical selon les zones	<p>Talus rocheux altéré à très altéré au contact d'un talweg.</p> <p>Zone de plissement dans le parement.</p> <p>Eboulis en pied de talus.</p> <p>Instabilité de quelques dalles rocheuses.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u></p> <p>Effondrement de dalles rocheuses décimétriques à centimétriques.</p> <p>Glissement de fines avec de petits blocs ou de petites dalles.</p>	
PK 56638 à PK 56658 (1080 à +1100 m)	Environ 3 à 5 m	Environ 1/1	<p>Talus rocheux très altéré séparé un talweg, lessivé par les eaux de ruissellement.</p> <p>Développement de sous-cavage en tête de talus dans des matériaux argileux et d'instabilités dans des blocs rocheux.</p> <p>Eboulis dans le parement ainsi qu'en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u></p> <p>Effondrement de blocs rocheux décimétriques.</p> <p>Lessivage de fines et développement de sous-cavage.</p> <p>Glissement des matériaux argileux en tête de talus.</p>	






Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56638 à PK 56658 (1080 à +1100 m)	Environ 3 à 4 m	Environ 1/1	Voir précédemment	
PK 56668 à PK 56678 (1110 et 1120 m)	Environ 6 à 7 m	3V/2H à 2V/1H	<p>Talus rocheux altéré à très altéré avec des dalles rocheuses décimétriques à centimétriques. Développement de sous-cavage sous des dalles et blocs. Eboulis dans la pente et en pied de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u> Chute et/ou effondrement de blocs et dalles rocheuses. Développement de nouveaux sous-cavages.</p>	




Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56668 à PK 56678 (1110 et +1120 m)	Environ 6 à 7 m	3V/2H à 2V/1H	Voir précédemment	
PK 56688 (1130 m)	Environ 4 à 5 m	3V/2H à 2V/1H)	<p>Talus rocheux altéré avec des bancs décimétriques à centimétriques.  Zone de plissement au centre du talus.  Eboulis en pied de talus.  Joints de stratifications ouverts entre dalles rocheuses.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u>  Effondrement de dalles rocheuses centimétriques à décimétriques.</p>	 



Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56698 (1140 m)	Environ 3 à 4 m	3V/2H à 2V/1H	<p>Talus rocheux altéré à très altéré avec des bancs décimétriques à centimétriques en tête et des éboulis en pied.</p> <p>Développement de d'instabilité au contact de bancs ou dalles rocheuses.</p> <p>Niches d'arrachements et sous-cavage en tête de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u></p> <p>Effondrement de dalles rocheuses décimétriques à centimétriques.</p>	
PK 56708 à PK 56718 (1150 à 1160 m)	Environ 2.00 à 3.00 m	Environ 3V/2H	<p>Talus rocheux très altéré recouvert de fines et de petites dalles rocheuses.</p> <p>Talus composés sous ces matériaux de bancs décimétriques à centimétriques. Niches d'arrachements et sous-cavages en tête de talus.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u></p> <p>Effondrement de dalles ou bancs rocheux décimétriques à centimétriques et glissement de matériaux fins.</p>	 



Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56728 à PK 56738 (1170 à 1180 m)	Environ 2.50 à 3.00 m	3V/2H à 2V/1H	<p>Talus rocheux altéré avec des bancs décimétriques à centimétriques.</p> <p>Développement d'instabilités en tête de talus de type sous-cavage et glissement ou effondrement de fines et de petites dalles rocheuses de tailles décimétriques à centimétriques.</p> <p><u>Risque à court ou moyen terme :</u></p> <p>Effondrement de dalles rocheuses décimétriques à centimétriques.</p>	



## VII. DIMENSIONNEMENT DES GABIONS DU SITE N°01 – PK 52140 A 52201

### VII.1 – Dimensionnement des ouvrages de confortements

Au niveau du site n°01, il est prévu d'élargir la chaussée de manière à réaliser une double voie d'une largeur comprise entre 6.00 et 7.00 m selon les profils.

Compte tenu de la faible largeur actuelle de la piste et des pentes de talus aval, il convient de mettre en œuvre des remblais sur des épaisseurs comprises entre 1.00 et 2.50 m environ.

Compte tenu des pentes de talus aval comprises selon les zones entre 2V/3H et 1/1, il n'est pas possible d'élargir la chaussée au moyen de remblais sans la mise en œuvre de confortements.

Le long de cette zone, le maître d'œuvre prévoit la pose d'un mur en gabions sur un linéaire de l'ordre de 61 m.

Sur cette longueur, 13 profils de talus ont été modélisés avec un espacement de 5 m.

#### Hypothèses de dimensionnement des confortements :

Les murs de soutènement en gabions ont été dimensionnés en prenant en compte les caractéristiques et hypothèses suivantes :

- Caractéristiques géotechniques des matériaux :

Matériaux	Poids volumique $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Angle de frottement $\phi$ (°)	Cohésion C (kPa)
Moellons (gabions)	17	45	0
Remblais	19	35	0

- Surcharge routière : 1 t/m<sup>2</sup> (10 kPa),
- Rechargement de la piste existante sur une épaisseur de 0.30 m,
- Absence de nappe à l'arrière de l'ouvrage.

Compte tenu de la nécessité de maintenir une demi-voie d'une épaisseur de 3.00 à 3.50 m et dans l'optique de réduire la hauteur de l'ouvrage vis-à-vis de la pente aval du talus, les murs en gabions seront exécutés avec un profil vertical sur toute leur hauteur côté talus.

Dans cette configuration, la base élargie de l'ouvrage sera donc implantée sous la future chaussée. Afin d'éviter le développement d'un point dur sous la chaussée et donc des tassements différentiels entre zones sous chaussée confortée et non confortée, il convient de maintenir au minimum une épaisseur de couche de forme de 0.50 m.

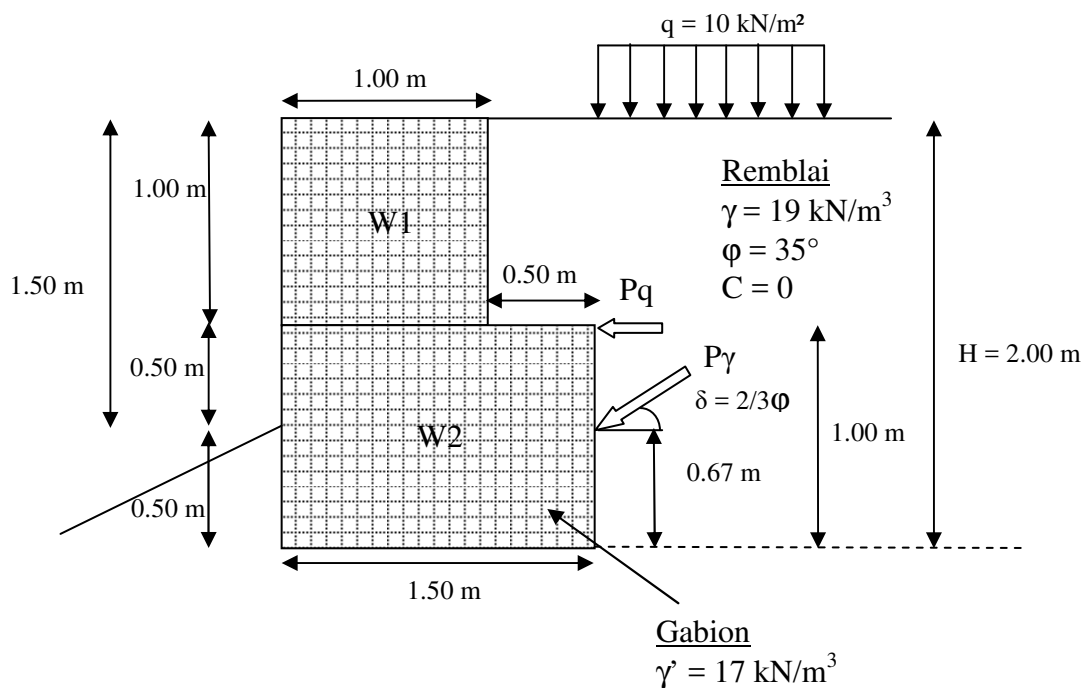
Cette épaisseur est présente sous chaque profil de confortement.

**Profils 01 à 02 :**

Le long de ces profils, il conviendra de conforter les remblais au moyen d'un mur en gabions d'une hauteur de 2.00 m pour une largeur à sa base de 1.50 m.

La géométrie complète de l'ouvrage sera la suivante :

- Hauteur hors sol : 1.50 m,
- Ancrage : 0.50 m,
- Largeur en base : 1.50 m,
- Largeur en tête : 1.00 m



Le dimensionnement de l'ouvrage est joint en annexe 05.

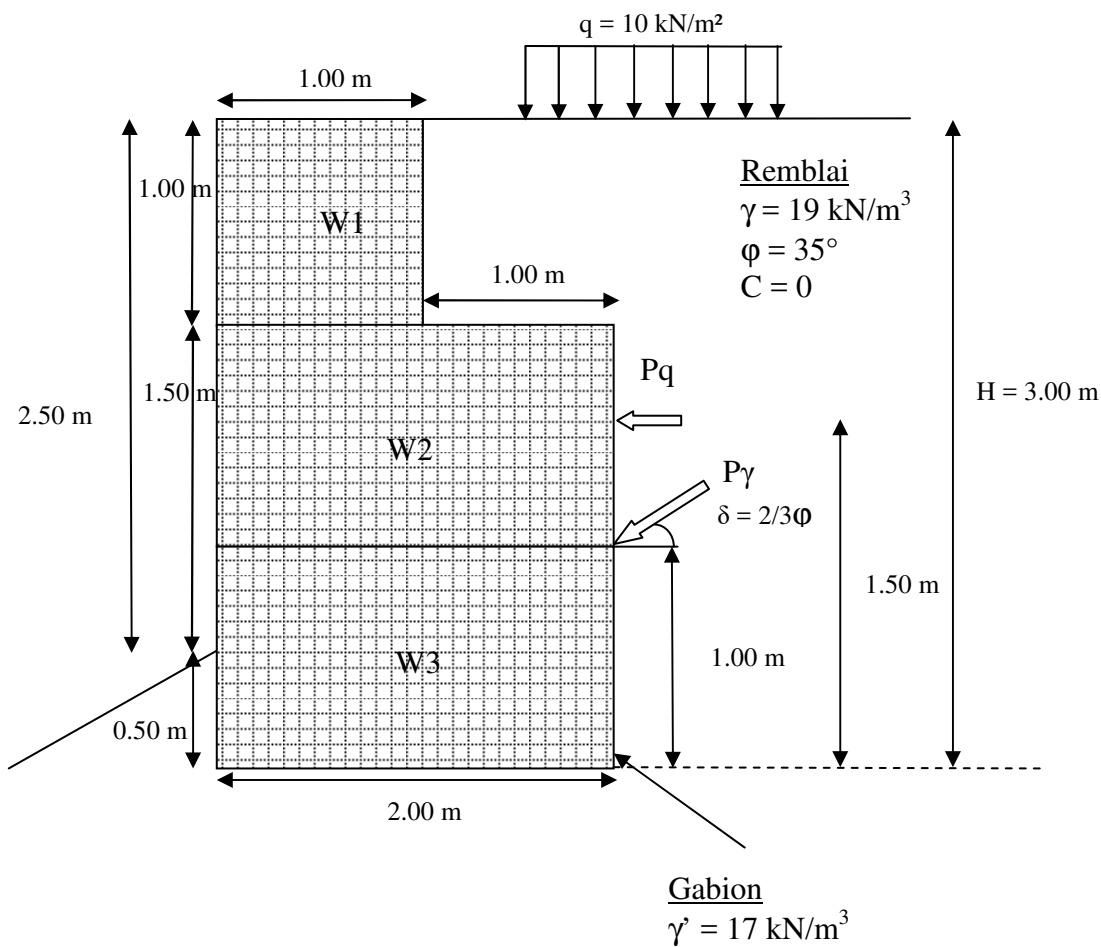
L'ouvrage engendrera à sa base une contrainte de 89 kPa. Dans ces conditions, il devra être inscrit dans un horizon de résistance dynamique  $q_d > 2 \text{ MPa}$ .



**Profils 02 à 05 :**

Compte tenu de l'élargissement de la chaussée envisagée le long de ces profils, la géométrie de l'ouvrage en gabions sera la suivante :

- Hauteur hors sol : 2.50 m,
- Ancrage : 0.50 m,
- Largeur en base : 2.00 m,
- Largeur en tête : 1.00 m



Le dimensionnement de l'ouvrage est joint en annexe 06.

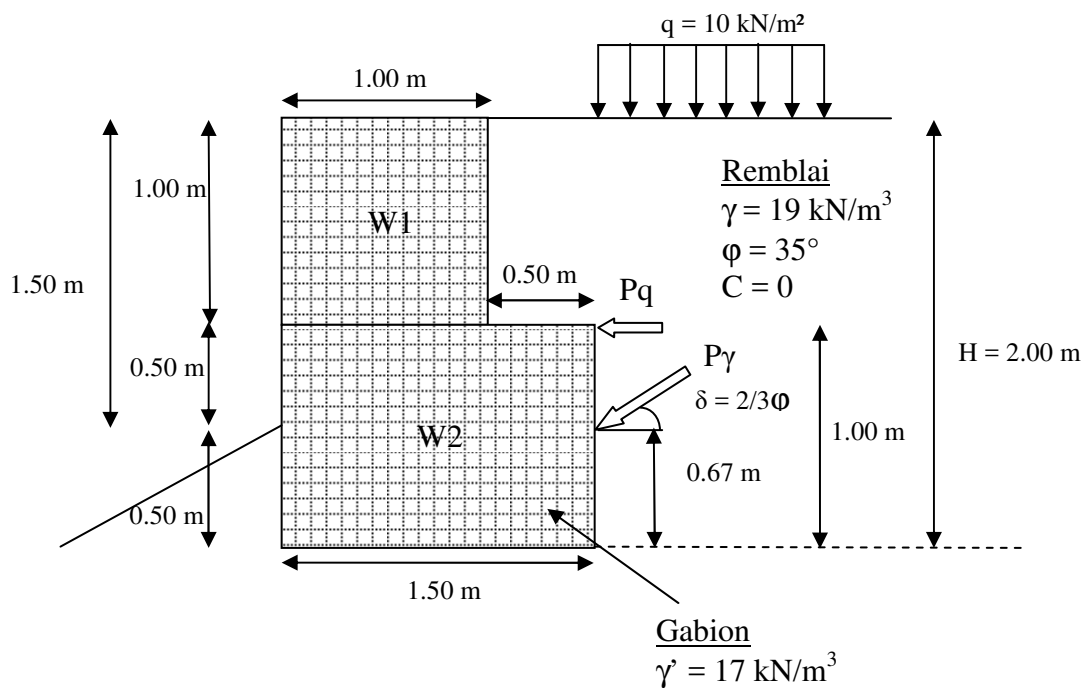
L'ouvrage engendrera à sa base une contrainte de 134 kPa. Dans ces conditions, il devra être inscrit dans un horizon de résistance dynamique  $q_d > 3 \text{ MPa}$ .

**Profils 05 à 07 :**

Entre les profils P05 à 07, la pente moins prononcée du talus aval permet d'exécuter un ouvrage de section plus petite qu'au droit des profils précédents. Il pourra ainsi être mis en œuvre un gabion de section équivalente aux profils 01 à 02.

Sa géométrie sera la suivante :

- Hauteur hors sol : 1.50 m,
- Ancrage : 0.50 m,
- Largeur en base : 1.50 m,
- Largeur en tête : 1.00 m



Le dimensionnement de l'ouvrage est joint en annexe 07.

L'ouvrage engendrera à sa base une contrainte de 89 kPa. Dans ces conditions, il devra être inscrit dans un horizon de résistance dynamique  $q_d > 2 \text{ MPa}$ .



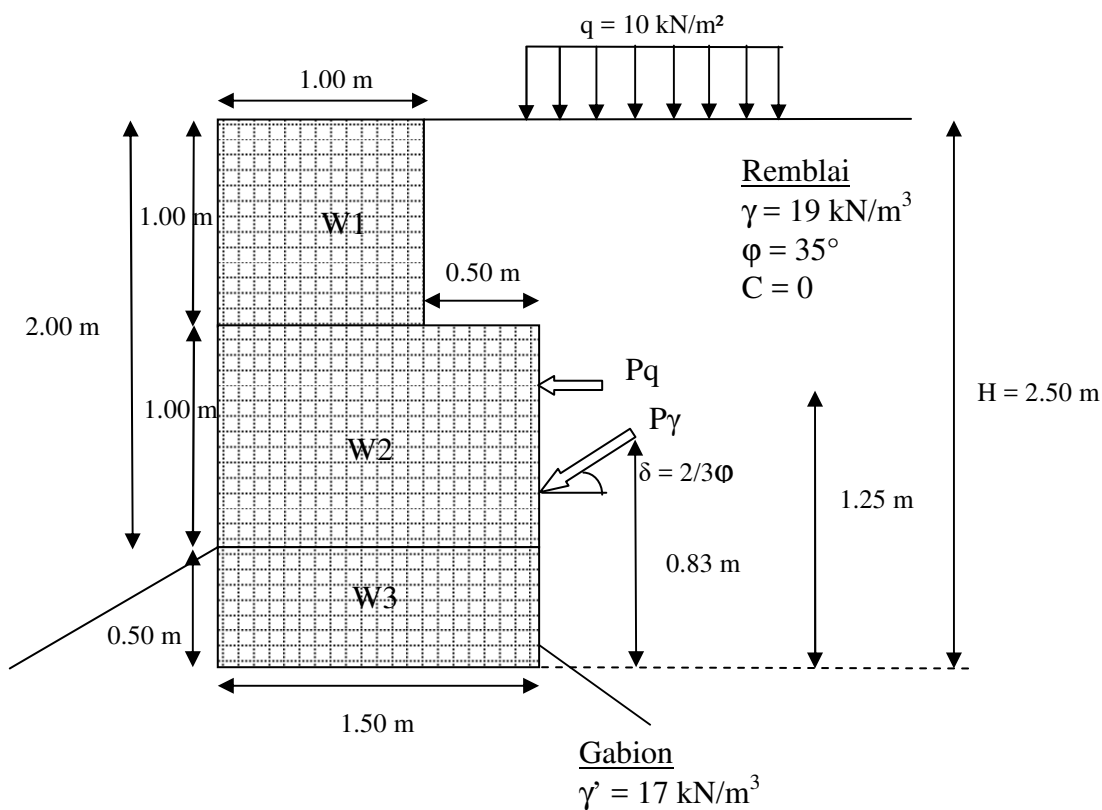
**Profils 07 à 08 :**

Au niveau des profils 07 à 08, la largeur de la piste existante est faible et le talus aval présente une pente comprise entre 2V/3H et 1/1.

Dans ce cas précis, il convient de réaliser un ouvrage en gabions d'une hauteur hors sol 2.00 m.

Le confortement en gabions devra présenter au minimum la géométrie suivante :

- Hauteur hors sol : 2.00 m,
- Ancrage : 0.50 m,
- Largeur en base : 1.50 m,
- Largeur en tête : 1.00 m



Le dimensionnement de l'ouvrage est joint en annexe 08.

L'ouvrage engendrera à sa base une contrainte de 142 kPa. Dans ces conditions, il devra être inscrit dans un horizon de résistance dynamique  $q_d > 3 \text{ MPa}$ .

### Profils 08 à 10 :

Au niveau de ces profils, la piste est composée d'un virage à droite de faible largeur. Afin d'aménager une chaussée de 7.00 m de largeur, il est envisagé de mettre en œuvre des remblais sur le talus aval sur une épaisseur de l'ordre de 2.00 m.

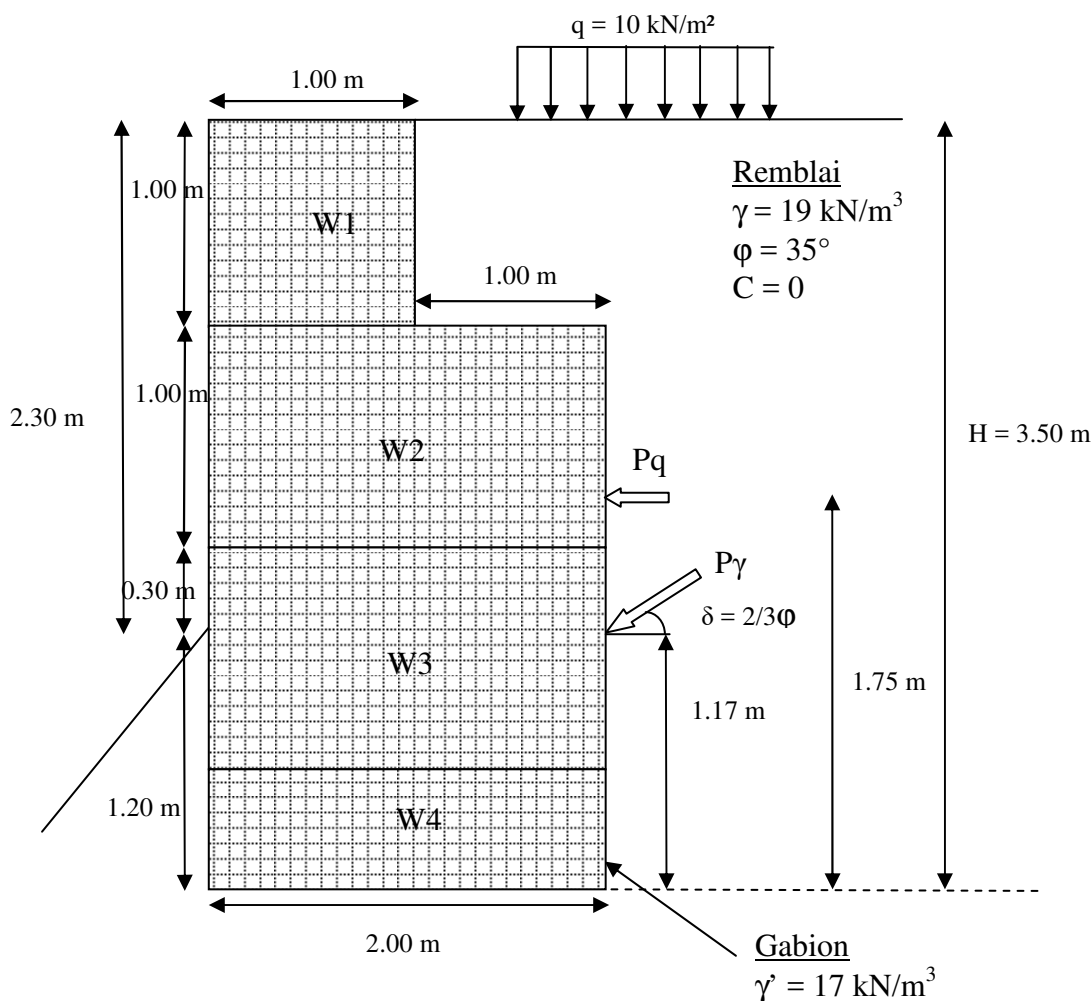
Le profil P09 correspond au point bas de la zone où sont concentrées les eaux de ruissellement. Les eaux de ruissellement provenant du talus amont de la piste sont renvoyées dans une buse présente sous chaussée. Un petit muret en béton correspondant en partie à la tête de buse est présent en aval de la piste.

Ces deux ouvrages seront détruits dans le cadre du projet et remplacé par une buse en béton qui sera intégrée au mur en gabions.

La géométrie du mur sera la suivante :

- Hauteur hors sol : 2.30 m,
- Ancrage : 1.20 m,
- Largeur en base : 2.00 m,
- Largeur en tête : 1.00 m

L'ancrage du mur de soutènement est supérieure à 0.50 m en raison de non-respect de l'influence (pente de 2V/3H à 1/1) entre la base de l'ouvrage et le pied de talus.



Le dimensionnement de l'ouvrage est joint en annexe 09.

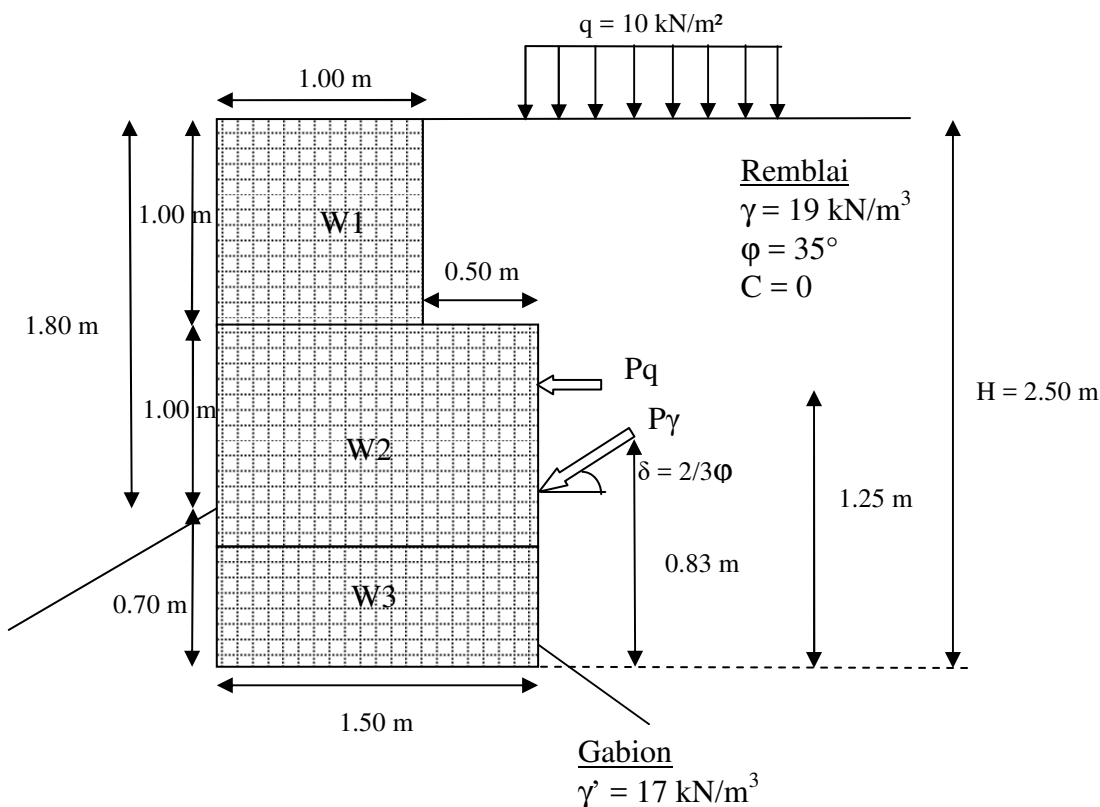
L'ouvrage engendrera à sa base une contrainte de 187 kPa. Dans ces conditions, il devra être inscrit dans un horizon de résistance dynamique  $q_d > 4 \text{ MPa}$ .



### Profils 10 à 12 :

Au niveau des profils 10 à 12, le diagnostic a mis en évidence des désordres qui ont vraisemblablement engendré des instabilités dans la partie avale de la piste. A cet endroit, la largeur de la piste est bien inférieure à 7.00 m. Le projet prévoit donc la mise en œuvre de remblais sur des épaisseurs comprises entre 1.20 et 2.00 m environ. Compte tenu de la pente du talus aval, comprise entre 2V/3H, les remblais doivent être rebutés par un mur de soutènement. Cet ouvrage devra comporter au minimum la géométrie suivante :

- Hauteur hors sol : 1.20 à 1.80 m,
- Ancrage : 0.70 à 1.30 m,
- Largeur en base : 1.50 m,
- Largeur en tête : 1.00 m



Le dimensionnement de l'ouvrage est joint en annexe 10.

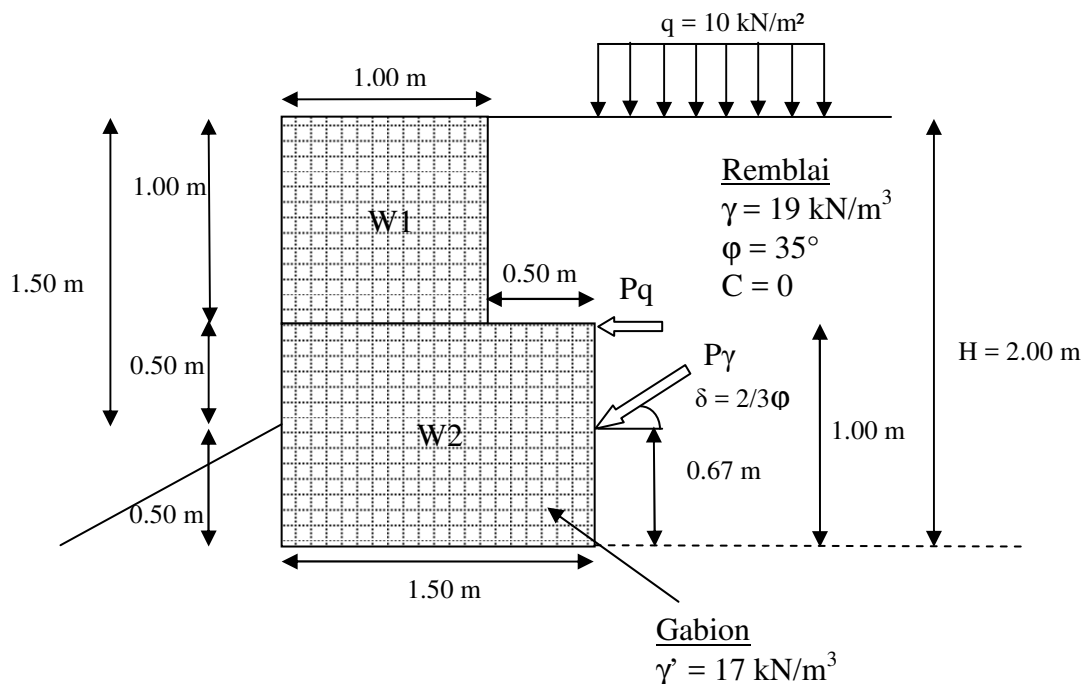
L'ouvrage engendrera à sa base une contrainte de 142 kPa. Dans ces conditions, il devra être inscrit dans un horizon de résistance dynamique  $q_d > 3 \text{ MPa}$ .

### Profils 12 à 13 :

Entre les profils 12 et 13, la largeur de la chaussée existante associée aux remblaiements envisagés par le projet (inférieur au mètre) permet de réduire la section du futur ouvrage de confortement. Il pourra ainsi être envisagé la mise en œuvre d'un mur en gabions d'une hauteur hors sol de 1.50 m maximum.

Sa géométrie devra être la suivante :

- Hauteur hors sol : 1.50 m,
- Ancrage : 0.50 m,
- Largeur en base : 1.50 m,
- Largeur en tête : 1.00 m



Le dimensionnement de l'ouvrage est joint en annexe 11.

L'ouvrage engendrera à sa base une contrainte de 89 kPa. Dans ces conditions, il devra être inscrit dans un horizon de résistance dynamique  $q_d > 2$  MPa.



## **VII.2 – Précautions de mise en œuvre**

Compte tenu de la pente des talus avals et de la configuration envisagée des murs en gabions pour réduire leur section, il convient de terrasser provisoirement la piste existante pour exécuter les ouvrages de confortements.

Afin de ne pas pénaliser la circulation des usagers pendant les travaux de terrassements et de confortement, il convient donc de maintenir au minimum une demi-voie d'une largeur de 3.00 m minimum en zone droite et de 3.50 m minimum en virage.

Si des travaux de terrassements en déblais sont envisagés pour élargir la chaussée depuis l'amont de la piste, ces travaux devront être réalisés avant les terrassements nécessaires au confortement aval de la future chaussée.

### **Profils 01 à 02 :**

---

Au niveau des profils 01 et 02 (5.5 ml environ), il sera exécuté un mur de soutènement en gabions comportant une base d'une largeur de 1.50 m.

En retenant une largeur de l'ordre de 0.80 m à 1.00 m à l'arrière du futur ouvrage et une pente sécuritaire provisoire dans les déblais arrière de 1/1, les futurs terrassements atteindront au maximum l'axe de la future chaussée.

Dans ce cas précis, les déblais pourront être ouverts sur l'ensemble de la longueur de l'ouvrage à réaliser.

L'essai pénétrométrique EP17, réalisé le long de ces profils en tête de la pente aval de la piste, a mis en évidence des épaisseurs de remblais de l'ordre de 1.30 m.

Après terrassements de la fouille pour l'ouvrage, la partie aval du mur sera ancrée de 0.50 m dans l'horizon /H0/ présentant des portances faibles (qd < 5 MPa). Dans ces conditions, il conviendra de réaliser une substitution sous l'ouvrage d'une épaisseur de 0.50 m soigneusement compactée.

---

**Profils 02 à 05 :**

---

Au niveau des profils 02 à 05 (environ 14 m), il convient de réaliser un mur de soutènement en gabions d'une hauteur hors sol de 2.50 m et d'une largeur en base de 2.00 m.

En prenant en compte une largeur sécuritaire de 0.80 m à 1.00 m à l'arrière de l'ouvrage et en cherchant à terrasser au maximum jusqu'à l'axe de la future chaussée, les déblais provisoires sont dressés selon une pente de l'ordre de 2V/1H.

Afin d'éviter tout risque de développement de désordre dans la piste amont maintenue pour la circulation des usagers, il conviendra d'ouvrir les terrassements pour le futur ouvrage selon une passe de 5 m de longueur maximum. Après l'exécution du confortement et le début de son remblaiement, il pourra être ouvert une deuxième passe de 5 m.

Les deux essais pénétrométriques exécutés en tête de talus le long du futur ouvrage montrent que les gabions seront ancrés au sein de l'horizon /H0/ de remblai de faible portance (qd compris entre 2 et 3 MPa) à l'aval. Dans ces conditions, il conviendra de purger les remblais sur une épaisseur de 0.50 m et de réaliser une substitution de même épaisseur soigneusement compactée.

---

**Profils 05 à 07 :**

---

Au droit des profils 05 à 07 (environ 9 ml), il sera réalisé un soutènement en gabions d'une hauteur hors sol de 1.50 m et une largeur en base de 1.50 m.

En retenant une largeur sécuritaire de 0.80 à 1.00 m à l'arrière du futur ouvrage, les déblais provisoires seront dressés selon des pentes inférieures à 1/1 tout en maintenant une demi-voie.

Dans ces conditions, les terrassements nécessaires à l'ouvrage pourront être exécutés sur l'ensemble de sa longueur, soit environ 9 ml.

Les essais pénétrométriques réalisés à proximité ou le long de ces profils, mettent en évidence des portances faibles à moyennes. Une substitution devra être réalisée sur une épaisseur de 1.50 m au niveau du profil

Au niveau des profils 05 à 07, il convient de réaliser un mur de soutènement en gabions d'une hauteur hors sol de 2.50 m et d'une largeur en base de 2.00 m.

En prenant en compte une largeur sécuritaire de 0.80 m à 1.00 m à l'arrière de l'ouvrage et en cherchant à terrasser au maximum jusqu'à l'axe de la future chaussée, les déblais provisoires sont dressés selon une pente de l'ordre de 2V/1H.

Afin d'éviter tout risque de développement de désordre dans la piste amont maintenue pour la circulation des usagers, il conviendra d'ouvrir les terrassements pour le futur ouvrage selon une passe de 5 m de longueur maximum. Après l'exécution du confortement et le début de son remblaiement, il pourra être ouvert une deuxième passe de 5 m.

L'essai pénétrométrique exécuté en tête de talus le long du futur ouvrage montre que les gabions seront ancrés au sein de l'horizon /H0/ de remblai de faible portance (qd compris entre 2 et 3 MPa) à l'aval. Dans ces conditions, il conviendra de purger les remblais sur une épaisseur de 0.50 m et de réaliser une substitution de même épaisseur soigneusement compactée.



---

**Profils 07 à 08 :**

---

Entre les profils 07 et 08 (environ 5 m), il convient d'exécuter un ouvrage en gabions d'une hauteur hors sol de 2.00 m et d'une largeur en base de 1.50 m.

Pour leur exécution, en retenant une largeur de sécurité de 0.80 à 1.00 m à l'arrière, il pourra être ouvert des déblais provisoires dressés selon une pente sécuritaire de 1/1 jusqu'à l'axe de la future chaussée.

Compte tenu de l'hétérogénéité de portance relevée au niveau des essais pénétrométriques réalisés à proximité de ces profils, il conviendra de réaliser sous l'ouvrage une substitution de 0.50 m soigneusement compactée.

---

**Profils 08 à 10 :**

---

Le long des profils 08 à 10 (environ 6 ml), correspondant à la zone basse de la zone, il sera mis en œuvre un mur en gabions d'une hauteur hors sol d'environ 2.30 m avec une largeur en base de 2.00 m. Compte tenu de la topographie chahutée liée à la présence d'une tête de buse, d'un petit muret et d'une forte pente de talus sur une faible hauteur en pied de la buse, il est prévu un ancrage de l'ouvrage sur une hauteur voisine de 1.20 m pour respecter l'influence de 2V/3H à 1/1 entre la base du mur et le pied de talus.

Compte tenu de la hauteur projetée de l'ouvrage, il sera ouvert des déblais provisoires d'une hauteur de l'ordre de 3.00 m à l'arrière du mur. En raison de la largeur de l'ouvrage et d'une largeur sécuritaire de 0.80 à 1.00 m à l'arrière des gabions, des déblais provisoires seront ouverts jusqu'à l'axe de la chaussée selon une pente légèrement supérieure à 2V/1H.

De plus, à cet endroit, il est prévu de réaliser un ouvrage d'assainissement sous la future chaussée composée d'une buse en béton. Celle-ci sera très vraisemblablement intégrée à l'ouvrage.

Au sein de l'ouvrage, la buse devra être entièrement confinée dans un ouvrage en béton correspondant si possible au volume d'un panier d'un gabion (1 m<sup>3</sup>).

En raison de la faible largeur de l'ouvrage de soutènement dans cette configuration et de la position centrale de la buse, il n'est pas possible de terrasser les déblais en deux phases. Dans ces conditions et en fonction des risques d'instabilités dans le talus de déblai, il pourra être nécessaire de couper provisoirement la circulation des usagers pendant l'exécution de ces travaux.

Un ingénieur géotechnicien, dans le cadre d'une mission de supervision géotechnique d'exécution, jugera ou non la nécessité de couper la circulation pendant quelques jours (2 à 3 jours) afin de pouvoir terrasser le talus selon une pente sécuritaire et permettre au personnel de l'entreprise de confortement de travailler en toute sécurité.

Les essais pénétrométriques encadrant les profils 08 à 10 montrent qu'il conviendra de réaliser une substitution de 0.50 m d'épaisseur soigneusement compactée sous le futur ouvrage.

---

**Profils 10 à 12 :**

---

Le long des profils 10 à 12 (environ 11 ml), il convient de mettre en œuvre un ouvrage en gabions d'une hauteur hors sol comprise entre 1.20 et 1.80 m avec une largeur en base de 1.50 m. Le mur présentera à cet endroit une hauteur totale de 2.50 m afin de respecter en tout point un ancrage de 0.50 m.

En prenant en compte un espace sécuritaire de 0.80 à 1.00 m à l'arrière des gabions, il pourra être ouvert un talus de déblai provisoire dressé selon une pente de 1/1 ou très légèrement supérieure à 1/1 jusqu'à l'axe de la future chaussée.

Dans ces conditions, les terrassements pourront être ouverts sur l'ensemble du linéaire de l'ouvrage.

Les essais pénétrométriques exécutés en tête de talus le long de ces profils montrent qu'il conviendra de réaliser une substitution de 0.50 m d'épaisseur soigneusement compactée sous le futur ouvrage.

---

**Profils 12 et 13 :**

---

Au droit de ces profils (environ 5 ml), il sera exécuté un soutènement en gabions d'une hauteur hors sol de 1.50 m avec une largeur en base de 1.50 m.

Après prise en compte d'une largeur de 0.80 à 1.00 m à l'arrière de l'ouvrage, le talus de déblai provisoire pourra être dressé selon une pente sécuritaire de 1/1 jusqu'à l'axe de la future chaussée.

Comme pour les profils précédents, il conviendra de réaliser une substitution d'une épaisseur de 0.50 m soigneusement compactée sous l'ouvrage.

---

**Spécifications pour la substitution :**

---

La substitution devra être mise en œuvre avec un débord de 0.50 m de part et d'autre de l'ouvrage et sera composée d'un matériau graveleux de type C<sub>1</sub>B<sub>4</sub> 0/150 mm, VBS < 0.5, peu dégradable (Dg < 5) et de caractéristiques intrinsèques Los Angeles et Micro-Deval < 45.

Avant l'exécution de la substitution, le fond de fouille devra être compacté et réceptionné à l'essai de plaque en recherchant les objectifs suivants :

- $EV2 \geq 50$  MPa,
- $K = EV2 / EV1 \leq 2$ .

La substitution sera réglée par couche de 0.30 m maximum soigneusement compactée et recouverte d'un béton de propreté sur sa largeur globale.

Des essais de plaque devront être réalisés avant l'exécution de béton de propreté en cherchant à obtenir les objectifs suivants :  $EV2 \geq 80$  MPa à l'arase et  $K = EV2/EV1 \leq 2$ .

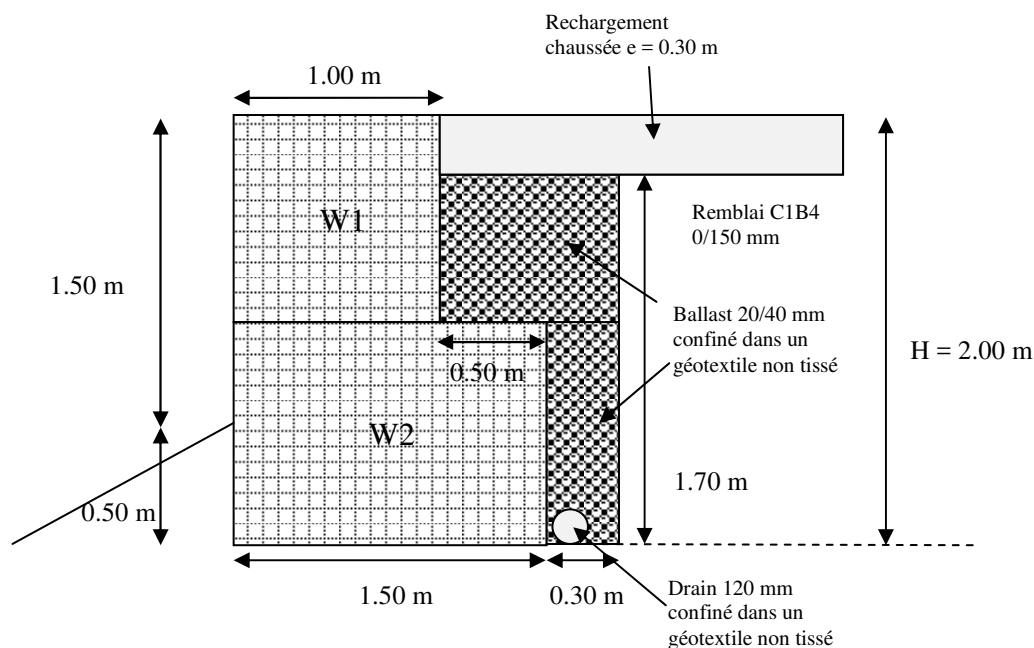


### **Spécifications pour les murs en gabions :**

---

Pour l'exécution des murs de soutènement en gabions, il conviendra de suivre les recommandations et spécifications suivantes :

- Respecter un ancrage minimum de 0.50 m. Le sol d'assise devra être composé de la substitution. Un béton d'assise devra être mis en œuvre sur une épaisseur minimum de 5 à 10 cm.
- La butée des ouvrages au niveau de leur ancrage devra obligatoirement être en déblai. En cas contraire, il sera impossible de la rematéraliser avec des remblais soigneusement compactés. A défaut, elle devra être réalisée avec un gros béton.
- Les cages de gabions seront à maille hexagonale double torsion de type 60, 80 ou 100 mm ou de type électro soudé. Pour des facilités de mise en œuvre et esthétiques, il est préférable de retenir des cages électro soudées.
- Remplissage des cages à l'aide de moellons ou blocs roulés ou concassés de classe granulométrique 90/180 mm. Ces matériaux devront être propres, insensibles à l'eau, non évolutifs, non friables et devront présenter une forme homogène dans leurs trois dimensions. Leur plus petite dimension ne devra pas être inférieure à 1.4 D (D étant la dimension de la maille du grillage mesurée entre les côtés torsadés des mailles conformément à la norme NF EN 10223-3). Leur fiche produit (agrément) devra être fournie avant toute mise en œuvre et validée par le maître d'œuvre.
- Un drain devra être mis en œuvre à l'arrière des ouvrages en gabions. Il sera composé d'une canalisation PVC striée 120 mm enroulée dans une chaussette de géotextile et d'un remplissage en ballast 20/40 ou 20/60 mm lui-même protégé du terrain naturel par un géotextile (voir coupe ci-dessous).
- Un géotextile non tissé sera mis en œuvre à l'arrière du mur en gabions et au contact du remblai technique. Il sera réalisé un recouvrement minimum de 0.50 m. Les matériaux composant le remblai technique seront de type C<sub>1</sub>B<sub>4</sub> 0/150 mm, VBS < 0.8 et peu à moyennement dégradables. Il pourra également être mis en œuvre un matériau de type ballast 20/40 ou 20/60 mm à l'arrière du mur en gabions. Dans ces conditions, le géotextile non tissé sera directement mis au contact du talus de déblai. Le ballast sera alors entre les cages de gabions et le géotextile.
- En cas d'utilisation de cages double torsion, elles devront soigneusement être ligaturées entre elles au moyen d'un fil en acier inoxydable ou au moyen d'agrafes. Leur pose, les renforts (tirants) utilisés pour limiter la déformation des cages lors de leur remplissage, ainsi que les fils de ligature en acier devront être conformes à la norme NF P 94-325-1 de Mars 2004. Les cages devront répondre aux spécifications de la norme NF EN 10223-3.
- En cas d'utilisation de cage électro soudée, elles devront être agrafées entre elles à raison d'une agrafe tous les 10 à 15 cm (soit environ 60 agrafes minimum par mètre cube). Les agrafes ainsi que les cages devront respecter la norme NF EN 10223-4.



#### Recommandation pour la pose du drain :

Compte tenu de la différence de hauteur d'ouvrage sur l'ensemble du linéaire à conforter, il ne sera pas possible de régler facilement le fil d'eau du drain situé à l'arrière des gabions.

Par endroit, comme au niveau des profils 02 à 05, le fil d'eau du drain sera plus profond que celui des profils 01 à 02 et 05 à 06.

Dans ces conditions, la différence de hauteur entre ouvrage devra être comblée avec un gros béton dosé à  $250 \text{ kg/m}^3$ . Le béton devra impérativement être coulé à l'arrière de l'ouvrage jusqu'au contact du pied du talus de déblai provisoire.

Les eaux canalisées par le drain arrière des gabions devront être renvoyées au niveau du point bas (profil 9).

Une réservation pourra être réalisée sous l'ouvrage en gabions à cet endroit afin de renvoyer les eaux de ruissellement dans le talus aval.

Afin d'éviter le développement de désordre par ravinement du talus en aval des gabions, il conviendra de réaliser un parement en béton du talus aval sur quelques mètres ou de mettre en œuvre des tuiles dans le talus.

Le maître d'œuvre, chargé de la conception de la liaison, devra dimensionner la section de cet ouvrage en béton en fonction de la section de la buse dont les eaux seront renvoyées au même endroit.

### **VII.3 – Plans de l'ouvrage de confortement**

Les plans de l'ouvrage de confortement à réaliser sont joints en complément du présent dossier.



## VIII. DIMENSIONNEMENT DES GABIONS DU SITE N°02 – PK 53495 A 53519

### VIII.1 – Dimensionnement des ouvrages de confortements

Au niveau du site n°02, il est envisagé d'élargir afin de réaliser une chaussée à double voie d'une largeur de l'ordre de 7.00 m en tout point.

Dans ce cas précis, il est donc envisagé la mise en œuvre de remblais sur des épaisseurs comprises entre 0.50 et 1.00 m environ.

Compte tenu des pentes de talus aval comprises entre 2V/3H et 1/1, ces élargissements doivent être rebutés par des soutènements.

Le maître d'œuvre prévoit, comme pour le site n°01, la mise en œuvre d'un mur de soutènement en gabions. Il sera réalisé sur un linéaire de l'ordre de 24 m.

Pour ce linéaire, nous avons matérialisé six profils espacés

Sur cette longueur, 6 profils de talus ont été modélisés avec un espacement de 5 m.

#### Hypothèses de dimensionnement des confortements :

Les murs de soutènement en gabions ont été dimensionnés en prenant en compte les mêmes caractéristiques et hypothèses que pour le site n°01, soit:

- Caractéristiques géotechniques des matériaux :

Matériaux	Poids volumique $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Angle de frottement $\phi$ (°)	Cohésion C (kPa)
Moellons (gabions)	17	45	0
Remblais	19	35	0

- Surcharge routière : 1 t/m<sup>2</sup> (10 kPa),
- Rechargement de la piste existante sur une épaisseur de 0.30 m,
- Absence de nappe à l'arrière de l'ouvrage.

Pour les mêmes raisons que le site n°01, la base élargie de l'ouvrage en gabions sera implantée sous la future chaussée. Afin d'éviter le développement d'un point dur sous la chaussée et donc des tassements différentiels entre zones sous chaussée confortée et non confortée, il convient de maintenir au minimum une épaisseur de couche de forme de 0.50 m.

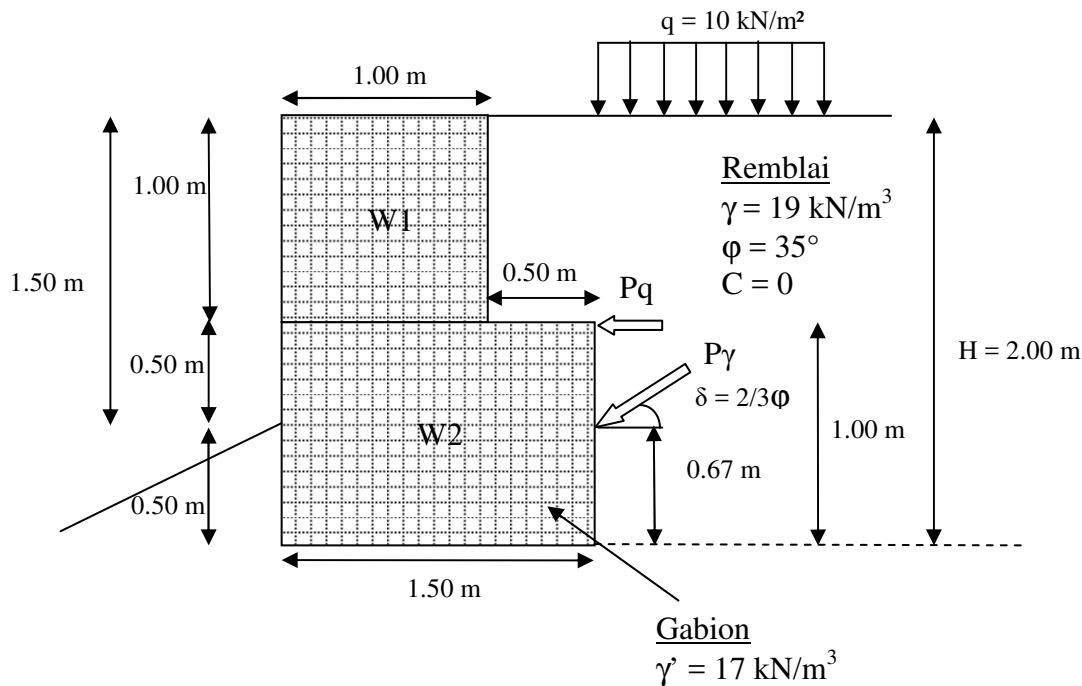
Cette épaisseur est présente sous chaque profil de confortement.

### Profils 01, 03 à 05 et 06 :

Au niveau des profils 01, 03 à 05 et 06, les remblais devront être confortés à partir d'un mur en gabions d'une hauteur hors sol de 1.50 m avec une largeur à sa base de 1.50 m.

La géométrie complète de l'ouvrage sera la suivante :

- Hauteur hors sol : 1.50 m,
- Ancrage : 0.50 m,
- Largeur en base : 1.50 m,
- Largeur en tête : 1.00 m



Le dimensionnement de l'ouvrage est joint en annexe 12.

L'ouvrage engendrera à sa base une contrainte de 89 kPa. Dans ces conditions, il devra être inscrit dans un horizon de résistance dynamique  $q_d > 2 \text{ MPa}$ .

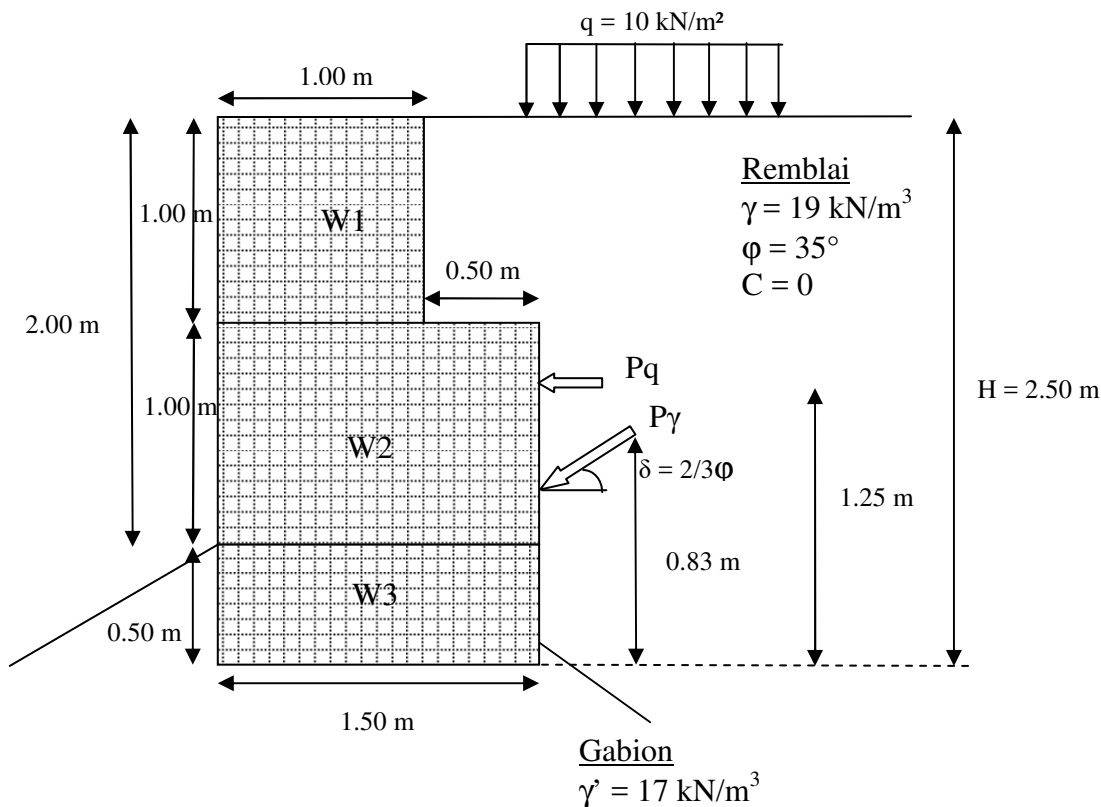


### Profils 02 à 03 et 05 :

Au niveau des profils 02 et 03 à 05, la chaussée a été rognée et nécessite la mise en œuvre de remblais sur des épaisseurs de 1.00 à 1.50 m. Dans ces conditions, les remblais devront être rebutés par un mur en gabions d'une hauteur hors sol de 2.00 m avec une largeur à leur base de 1.50 m.

La géométrie complète de l'ouvrage devra être la suivante :

- Hauteur hors sol : 2.00 m,
- Ancrage : 0.50 m,
- Largeur en base : 1.50 m,
- Largeur en tête : 1.00 m



Le dimensionnement de l'ouvrage est joint en annexe 13.

L'ouvrage engendrera à sa base une contrainte de 142 kPa. Dans ces conditions, il devra être inscrit dans un horizon de résistance dynamique  $q_d > 3 \text{ MPa}$ .

## **VIII.2 – Précautions de mise en œuvre**

Comme pour le site n°01, les travaux d'exécution des gabions ne devront pas perturber la circulation des usagers. Dans ces conditions, il convient de maintenir au minimum une demi-voie d'une largeur de 3.00 m en ligne droite et 3.50 m en virage.

Au droit de l'ensemble des profils du site n°02, en retenant une largeur sécuritaire de 0.80 à 1.00 m à l'arrière des gabions, il pourra être ouvert un talus de déblai provisoire dressé selon une pente sécuritaire de 1/1 jusqu'au futur axe de la chaussée.

Dans ces conditions, les terrassements pourront être réalisés sur l'ensemble du linéaire de la zone à conforter et l'ouvrage pourra être exécuté dans son intégralité en une seule phase.

Il conviendra de réaliser une substitution d'une épaisseur de 0.50 m sous le futur ouvrage afin d'homogénéiser l'assise du futur ouvrage.

### **Spécifications pour la substitution :**

La substitution devra être mise en œuvre avec un débord de 0.50 m de part et d'autre de l'ouvrage et sera composée d'un matériau graveleux de type C<sub>1</sub>B<sub>4</sub> 0/150 mm, VBS < 0.5, peu dégradable (Dg < 5) et de caractéristiques intrinsèques Los Angeles et Micro-Deval < 45.

Avant l'exécution de la substitution, le fond de fouille devra être compactée et réceptionné à l'essai de plaque en recherchant les objectifs suivants :

- $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$ ,
- $K = EV2 / EV1 \leq 2$ .

La substitution sera réglée par couche de 0.30 m maximum soigneusement compactée et recouverte d'un béton de propreté sur sa largeur globale.

Des essais de plaque devront être réalisés avant l'exécution de béton de propreté en cherchant à obtenir les objectifs suivants :  $EV2 \geq 80 \text{ MPa}$  à l'arase et  $K = EV2/EV1 \leq 2$ .



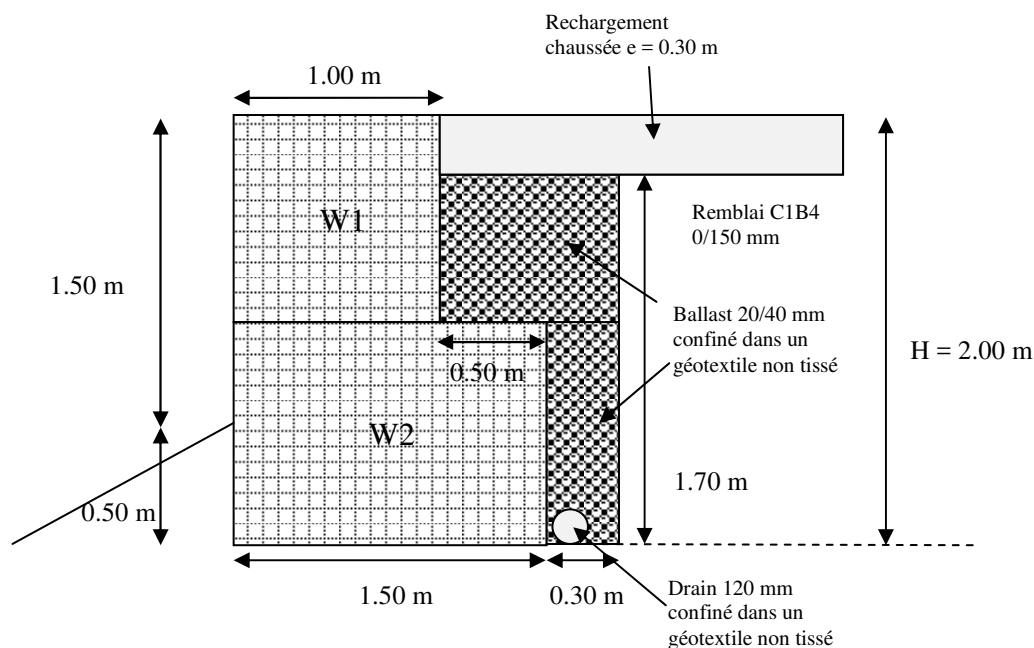
---

**Spécifications pour les murs en gabions :**

---

Pour l'exécution des murs de soutènement en gabions, il conviendra de suivre les recommandations et spécifications préconisées pour le site n°01, soit :

- Respecter un ancrage minimum de 0.50 m. Le sol d'assise devra être composé de la substitution. Un béton d'assise devra être mis en œuvre sur une épaisseur minimum de 5 à 10 cm.
- La butée des ouvrages au niveau de leur ancrage devra obligatoirement être en déblai. En cas contraire, il sera impossible de la rematéraliser avec des remblais soigneusement compactés. A défaut, elle devra être réalisée avec un gros béton.
- Les cages de gabions seront à maille hexagonale double torsion de type 60, 80 ou 100 mm ou de type électro soudé. Pour des facilités de mise en œuvre et esthétiques, il est préférable de retenir des cages électro soudées.
- Remplissage des cages à l'aide de moellons ou blocs roulés ou concassés de classe granulométrique 90/180 mm. Ces matériaux devront être propres, insensibles à l'eau, non évolutifs, non friables et devront présenter une forme homogène dans leurs trois dimensions. Leur plus petite dimension ne devra pas être inférieure à 1.4 D (D étant la dimension de la maille du grillage mesurée entre les côtés torsadés des mailles conformément à la norme NF EN 10223-3). Leur fiche produit (agrément) devra être fournie avant toute mise en œuvre et validée par le maître d'œuvre.
- Un drain devra être mis en œuvre à l'arrière des ouvrages en gabions. Il sera composé d'une canalisation PVC striée 120 mm enroulée dans une chaussette de géotextile et d'un remplissage en ballast 20/40 ou 20/60 mm lui-même protégé du terrain naturel par un géotextile (voir coupe ci-dessous).
- Un géotextile non tissé sera mis en œuvre à l'arrière du mur en gabions et au contact du remblai technique. Il sera réalisé un recouvrement minimum de 0.50 m. Les matériaux composant le remblai technique seront de type C<sub>1</sub>B<sub>4</sub> 0/150 mm, VBS < 0.8 et peu à moyennement dégradables. Il pourra également être mis en œuvre un matériau de type ballast 20/40 ou 20/60 mm à l'arrière du mur en gabions. Dans ces conditions, le géotextile non tissé sera directement mis au contact du talus de déblai. Le ballast sera alors entre les cages de gabions et le géotextile.
- En cas d'utilisation de cages double torsion, elles devront soigneusement être ligaturées entre elles au moyen d'un fil en acier inoxydable ou au moyen d'agrafes. Leur pose, les renforts (tirants) utilisés pour limiter la déformation des cages lors de leur remplissage, ainsi que les fils de ligature en acier devront être conformes à la norme NF P 94-325-1 de Mars 2004. Les cages devront répondre aux spécifications de la norme NF EN 10223-3.
- En cas d'utilisation de cage électro soudée, elles devront être agrafées entre elles à raison d'une agrafe tous les 10 à 15 cm (soit environ 60 agrafes minimum par mètre cube). Les agrafes ainsi que les cages devront respecter la norme NF EN 10223-4.



#### Recommandation pour la pose du drain :

Compte tenu de la différence de hauteur d'ouvrage sur l'ensemble du linéaire à conforter, il ne sera pas possible de régler facilement le fil d'eau du drain situé à l'arrière des gabions.

Par endroit, comme au niveau des profils 02 à 03 et 05, le fil d'eau du drain sera plus profond que celui des autres profils.

Dans ces conditions, la différence de hauteur entre ouvrage devra être comblée avec un gros béton dosé à  $250 \text{ kg/m}^3$ . Le béton devra impérativement être coulé à l'arrière de l'ouvrage jusqu'au contact du pied du talus de déblai provisoire.

Les eaux canalisées par le drain arrière des gabions devront être renvoyées au niveau du point bas de la chaussée, soit au niveau du profil n°01.

Une réservation pourra être réalisée sous l'ouvrage en gabions à cet endroit afin de renvoyer les eaux de ruissellement dans le talus aval.

Afin d'éviter le développement de désordre par ravinement du talus en aval des gabions, il conviendra de réaliser un parement en béton du talus aval sur quelques mètres ou de mettre en œuvre des tuiles dans le talus.

Le maître d'œuvre, chargé de la conception de la liaison, devra dimensionner la section de cet ouvrage en béton en fonction de la section de la buse dont les eaux seront renvoyées au même endroit.

### **VIII.3 – Plans de l'ouvrage de confortement**

Les plans de l'ouvrage de confortement à réaliser sont joints en complément du présent dossier.

## **IX. CONFORTEMENT DES TALUS DE DEBLAIS DES SITES N°03 A 05**

### **IX.1 – Type de confortements envisageables**

Le diagnostic géotechnique réalisé sur les talus de déblais des sites n°03 à 05 compris entre les PK 55 531 et 56 728 a mis en évidence que les talus présentaient des signes d'instabilités dans leur configuration existante.

Des désordres de type glissements de matériaux et/ou chutes de dalles rocheuses de tailles centimétriques à métriques sont à craindre. Compte tenu de la largeur actuelle de la piste et de la difficulté d'envisager un élargissement en raison des fortes pentes aval du talus, ces désordres pourront engendrer des risques vis-à-vis des usagers de la liaison.

Dans ces conditions, il convient de conforter la plupart de ces talus ou d'envisager une solution de terrassement quand la topographie du site le permet.

En complément, le projet prévoit des terrassements le long de quelques profils de la future chaussée.

Plusieurs solutions de confortements pourraient être envisagées. Si l'on souhaite conforter l'ensemble des talus sans avoir à réaliser un entretien régulier, il convient de mettre en œuvre une solution de parade active de type béton projeté armé et cloué (référéncée sc3 selon les parades contre instabilités rocheuses du LCPC).

Compte tenu du linéaire à conforter (1197 m) et du coût de ce type de confortement, cette solution technique n'est sensiblement pas envisageable économiquement pour le projet.

On pourrait alors s'orienter vers une solution de parade active de type filets et grillages plaques associés à des ancrages ponctuels (confortements référencés sc2 et sc4).

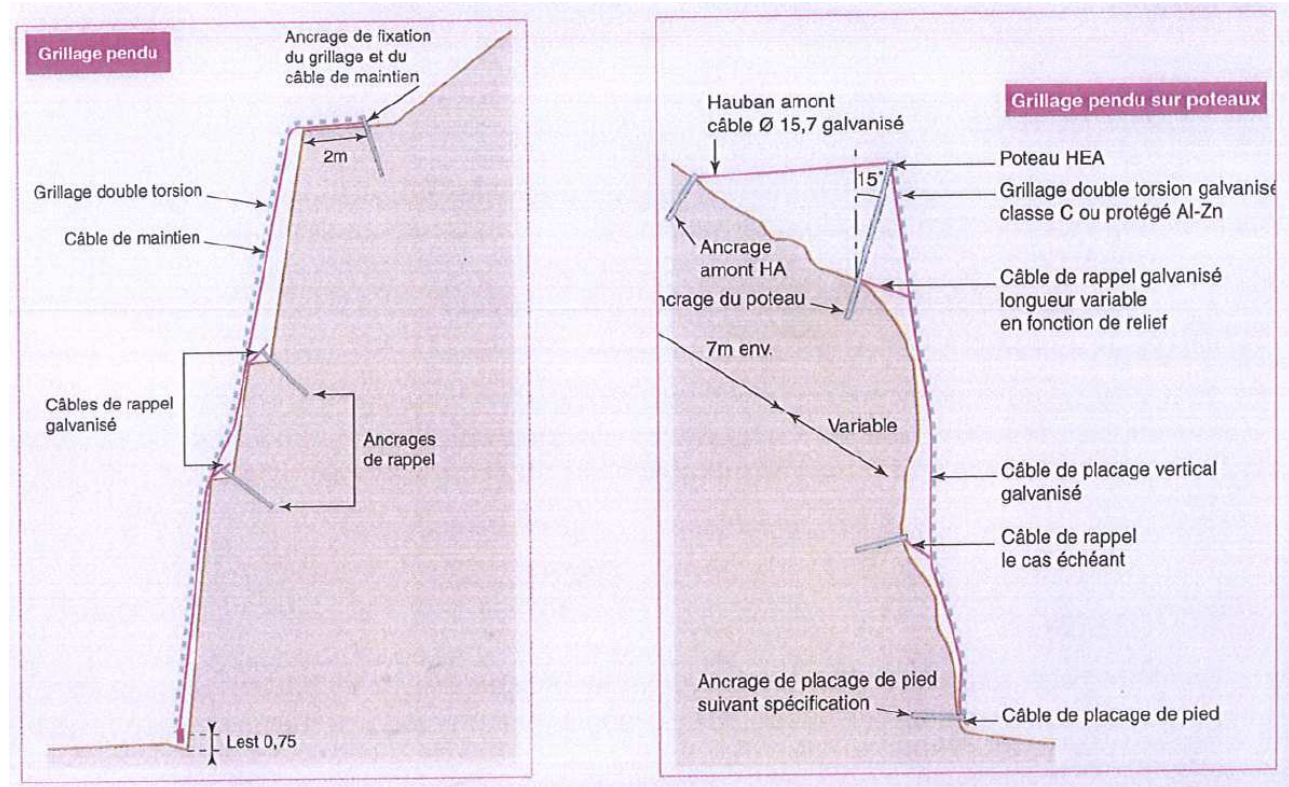
Le coût de mise en œuvre des clous de type Gewis ou HA permettant de plaquer le grillage sur le talus et ainsi éviter tout départ de blocs ou dalles rocheuses sera très important et risque donc de mettre en péril l'économie du projet.

Dans ces conditions, seule une solution passive de type DE1 de type grillage ou filet pare éboulement ou l'exécution de terrassements pour dresser les talus selon des pentes sécuritaires semble adapter à l'économie du projet.

La solution de mise en œuvre d'un grillage ou d'un filet pare éboulement ne permettra pas de stopper le départ de blocs ou de dalles rocheuses mais son rôle sera de guider ces masses en mouvement en pied de talus et donc de réduire les risques pour les usagers.



En fonction de la configuration des talus, des ancrages intermédiaires ainsi qu'en pied de talus devront toutefois être mis en œuvre dans le talus afin d'éviter une déviation de ces masses rocheuses.



Compte tenu de caractère évolutif des talus le long des sites n°03 à 05, il conviendra de réaliser des diagnostics réguliers (au minimum tous les deux ans) pour vérifier si des désordres importants se sont développés et mettent en danger les usagers de la liaison. En effet, en fonction du volume instable, en cas de chute ou de glissement, le filet pare éboulement pourrait être fortement dégradé. Dans ce cas précis, il pourra être nécessaire de réaliser des purges et/ou de conforter le talus au niveau de cette zone.

Dans les zones terrassées, en fonction de la pente envisagée par le projet, il pourra également être nécessaire de mettre en œuvre ce dispositif de parades passives.

## **IX.2 – Définitions des confortements et des terrassements à exécuter**

Les tableaux suivant renseignent les confortements à mettre en œuvre le long des talus des sites 03 à 05 et/ou les terrassements projetés ou à exécuter dans le cadre des travaux en fonction des risques répertoriés dans le diagnostic géotechnique.



**PK 55558 à 55638 (80 ml) :**

Hauteur	Pente	Terrassements projetés	Confortements à exécuter
Entre 3 et 5 m	3V/2H à 2V/1H	Terrassements selon une pente de 1/1 avec réalisation de risberme de 0.50 m de largeur environ tous les 2.50 m de hauteur de talus	Aucun


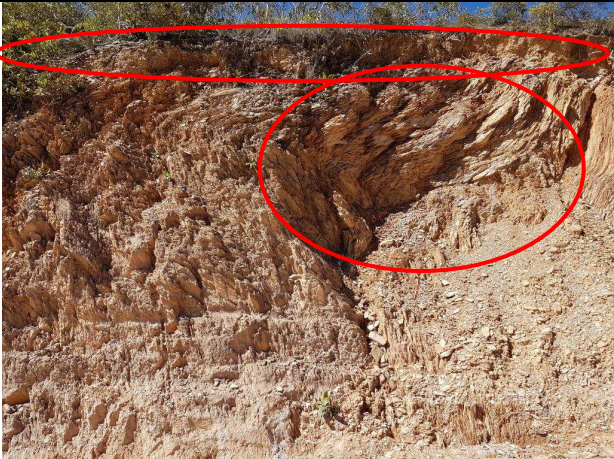
**PK 55558 à 55638 (80 ml) :**

Hauteur	Pente	Terrassements projetés	Confortements à exécuter
Entre 3 et 6 m	3V/2H à sub-vertical	Aucun	Purge des volumes de matériaux instables et mise en œuvre d'un filet pare éboulement avec des clous Gewis en tête et en pied de talus.

En complément du système de confortement passif, les purges des matériaux à réaliser dans les talus, relevées le long des profils du diagnostic sont les suivantes :

Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 55633 (+75 m)	4 m environ	Sub-vertical par endroit	Purge des dalles rocheuses présentant une pente négative. Volume estimé : quelques mètres cubes (5 à 10 m <sup>3</sup> ).	
PK 55658 (+100 m)	3 à 4 m environ	3V/2H à 2V/1H	Purge des matériaux sous cavés (surplombs) en tête de talus. Volume estimé : 1 à 2 m <sup>3</sup>	



Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 55683 (+125 m)	Environ 5 m	2V/1H à 3V/1H	Purge des matériaux sous-cavés en tête de talus. Volume estimé : 1 à 3 m <sup>3</sup> .	
PK 55708 (+150 m)	Environ 5 à 6 m	3V/1H à sub-vertical	Purge des matériaux sous cavés en tête de talus et purge des dalles rocheuses instables au niveau de la zone plissée. Volume estimé : 3 à 6 m <sup>3</sup> .	

**PK 55718 à 55818 (100 ml) :**



Hauteur	Pente	Terrassements projetés	Confortements à exécuter
Entre 5 et 8 m	3V/1H à sub-vertical	Terrassements selon une pente de 1/1 avec réalisation de risberme de 0.50 m de largeur environ tous les 2.50 m de hauteur de talus	Aucun





**PK 55818 à 55951 (140 ml) :**

Hauteur	Pente	Terrassements projetés	Confortements à exécuter
Entre 3 et 6 m	3V/2H à sub-vertical	Aucun	Purge des volumes de matériaux instables et mise en œuvre d'un filet pare-éboulement avec des clous Gewis en tête et en pied de talus.



En complément du système de confortement passif, les purges des matériaux à réaliser dans les talus, relevées le long des profils du diagnostic sont les suivantes :

Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 55808 (+250 m)	Environ 5 m	3V/1H à sub-vertical	Purge des matériaux sous-cavés en tête de talus. Volume estimé : 1 à 3 m <sup>3</sup> .	
PK 55833 (+275 m)	Environ 6 à 7 m	2V/1H à 3V/1H	Purge des matériaux sous-cavés et instables en tête de talus. Volume estimé : 1 à 3 m <sup>3</sup> . Purge des matériaux glissés dans le parement du talus.	

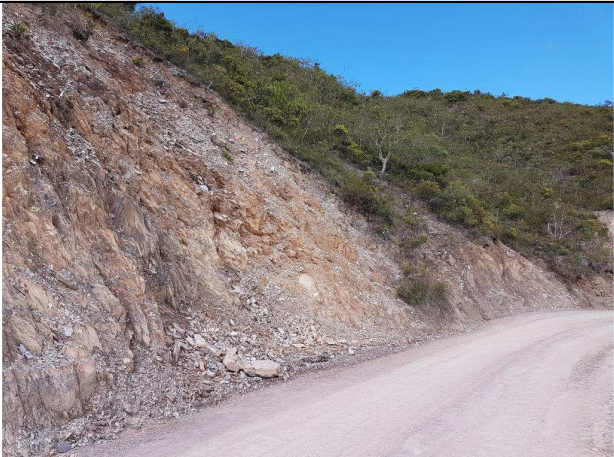


Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 55858 (+300 m)	Environ 6 à 7 m	3V/1H à sub-vertical	<p>Purge des matériaux sous-cavés en tête de talus, environ 1 à 2 m<sup>3</sup>.</p> <p>Purge des matériaux glissés en pied de talus.</p>	
PK 55883 (+325 m)	Entre 4 et 7 m environ	Sub-vertical	<p>Purge des matériaux sous-cavés en tête de talus, environ 1 à 2 m<sup>3</sup>.</p> <p>Purge des dalles rocheuses présentant des pendages négatifs. Volume estimé : 3 à 5 m<sup>3</sup>.</p> <p>Purge des matériaux glissés en pied de talus.</p>	




Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 55908 (+350 m)	Environ 7 à 8 m	3V/2H à 2V/1H	Purge des matériaux sous-cavés en tête de talus, environ 1 à 2 m <sup>3</sup> .	
PK 55933 (+375 m)	Environ 8 à 10 m	3V/2H à 2V/1H	Purge des matériaux glissés dans le talus.  Purge des dalles et instables dans le talus.	



Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 55933 à PK 55951 (Entre +375 et +393 m)	Décroiss ante	3V/2H à 2V/1H	Purge des matériaux instables en tête de talus (sous – cavage) : 1 à 2 m <sup>3</sup> .	


### PK 55951 à 55958 (7 ml) :

Hauteur	Pente	Terrassements projetés	Confortements à exécuter
Entre 3 et 4 m	1/1 à 3V/2H à sub-vertical	Aucun	Aucun, talus réglé entre 1/1 et globalement 3V/2H sur des hauteurs comprises entre 3 et 4 m, risque d'instabilité faible.
			



**PK 55958 à PK 56340 (382 ml) :**

Hauteur	Pente	Terrassements projetés	Confortements à exécuter
Entre 3 et 12 m	3V/2H à sub-vertical	Aucun	Purge des volumes de matériaux instables et mise en œuvre d'un filet pare-éboulement avec des clous Gewis en tête et en pied de talus.

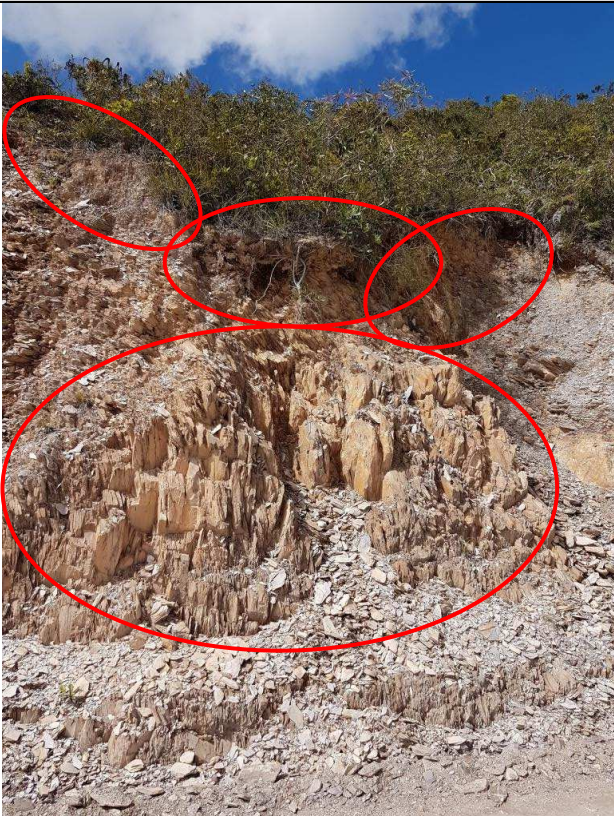
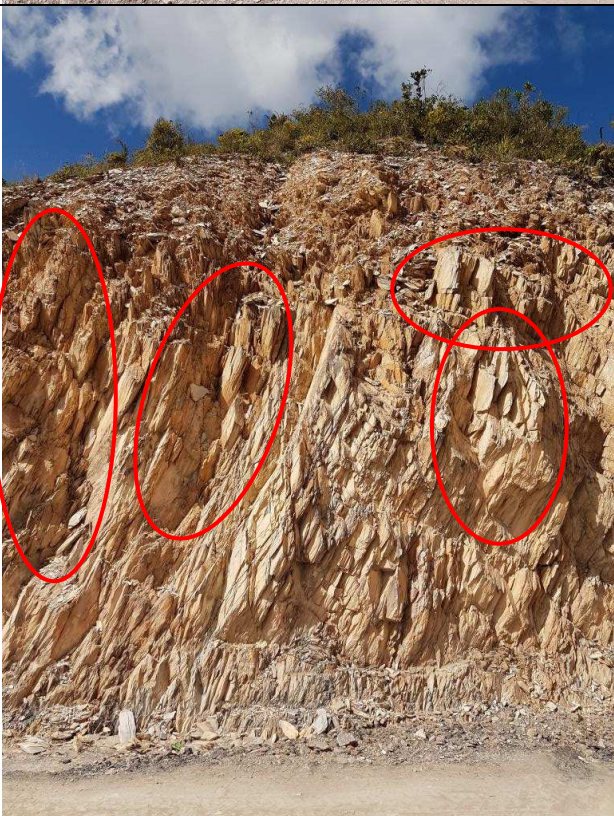
En complément du système de confortement passif, les purges des matériaux à réaliser dans les talus, relevées le long des profils du diagnostic sont les suivantes :

Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 55983 (+425 m)	Environ 6 à 7 m	3V/2H à sub-vertical	Purge des matériaux sous-cavés en tête de talus (2 à 3 m <sup>3</sup> ) et des matériaux instables dans le parement. Purge des matériaux glissés en pied de talus.	


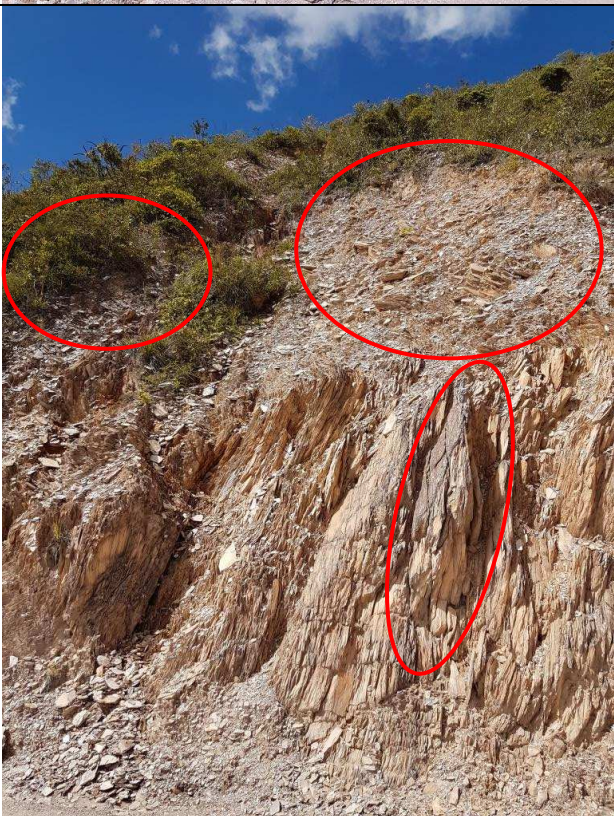


Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 55983 (+425 m)	Environ 6 à 7 m	3V/2H à sub-vertical	Purge des matériaux sous-cavés en tête de talus (2 à 3 m <sup>3</sup> ) et des matériaux instables dans le parement. Purge des matériaux glissés en pied de talus.	
PK 56008 (+450 m)	Environ 7 à 8 m	3V/2H à 2V/1H	Purge des matériaux sous-cavés en tête de talus (2 à 3 m <sup>3</sup> ) et des matériaux instables dans le parement. Purge des matériaux glissés en pied de talus.	





Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 56033 (+475 m)	Décroissance de 8 m à 4 m	3V/2H à 2V/1H	Purge des matériaux instables en tête de talus et dans le parement (entre 3 et 10 m <sup>3</sup> ). Purge des dalles rocheuses en équilibre instable.	
Pk 56058 (+500 m)	Environ 6 à 8 m	3V/2H à sub-vertical selon les zones	Purge des dalles rocheuses en équilibre instable (3 à 8 m <sup>3</sup> ).	





Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 56083 (+525 m)	Environ 5 m	3V/2H à sub-vertical selon les zones	Purge des dalles rocheuses en équilibre instable (3 à 6 m <sup>3</sup> ).	
PK 56108 (+550 m)	De 3 à 6 m environ	3V/2H	Purge des dalles rocheuses en équilibre instable (2 à 5 m <sup>3</sup> ).  Purge des fines et des matériaux glissés en pied de talus.	





Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 56133 (+575 m)	Environ 6 à 7 m	3V/2H à sub-vertical selon les zones	Purge des petites dalles glissées dans le talus.	
PK 56158 (+600 m)	Environ 6 à 7 m	3V/1H à sub-vertical	<p>Purge des matériaux instables en tête de talus (2 à 5 m<sup>3</sup>)</p> <p>Purge des matériaux dressés selon une pente négative, environ 5 à 6 m<sup>3</sup>.</p>	






Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 56183 (+625 m)	Environ 4 m	3V/1H à sub-vertical	<p>Purge des dalles rocheuses dans le parement en équilibre instable, environ 2 m<sup>3</sup>.</p> <p>Purge des matériaux instables en pied de talus.</p>	
PK 56208 (+650 m)	Environ 4 à 5 m	2V/1H à 3V/1H	<p>Purge des matériaux instables en tête de talus (zone sous-cavées) et dalles rocheuses. Volume estimé environ 5 à 6 m<sup>3</sup>.</p>	



Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 56233 à 56258 (Entre +675 et +700 m)	De 4 à 12 m environ	1/1 à sub-vertical selon les zones	Purge d'une masse rocheuse sous cavée d'une dizaine de m <sup>3</sup> .	
PK 56258 (+700 m)	De 6 à 8 m environ	2V/1H à 3V/1H	Purge de dalles rocheuses en tête de talus ainsi que dans le parement. Volume estimé 1 à 3 m <sup>3</sup> .	



Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 56283 (+725 m)	Environ 5 à 6 m	3V/1H à sub-vertical	Purge de dalles rocheuses dans le parement, environ 1 m <sup>3</sup> .	
PK 56303 (+745 m)	Environ 6 à 10 m selon les zones	2V/1H à sub-vertical selon les zones	Purge des dalles rocheuses sous-cavées dans le parement. Volume estimé : 1 à 3 m <sup>3</sup> .	


Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56333 (+775 m)	Environ 6 à 8 m	3V/1H à sub-vertical	Purge des dalles rocheuses instables dans le parement.	




**PK 56340 à PK 56418 (78 ml) :**



Hauteur	Pente	Terrassements projetés	Confortements à exécuter
Entre 7 et 20 m	1/1 à 3V/2H	Aucun	Purge des volumes de matériaux instables et mise en œuvre d'un filet pare éboulement avec des clous Gewis en tête, dans le parement et en pied de talus.

En complément du système de confortement passif, les purges des matériaux à réaliser dans les talus, relevées le long des profils du diagnostic sont les suivantes :

Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 56348 (+790 m)	Environ 7 à 8 m	Environ 3V/2H	<p>Purge des matériaux instables en tête de talus et dans le parement. Volume estimé : une dizaine de m<sup>3</sup>.</p> <p>Purge des matériaux glissés dans la pente. Quelques mètres cubes.</p> <p>Purge des matériaux glissés en pied de talus.</p>	

PK 56363 (+805 m)	Environ 20 m	Environ 1/1 à 3V/2H	<p>Purge des matériaux instables en tête de talus et dans le parement. Volume estimé : une dizaine de m<sup>3</sup>.</p> <p>Purge des matériaux glissés dans la pente. Quelques mètres cubes.</p> <p>Purge des matériaux glissés en pied de talus.</p>	 A photograph of a steep, rocky slope (talus) under a clear blue sky. Four specific areas of instability or loose material are highlighted with red circles. The slope is composed of light-colored rocks and soil, with some sparse vegetation at the top.
----------------------------	-----------------	---------------------------	--	---




Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56383 (+825 m)	Environ 15 m	Entre 1/1 et 3V/2H	<p>Purge des matériaux instables en tête de talus et dans le parement. Volume estimé : une dizaine de m<sup>3</sup>.</p> <p>Purge des matériaux glissés dans la pente. Quelques mètres cubes.</p> <p>Purge des matériaux glissés en pied de talus.</p>	
PK 56408 (+850 m)	Environ 10 m	Environ 3V/2H	Purge de dalles rocheuses en équilibre instable dans le talus. Volume estimé : 5 à 10 m <sup>3</sup> .	


**PK 56418 à PK 56568 (150 ml) :**


Hauteur	Pente	Terrassements projetés	Confortements à exécuter
Entre 7 et 20 m	1/1 à 3V/2H	Aucun	Purge des volumes de matériaux instables et mise en œuvre d'un filet pare éboulement avec des clous Gewis en tête et en pied de talus.

En complément du système de confortement passif, les purges des matériaux à réaliser dans les talus, relevées le long des profils du diagnostic sont les suivantes :


Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 56433 (+875 m)	Environ 6 m	1/1 à 3V/2H	<p>Purge des dalles en équilibre instable dans le parement (<math>&lt; 1 \text{ m}^3</math>).</p> <p>Purge des matériaux glissés en pied de talus.</p>	




Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 56433 (+875 m)	Environ 6 m	1/1 à 3V/2H	<p>Purge des dalles en équilibre instable dans le parement (1 à 2 m<sup>3</sup>).</p> <p>Purge des matériaux glissés en pied de talus.</p>	 A photograph of a steep, reddish-brown soil and rock slope. The top of the slope is covered with green vegetation. Two red circles are drawn on the slope: one on the left side, highlighting a section of the upper slope, and one on the right side, highlighting a section of the middle slope. The slope appears to be composed of loose soil and rock fragments.

Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 56458 (+900 m)	Entre 4 et 8 m	Entre 1/1 et 2V/1H	<p>Purge des matériaux sous cavés en tête de talus. Volume estimé entre 1 et 2 m<sup>3</sup>.</p> <p>Purge des matériaux en équilibre instable dans le parement, environ 2 à 4 m<sup>3</sup>.</p> <p>Purge des matériaux glissés en pied de talus.</p>	




Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 56483 (+925 m)	Environ 6 à 10 m	Entre 1/1 et sub-vertical selon les zones	<p>Purge des matériaux décomprimés dans le parement du talus. Volume estimé 5 à 10 m<sup>3</sup>.</p> <p>Purge des dalles ou matériaux en équilibre instable inscrit en zone haute du talus. Volume estimé entre 2 et 5 m<sup>3</sup>.</p>	




Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 56503 (+945 m)	Entre 5 et 9 m environ	1/1 à sub-vertical selon les zones	<p>Purge des dalles et matériaux en équilibre instable dans le parement du talus. Volume estimé : 2 à 5 m<sup>3</sup>.</p> <p>Purge des matériaux glissés en pied de talus. Volume estimé : 3 à 5 m<sup>3</sup>.</p>	



Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 56533 (+975 m)	Environ 6 à 8 m	3V/2H à 2V/1H	Pas de purge dans l'immédiat. Des purges pourront toutefois être préconisées lors des travaux compte tenu du caractère érosif des matériaux composant le talus.	



Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56558 (1000 m)	Entre 8 et 12 m environ	Entre 1/1 et sub-vertical selon les zones	<p>Purge de dalles et des matériaux en équilibre instable en tête et dans le parement du talus. Volume estimé entre 5 et 10 m<sup>3</sup>.</p> <p>Purge des matériaux glissés en pied de talus, environ 5 à 6 m<sup>3</sup>.</p>	

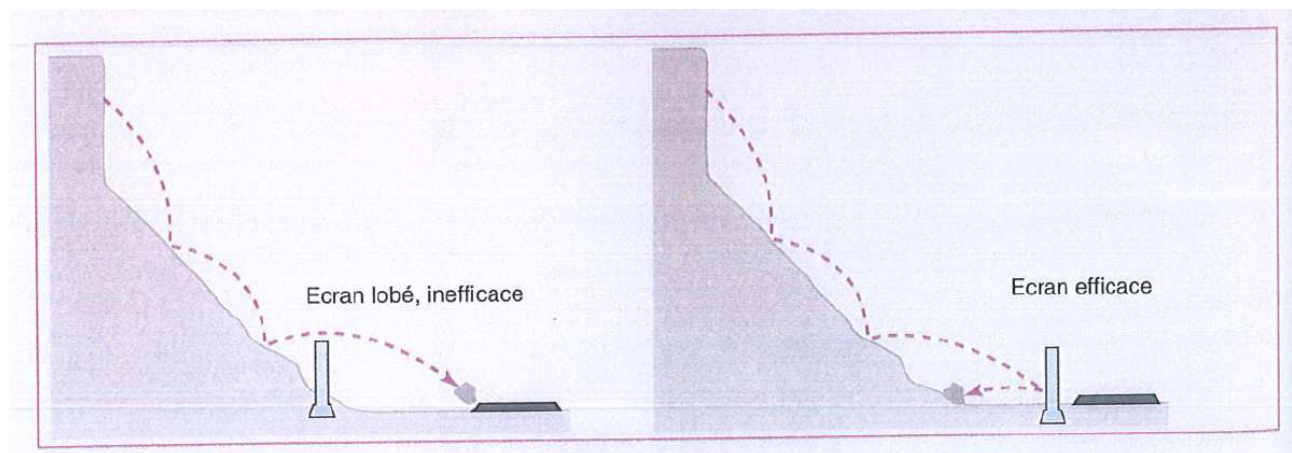


**Début des sites 04 et 05 selon planche topographique n°01 et 02 et, la continuité du site n°02.**

Le long des profils PK 56578 à 56600 et PK 56638 à 56658, le maître d'œuvre prévoyait de mettre des écrans pare blocs en gabions en pied de talus.

Compte tenu de la nécessité de matérialiser un espace de type piège à cailloux en pied de talus et à l'arrière du futur écran et de la faible largeur disponible pour implanter cet ouvrage, cette solution technique ne paraît pas envisageable le long de ces profils.

Elle nécessiterait de réaliser un ouvrage de plusieurs mètres de hauteur pour compenser le faible espace présent entre le pied de talus et l'arrière et pour s'assurer qu'en cas de chute et de rebond d'un bloc, le bloc ne passerait pas au-dessus de l'écran.




Dans ces conditions, il convient de s'orienter vers un système de confortement passif équivalent à celui préconisé pour le site n°03, soit un filet pare éboulement avec des ancrages par endroit ou l'exécution de terrassements selon des pentes sécuritaires lorsque la hauteur de talus le permet.


**Site n°04 : PK 56578 à 56600 (22 ml) :**


Hauteur	Pente	Terrassements projetés	Confortements à exécuter
Entre 4 et 12 m	3V/2H à sub-vertical selon les zones	Aucun	Purge des volumes de matériaux instables et mise en œuvre d'un filet pare-éboulement avec des clous Gewis en tête et en pied de talus.

En complément du système de confortement passif, les purges des matériaux à réaliser dans les talus, relevées le long des profils du diagnostic sont les suivantes :

Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 56578 (1010 m)	Environ 4 à 5 m	2V/1H à 3V/1H	Purge des dalles rocheuses instables dans le parement. Volume estimé : 1 m <sup>3</sup> .	



PK 56578 à 56608 (1020 à 1050 m)	Environ 8 à 12 m	3V/2H à sub- vertical selon les zones	Purge des dalles rocheuses instables dans le talus. Volume estimé : 2 à 5 m <sup>3</sup> .  Purge des matériaux glissés dans la pente : 2 à 3 m <sup>3</sup> .	
---	---------------------	--	---	--


Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56578 à 56608 (1020 à 1050 m)			<p>Purge des dalles rocheuses instables dans le talus. Volume estimé : 2 à 5 m<sup>3</sup>.</p> <p>Purge des matériaux glissés dans la pente : 2 à 3 m<sup>3</sup>.</p>	



**PK 56600 à 56618 : (18 ml) :**

Hauteur	Pente	Terrassements projetés	Confortements à exécuter
Environ 8 m	3V/2H à 2V/1H	Aucun	Purge des volumes de matériaux instables et mise en œuvre d'un filet pare éboulement avec des clous Gewis en tête et en pied de talus.

En complément du système de confortement passif, les purges des matériaux à réaliser dans les talus, relevées le long des profils du diagnostic sont les suivantes :

Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56618 (1060 m)	Environ 8 m	3V/2H à 2V/1H	Purge des dalles rocheuses instables dans le talus. Volume estimé : 2 à 4 m <sup>3</sup> .	


**PK 56618 à 56653 : (35 ml) : Site 05 à partir du PK 56638**

Hauteur	Pente	Terrassements projetés	Confortements à exécuter
Entre 3 et 8 m	3V/1H à sub-vertical	Terrassements selon une pente de 1/1	Aucun mais vérification de l'état du talus par un ingénieur géotechnicien après terrassements pour s'assurer de la nécessité de mettre en œuvre un filet pare éboulement en fonction des risques d'instabilités de dalles rocheuses malgré la pente de 1/1 dans les talus de hauteur supérieur à 3.00 m.


**PK 56653 à 56678 : (25 ml) : Site 05 jusqu'au PK 56658**

Hauteur	Pente	Terrassements projetés	Confortements à exécuter
Entre 5 et 7 m	3V/2H à 2V/1H	Aucun	Purge des volumes de matériaux instables et mise en œuvre d'un filet pare éboulement avec des clous Gewis en tête et en pied de talus.

En complément du système de confortement passif, les purges des matériaux à réaliser dans les talus, relevées le long des profils du diagnostic sont les suivantes :

Profil	Hauteur	Pente	Purge	Photos
PK 56668 à PK 56678 (1110 et 1120 m)	Environ 6 à 7 m	3V/2H à 2V/1H	Purge des dalles rocheuses instables dans le talus et des zones sous-cavées. Volume estimé : entre 5 et 10 m <sup>3</sup> .	



Profil	Hauteur	Pente	Observations	Photos
PK 56668 à PK 56678 (1110 et +1120 m)	Environ 6 à 7 m	3V/2H à 2V/1H	Purge des dalles rocheuses instables dans le talus. Volume estimé : entre 1 et 3 m <sup>3</sup> .	

**PK 56678 à 56738 : (60 ml) :**

Hauteur	Pente	Terrassements projetés	Confortements à exécuter
Entre 2 et 4 m	3V/2H à 2V/1H	Terrassements selon une pente de 1/1 avec réalisation d'une risberme de 0.50 m de largeur tous les 2.50 m de hauteur environ.	Aucun

### **IX.3 – Dimensionnement des confortements**

En dehors des zones terrassées projetés le long des sites 03 à 05, le diagnostic a montré qu'il convenait de mettre en œuvre au minimum un filet pare éboulement sur les talus pour mettre en sécurité les usagers de la liaison.

Cette solution technique permettra de contrôler la trajectoire des matériaux (dalle et blocs) susceptibles de se détacher des talus et ainsi de les guider vers le pied de talus. Toutefois, les talus pourront continuer de se dégrader et nécessiter dans l'avenir l'exécution de confortements supplémentaires. Un diagnostic des talus devra être réalisé au minimum tous les deux ans pour définir si des purges ou des nouveaux confortements sont nécessaires. Entre temps, il conviendra de réaliser un entretien régulier des talus basé sur la purge des matériaux glissés et éventuellement le remplacement de nappes de grillages abimées.

Ce système de confortement sera composé de nappes de grillage double torsion (60 mm x 80 mm) ancrées en tête de talus et pendues sur le talus. Toutefois, en raison du faible espace présent en pied de talus vis-à-vis de la future chaussée, quelques ancrages seront mis en œuvre en pied de talus afin de s'assurer de l'absence de matériaux glissés en bord de chaussée.

En cas contraire, il convient de matérialiser un espace d'une largeur d'un mètre minimum pour la réception des matériaux glissés.

Les pans de grillage seront soigneusement ligaturés entre eux au moyen d'un fil en acier galvanisé en Galfan ou en inox et seront fixés en tête de talus à l'aide d'un câble d'acier galvanisé de 12 mm de diamètre.

Les ancrages de têtes seront composés d'armature Gewis 25 mm ou HA 25 mm d'une longueur de 3.00 m ancré verticalement à -2.00 m/arrière de la tête de talus dans des forages de 64 mm de diamètre exécutés à la perforatrice manuelle. L'espacement entre clous sera de 3.00 m maximum. Les clous devront être scellés au coulis de ciment (C/E compris entre 1.7 et 2.4) au moyen d'une canule d'injection ou grauitairement.

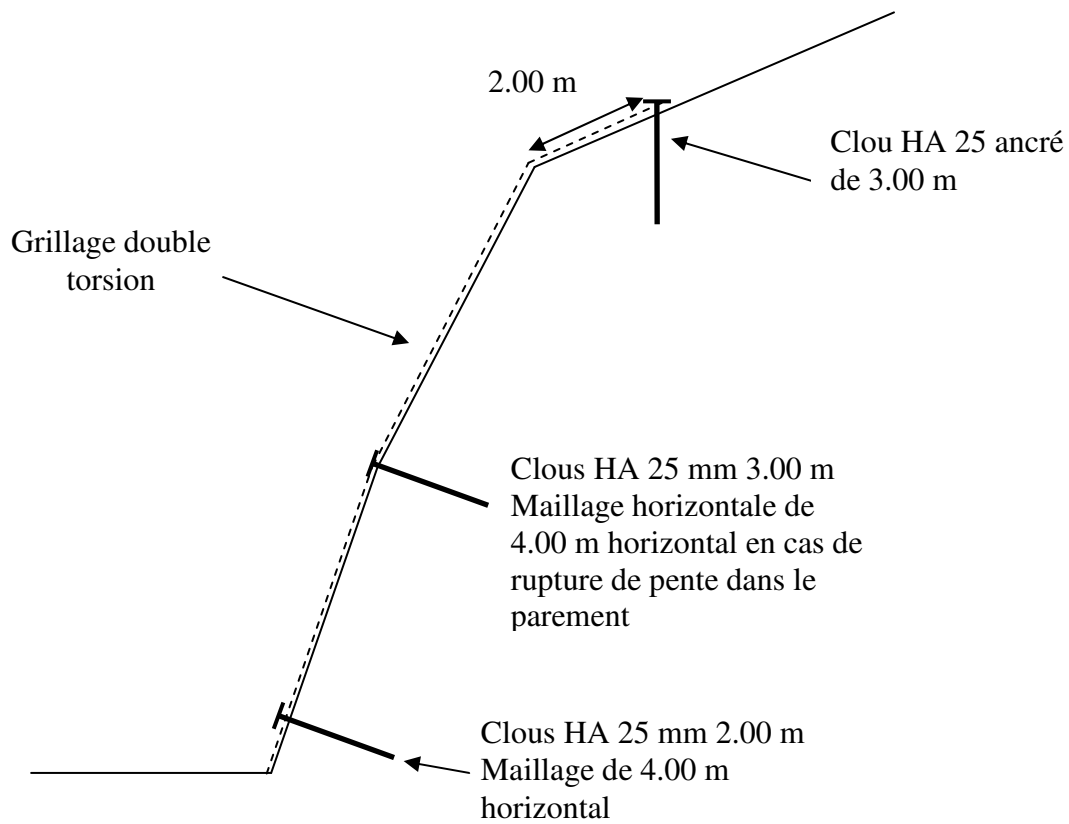
Aux endroits où le talus ne présente pas une pente uniforme sur l'ensemble du linéaire de son parement, il sera mis en œuvre des clous dans la pente pour tâcher de plaquer le grillage le contre le talus.

Ces clous seront composés de Gewis 25 mm ou d'armature HA 25 mm d'une longueur de 3.00 m ancrés et scellés dans des forages de 51 à 64 mm de diamètre. Ces clous seront espacés horizontalement tous les 4.00 m et inclinés de 15° / horizontale. A ces endroits, les pans de grillage seront plaqués au talus au moyen d'un câble acier galvanisé de 8 mm de diamètre.

En cas de désordre de type détachement de blocs ou de dalles rocheuses, les câbles seront détendus en tête de talus afin que ces éléments puissent glisser au contact du talus jusqu'au pied du parement où ils pourront être purgés.

La base du grillage en pied de talus devra être lestée à partir d'un câble en acier galvanisé de 12 mm de diamètre afin que les blocs soient retenus partiellement derrière le grillage et il sera réalisé des ancrages en Gewis 25 mm ou HA 25 mm d'une longueur de 2 m minimum forés et scellés dans des forages de 64 mm de diamètre. L'espacement horizontale entre clous sera de 4.00 m et leur inclinaison vis-à-vis de l'horizontale sera de l'ordre de 15°.



**SCHEMA DE PRINCIPE DU SYSTEME DE CONFORTEMENT :**

## **IX.4 – Recommandations de mise en œuvre**

Pour l'exécution du système de confortement de type grillage double torsion, il conviendra de suivre les recommandations d'exécution suivantes :

- Débroussaillage de la tête de talus sur une largeur de 2.50 m.
- Purge des matériaux instables en tête de talus et dans le parement après mise en œuvre d'une signalisation ou purge des matériaux après la mise en œuvre du grillage.
- Purge des matériaux accumulés en pied de talus,
- Exécution de clous HA 25 mm ou Gewis (nuance FE 500) à 2.00 m de la crête de talus. Les clous seront réalisés verticalement sur une profondeur de 3.00 m selon un diamètre de 64 mm. Les clous seront scellés au coulis de ciment (rapport C/E compris entre 1.7 et 2.4) à l'aide d'une canule d'injection ou gravitairement.
- Déroulage dans le talus de déblai d'un grillage double torsion à maille hexagonale (60 mm x 80 mm) soigneusement ligaturé (fil de 2.7 mm) et liaisonné en tête aux clous verticaux avec un câble de 12 mm en acier galvanisé.
- Pose par soudure ou boulonnage de platines en acier en tête des clous de tête de section 0.20 m x 0.20 m x 20 mm d'épaisseur.
- Exécution de clous HA 25 mm ou Gewis d'une longueur de 3.00 m dans le parement du talus en cas de rupture de pente. Espacement des clous tous les 3.50 m horizontalement et inclinaison de 15° / horizontale.
- Exécution de clous HA 25 mm ou Gewis de 2.00 m de profondeur en pied de talus et liaisonnement avec le grillage au moyen d'un câble de 12 mm en acier galvanisé. Espacement des clous de 3.50 m et inclinaison de 15° / horizontale.
- Liaisonnement des clous dans le parement ainsi qu'en pied de talus au moyen de plaques d'ancrages à griffe afin de permettre de réaliser les purges nécessaires après la chute de blocs et dalles ou le glissement de matériaux.

Le ciment constituant le coulis devra être conforme à la norme NF EN 197-1 et sera de type CEM II 42.5. Le coulis devra présenter un rapport C/E > 2 et une résistance en compression de 25 MPa à 28 jours.

Des essais de résistance à la flexion et de compression devront être réalisés sur le coulis de ciment conformément à la norme NF EN 196-1.

Remarque importante :

Compte tenu du caractère érosif de la roche composant les talus et du système de confortement passif retenu, il conviendra de réaliser un entretien régulier des talus consistant à purger les matériaux emprisonnés derrière le grillage afin d'éviter la ruine du grillage par poinçonnement.

De plus, il est fortement conseillé de réaliser des fossés mécaniques en tête de talus afin de renvoyer les eaux de ruissellement s'écoulant sur les bassins versant amont vers des exutoires adaptés. Ces travaux permettront de réduire la dégradation des talus par le lessivage des fines ou des joints présents entre dalles et bancs rocheux et donc de réduire le développement de désordres de type chutes de blocs ou effondrement de dalles rocheuses.

## **IX.5 – Plans de confortement**

Les plans de confortement de l'ensemble du talus est joint en complément de ce présent dossier.



#### 4.2.4 - Tableaux synthétiques

**Tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique**

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet	avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié



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

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.



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

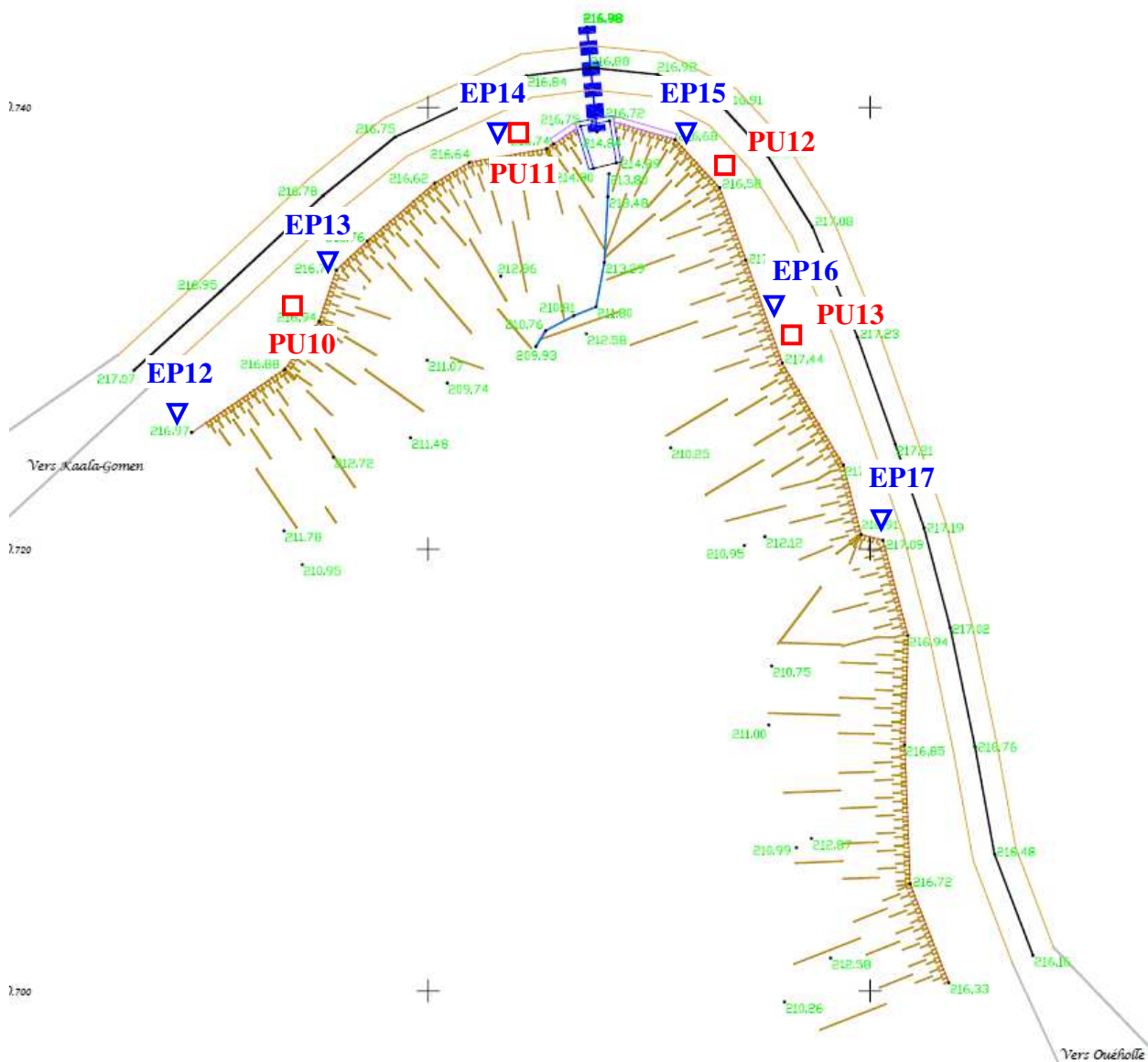
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre 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).

## Annexe 01 – PLAN DE SITUATION

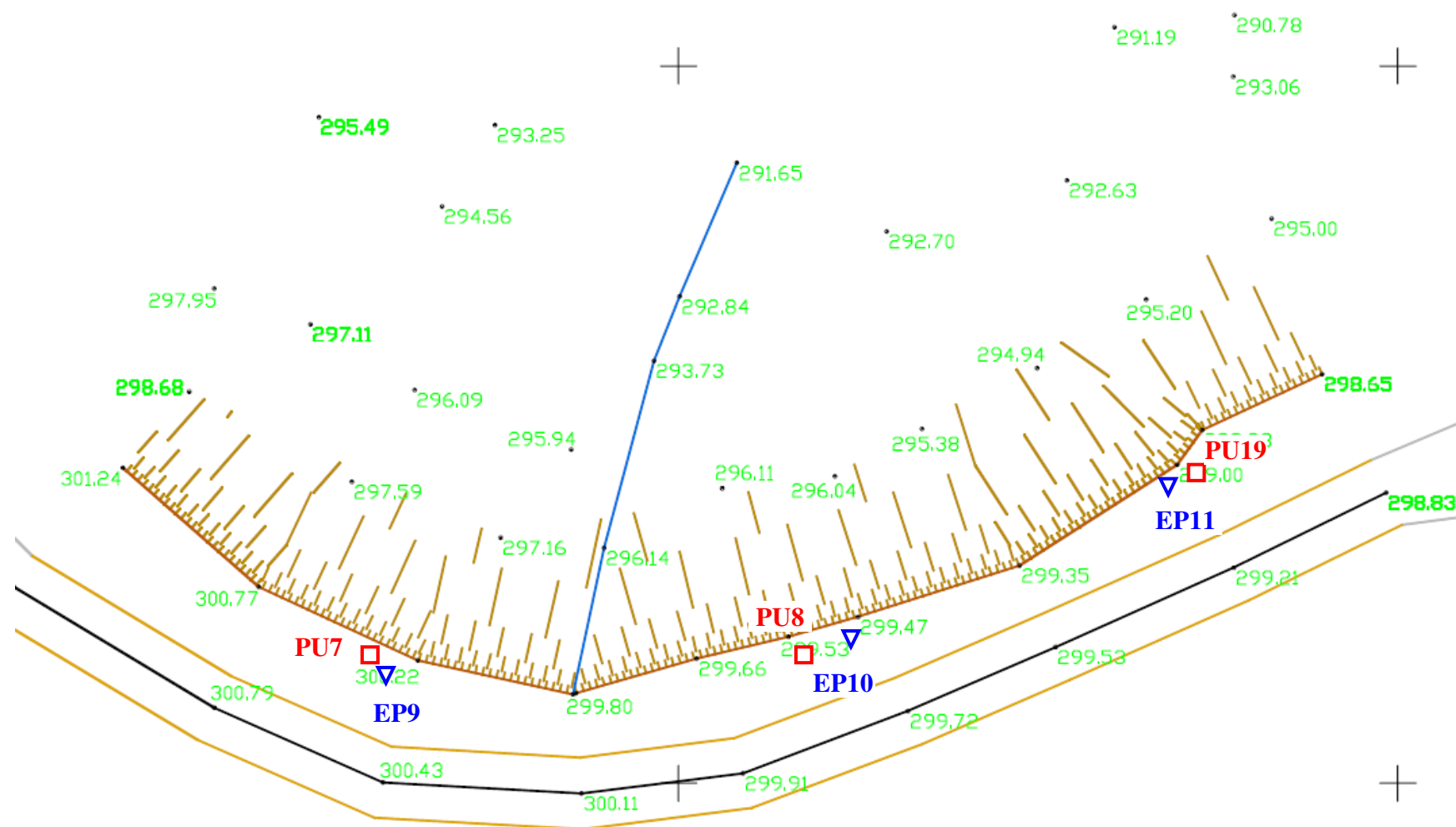




## Annexe 02A – PLAN D'IMPLANTATION DES ESSAIS DU SITE N°01

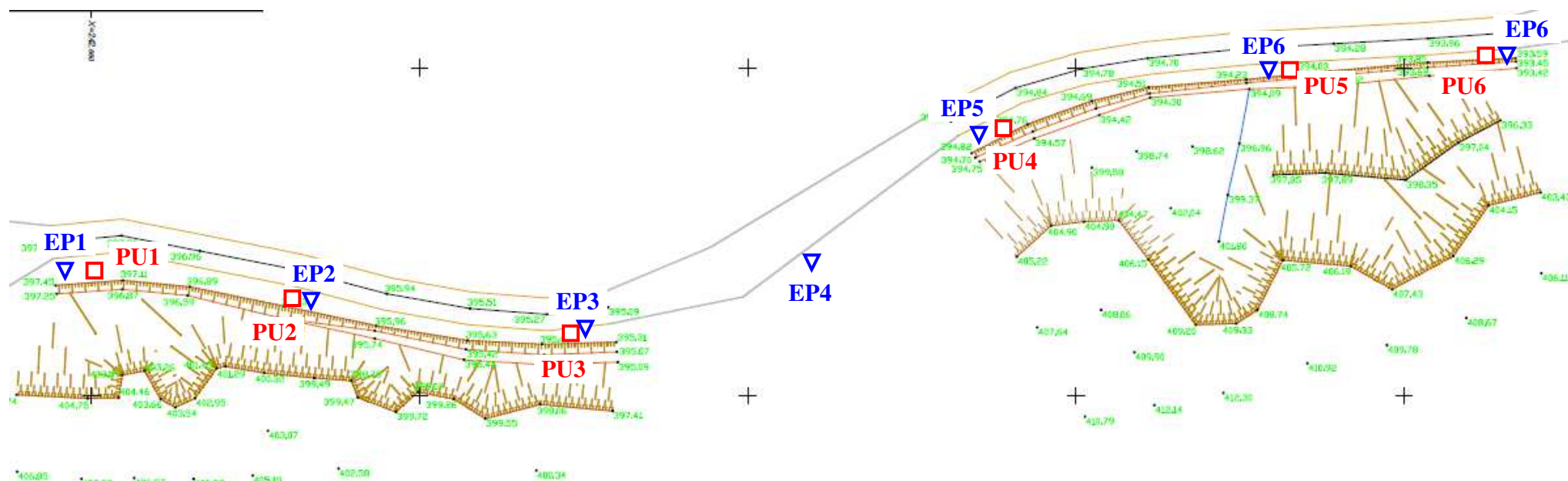


## Annexe 02B – PLAN D'IMPLANTATION DES ESSAIS DU SITE N°02





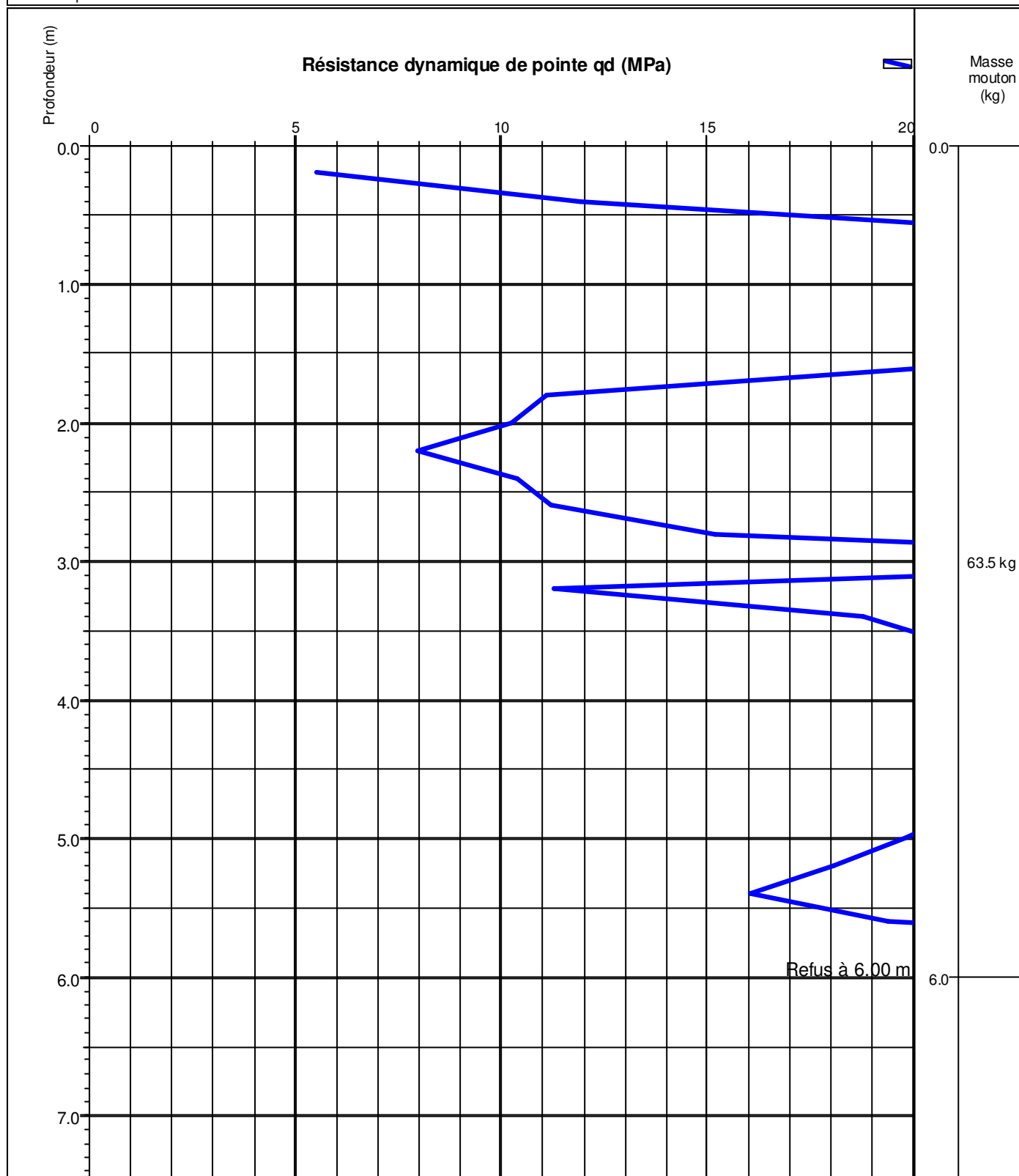
## Annexe 02C – PLAN D'IMPLANTATION DES ESSAIS DES SITES N°03 ET 04



**Annexe 03**

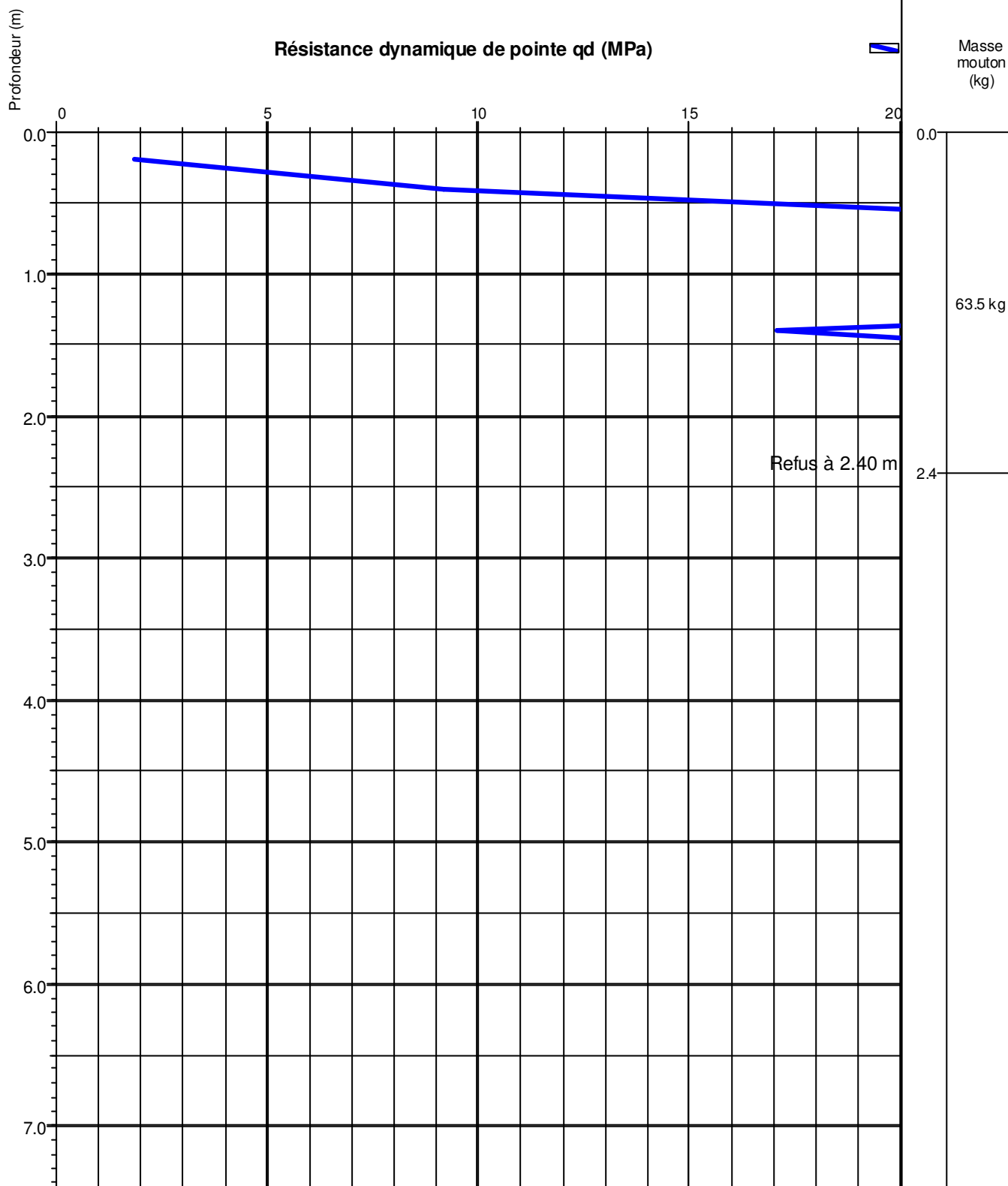
**RÉSULTATS DES ESSAIS PÉNÉTROMÉTRIQUES**





**Caractéristiques du pénétromètre dynamique**

Aire de la section droite de la pointe	0,002 m <sup>2</sup>	Masse d'une tige	6 kg
Hauteur de chute du mouton	0,75 m	Masse de la pointe	0,63 kg
Masse enclume	10,7 kg	Remarque	Longueur d'une tige : 1 m

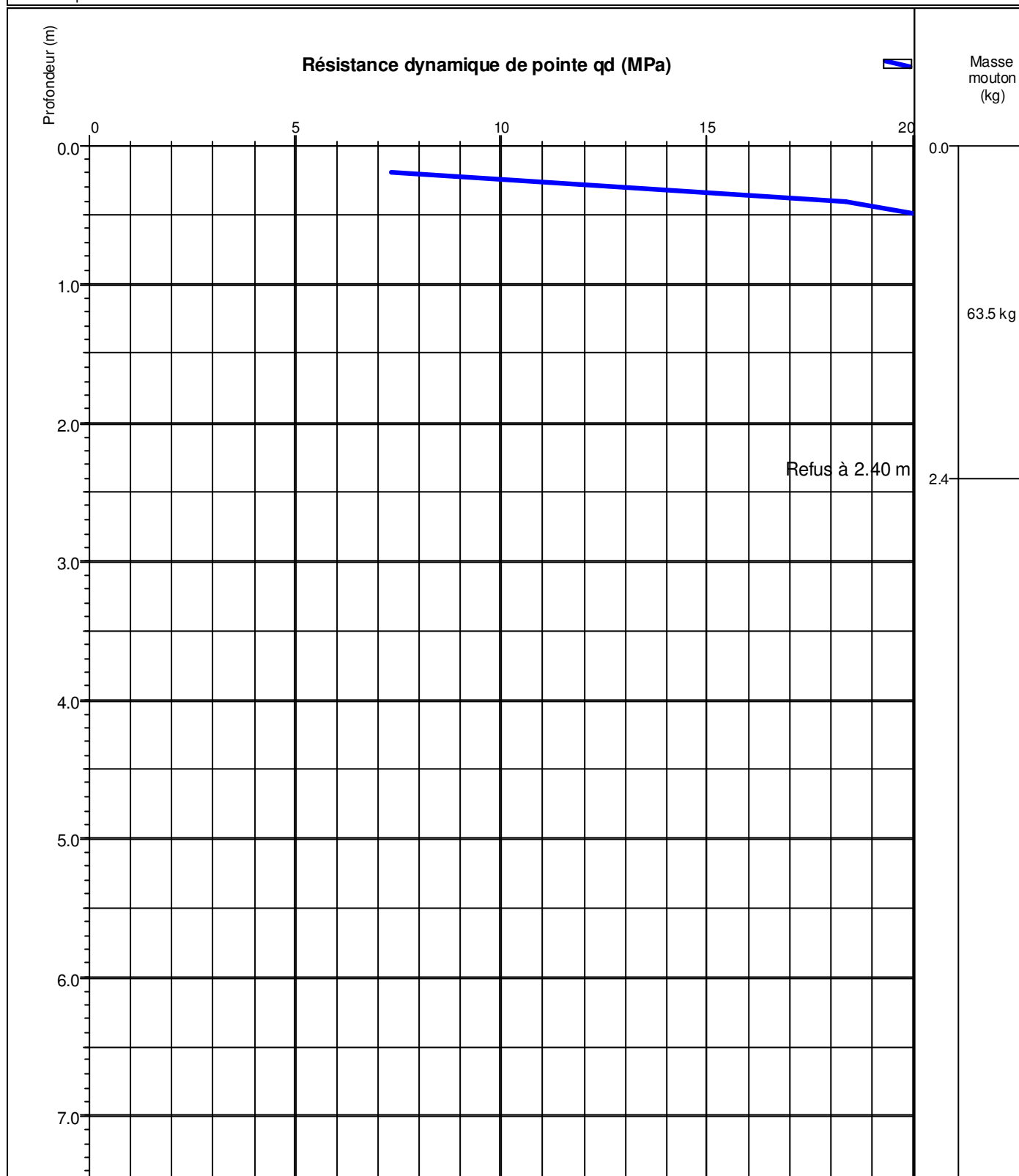


**Caractéristiques du pénétromètre dynamique**

Aire de la section droite de la pointe	0,002 m <sup>2</sup>	Masse d'une tige	6 kg
Hauteur de chute du mouton	0,75 m	Masse de la pointe	0,63 kg
Masse enclume	10,7 kg	Remarque	Longueur d'une tige : 1 m

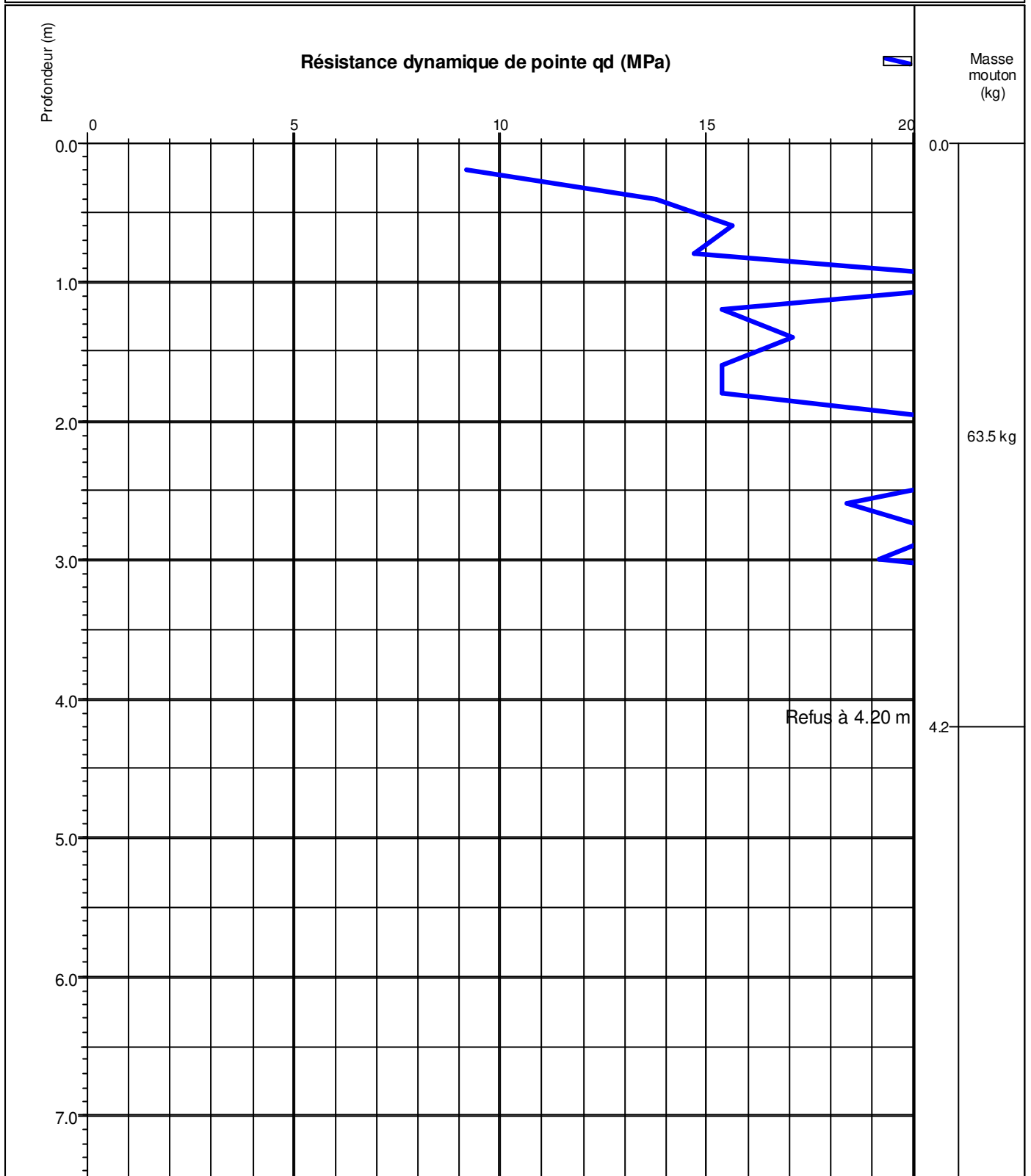


Remarque



**Caractéristiques du pénétromètre dynamique**

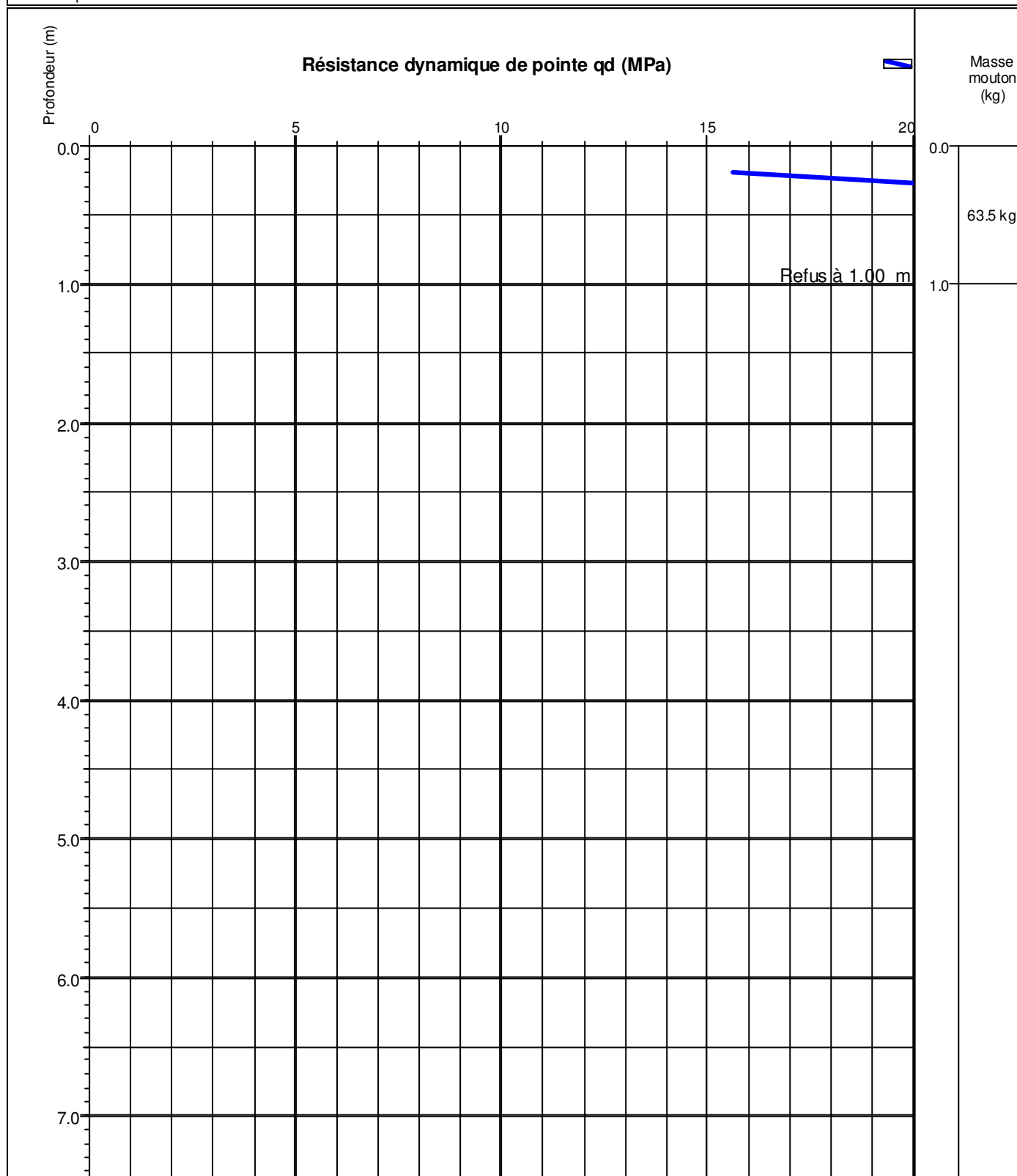
Aire de la section droite de la pointe	0,002 m <sup>2</sup>	Masse d'une tige	6 kg
Hauteur de chute du mouton	0,75 m	Masse de la pointe	0,63 kg
Masse enclume	10,7 kg	Remarque	Longueur d'une tige : 1 m



**Caractéristiques du pénétromètre dynamique**

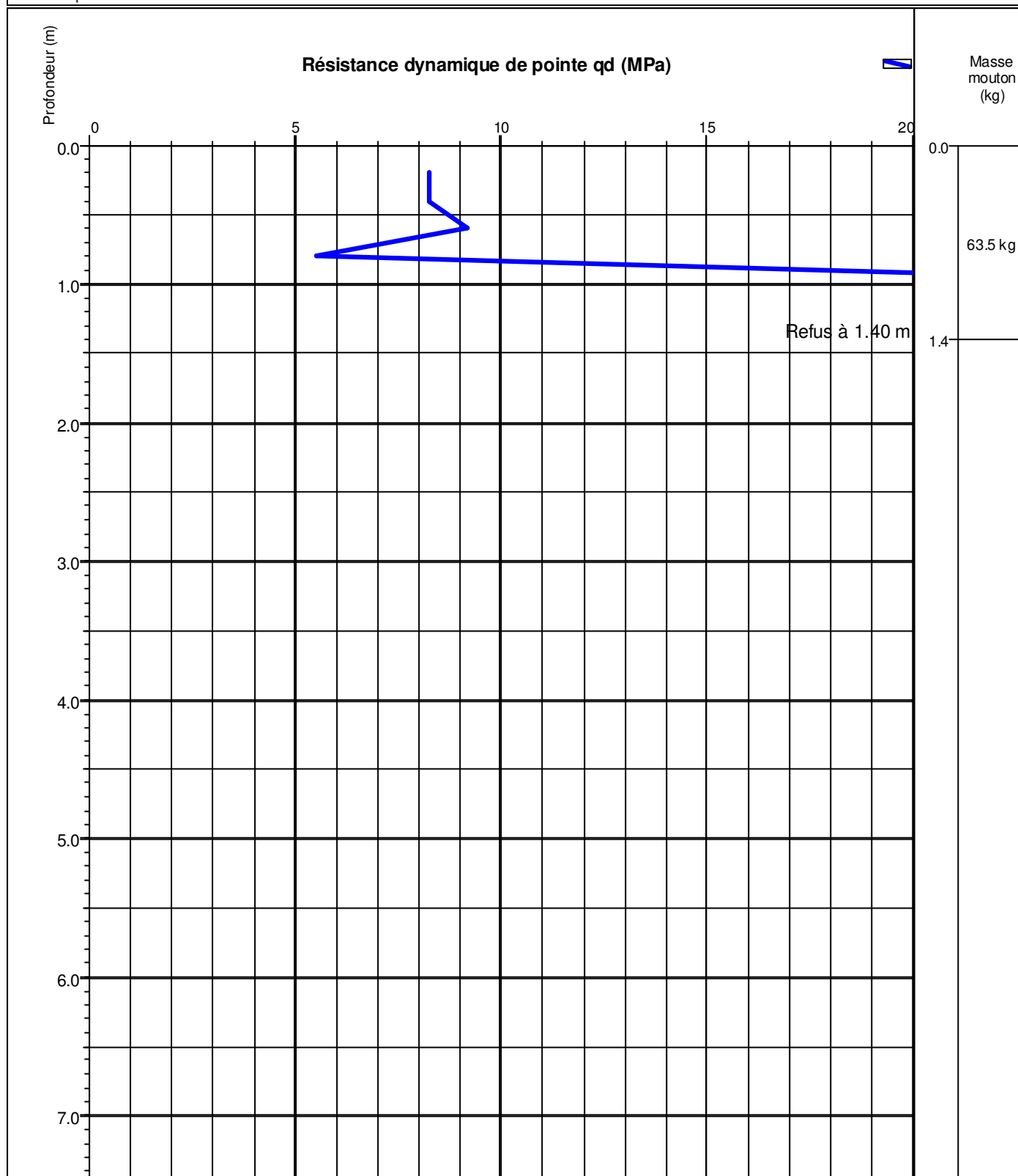
Aire de la section droite de la pointe	0,002 m <sup>2</sup>	Masse d'une tige	6 kg
Hauteur de chute du mouton	0,75 m	Masse de la pointe	0,63 kg
Masse enclume	10,7 kg	Remarque	Longueur d'une tige : 1 m





**Caractéristiques du pénétromètre dynamique**

Aire de la section droite de la pointe	0,002 m <sup>2</sup>	Masse d'une tige	6 kg
Hauteur de chute du mouton	0,75 m	Masse de la pointe	0,63 kg
Masse enclume	10,7 kg	Remarque	Longueur d'une tige : 1 m

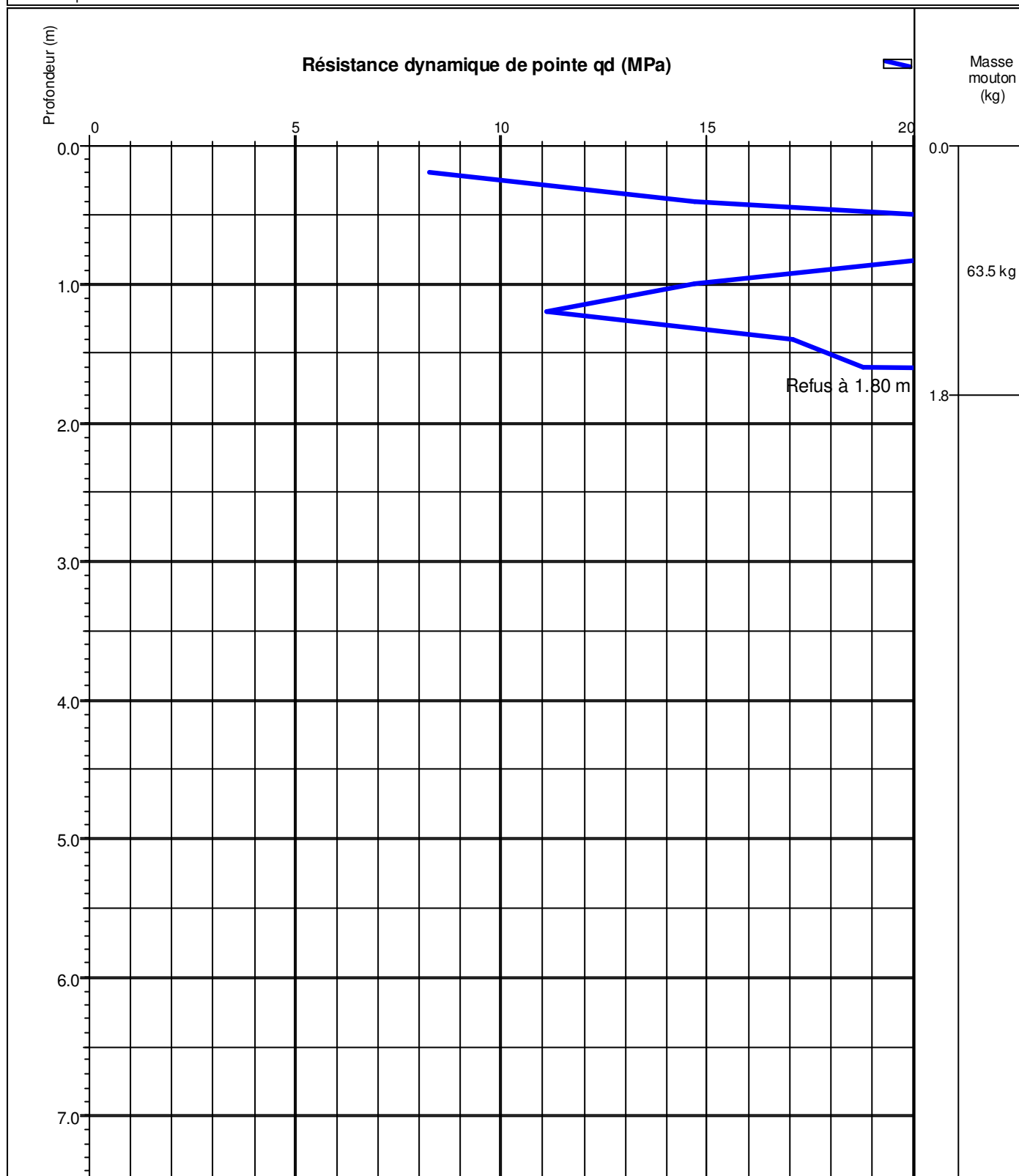


**Caractéristiques du pénétromètre dynamique**

Aire de la section droite de la pointe	0,002 m <sup>2</sup>	Masse d'une tige	6 kg
Hauteur de chute du mouton	0,75 m	Masse de la pointe	0,63 kg
Masse enclume	10,7 kg	Remarque	Longueur d'une tige : 1 m



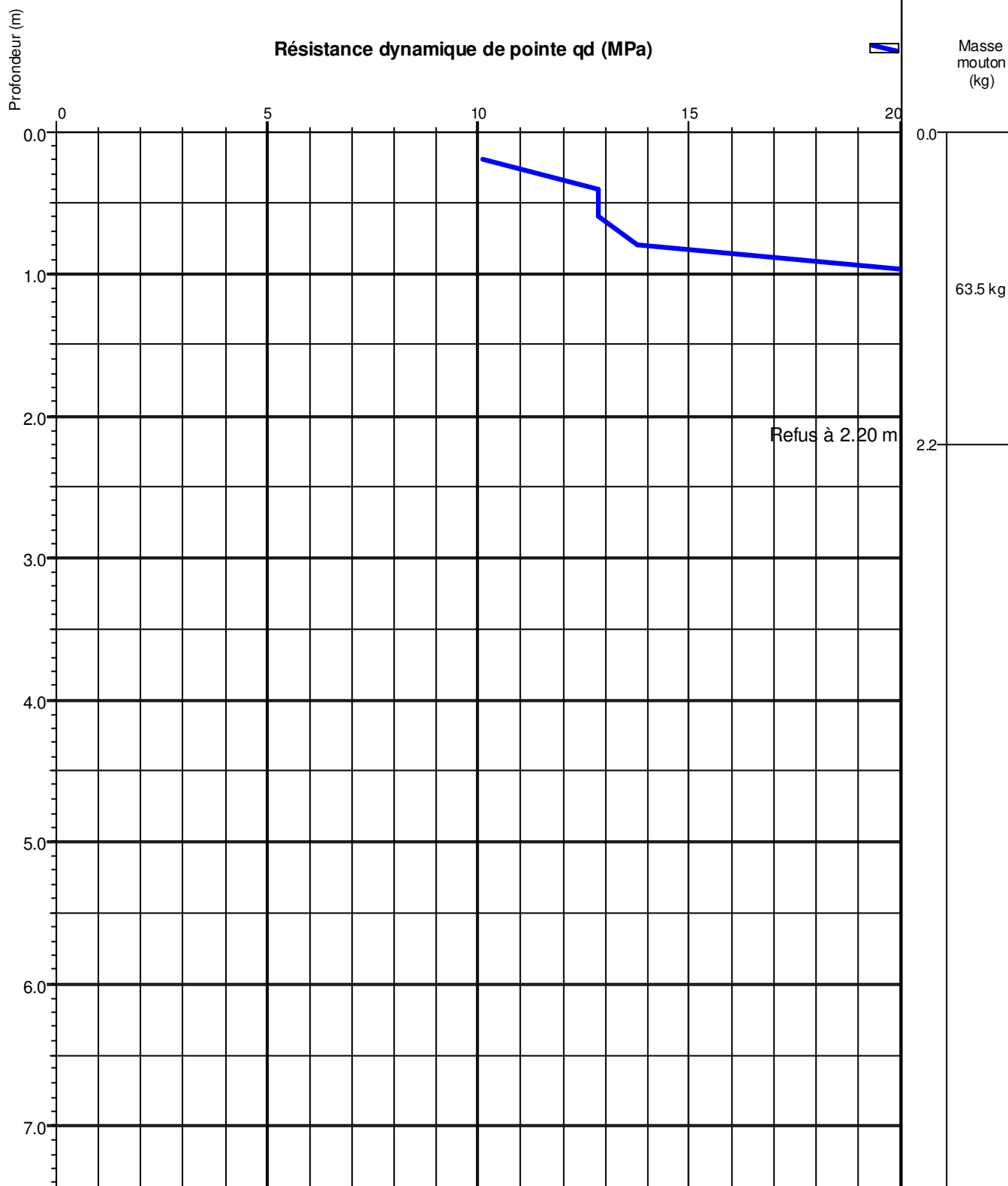
Remarque



**Caractéristiques du pénétromètre dynamique**

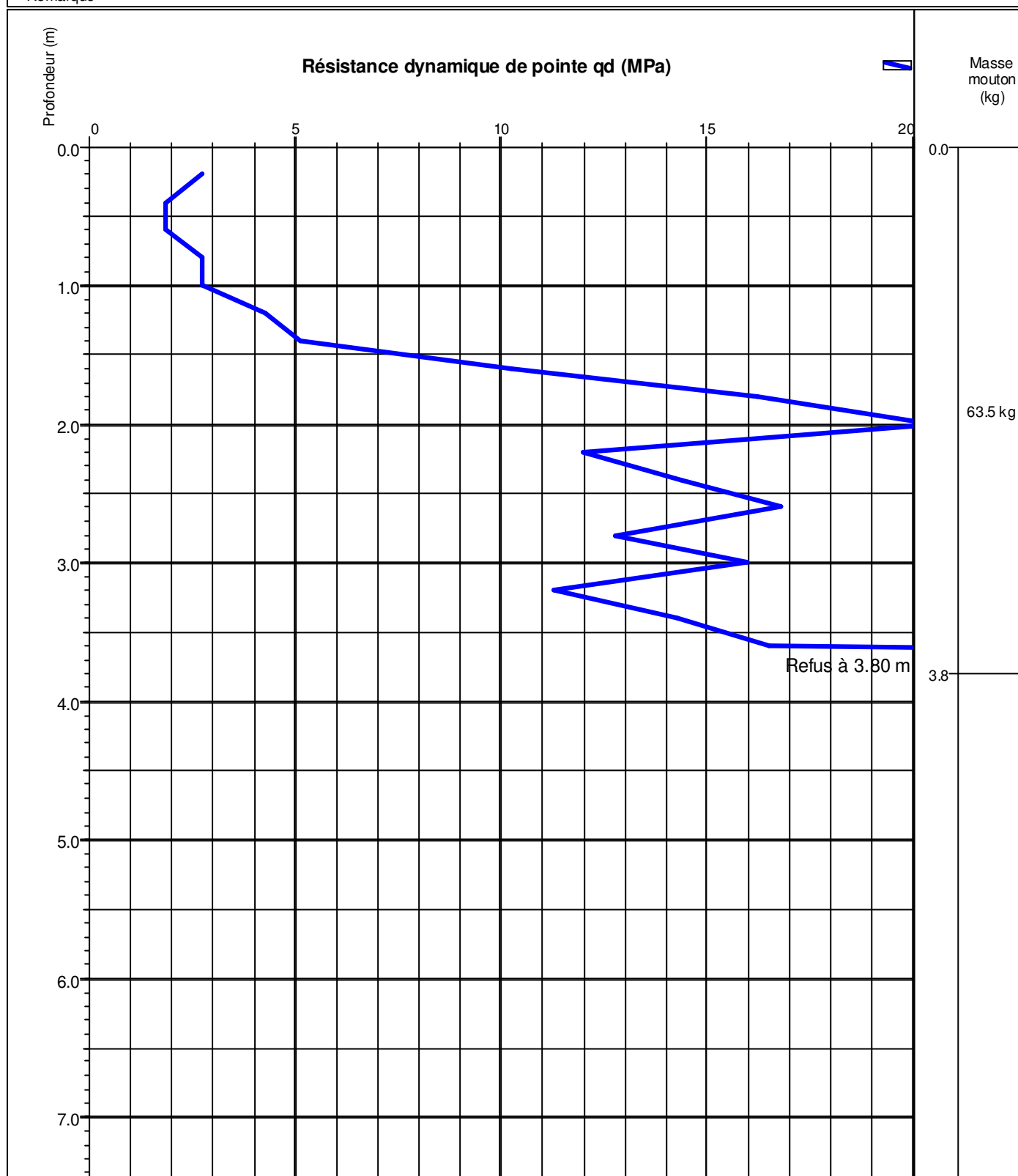
Aire de la section droite de la pointe	0,002 m <sup>2</sup>	Masse d'une tige	6 kg
Hauteur de chute du mouton	0,75 m	Masse de la pointe	0,63 kg
Masse enclume	10,7 kg	Remarque	Longueur d'une tige : 1 m

Remarque



**Caractéristiques du pénétromètre dynamique**

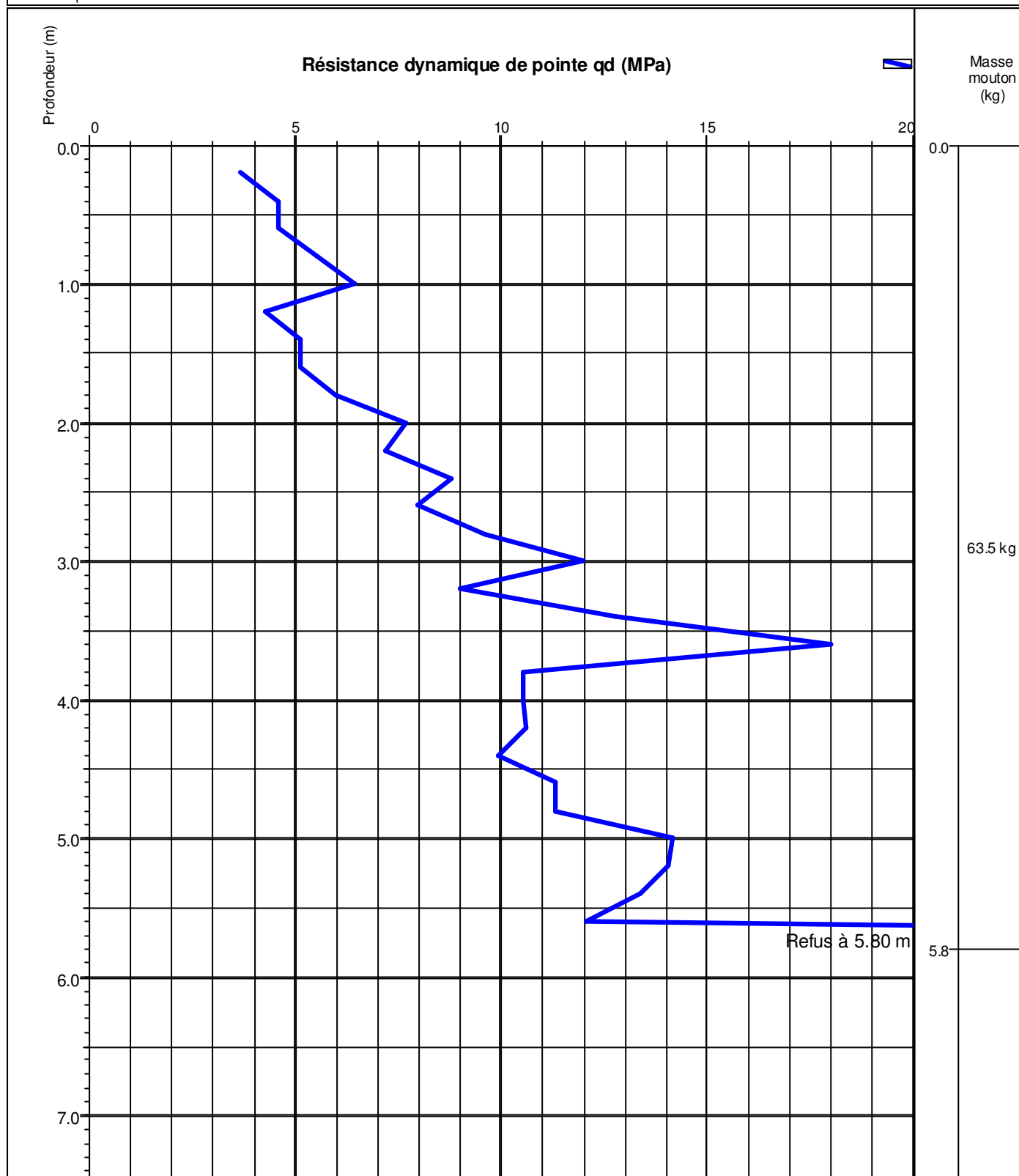
Aire de la section droite de la pointe	0,002 m <sup>2</sup>	Masse d'une tige	6 kg
Hauteur de chute du mouton	0,75 m	Masse de la pointe	0,63 kg
Masse enclume	10,7 kg	Remarque	Longueur d'une tige : 1 m



**Caractéristiques du pénétromètre dynamique**

Aire de la section droite de la pointe	0,002 m <sup>2</sup>	Masse d'une tige	6 kg
Hauteur de chute du mouton	0,75 m	Masse de la pointe	0,63 kg
Masse enclume	10,7 kg	Remarque	Longueur d'une tige : 1 m

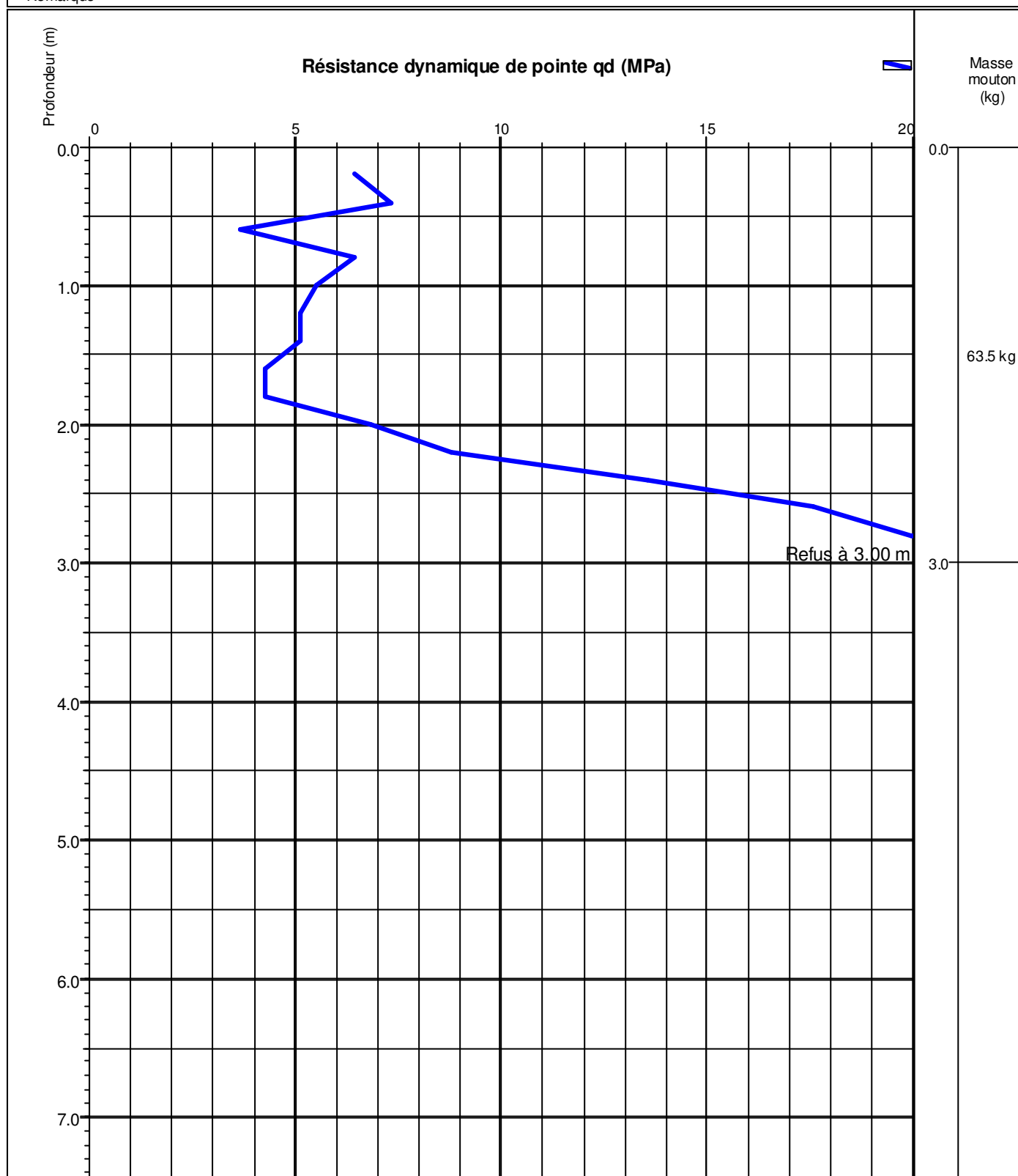




**Caractéristiques du pénétromètre dynamique**

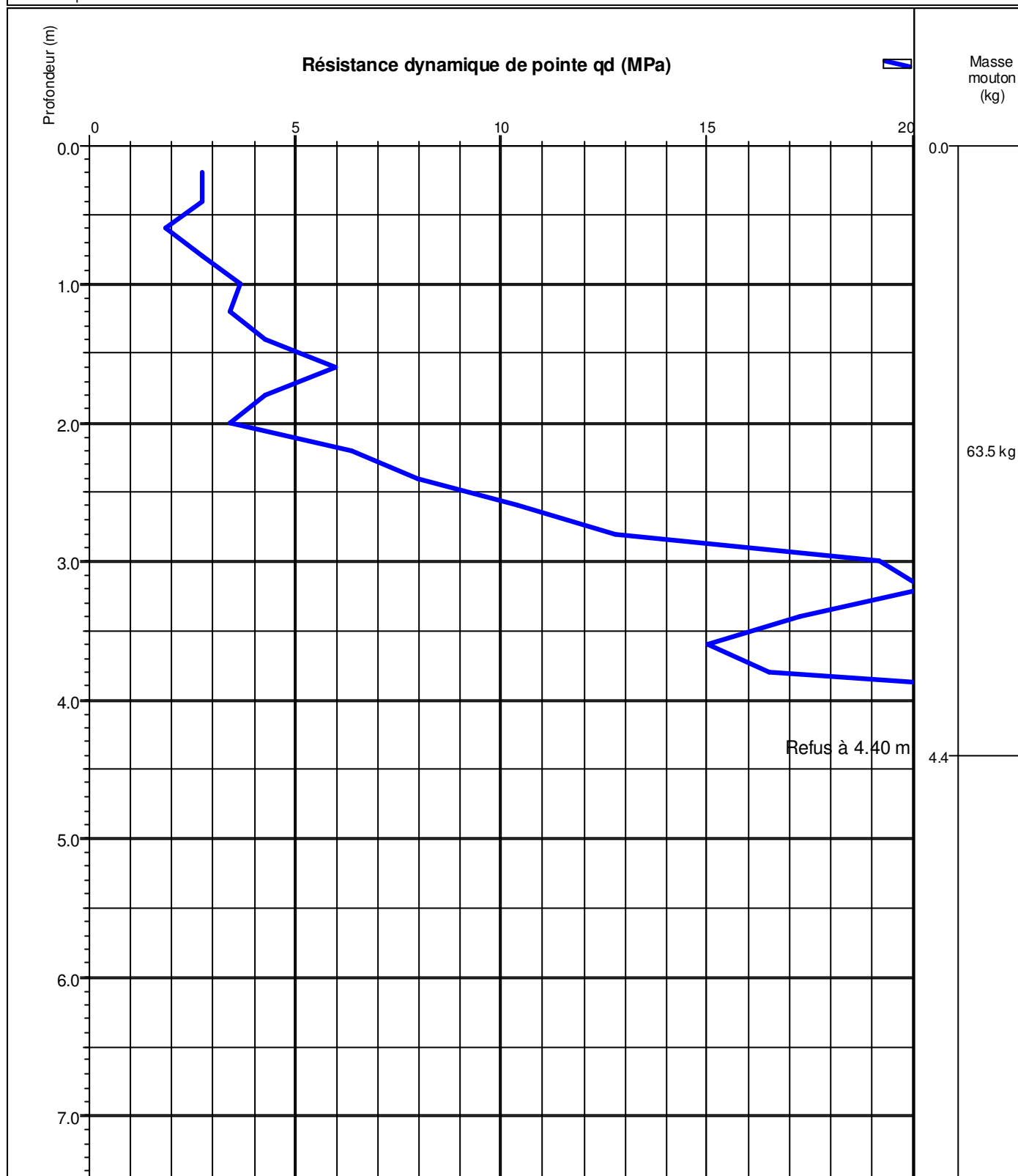
Aire de la section droite de la pointe	0,002 m <sup>2</sup>	Masse d'une tige	6 kg
Hauteur de chute du mouton	0,75 m	Masse de la pointe	0,63 kg
Masse enclume	10,7 kg	Remarque	Longueur d'une tige : 1 m

Remarque



**Caractéristiques du pénétromètre dynamique**

Aire de la section droite de la pointe	0,002 m <sup>2</sup>	Masse d'une tige	6 kg
Hauteur de chute du mouton	0,75 m	Masse de la pointe	0,63 kg
Masse enclume	10,7 kg	Remarque	Longueur d'une tige : 1 m

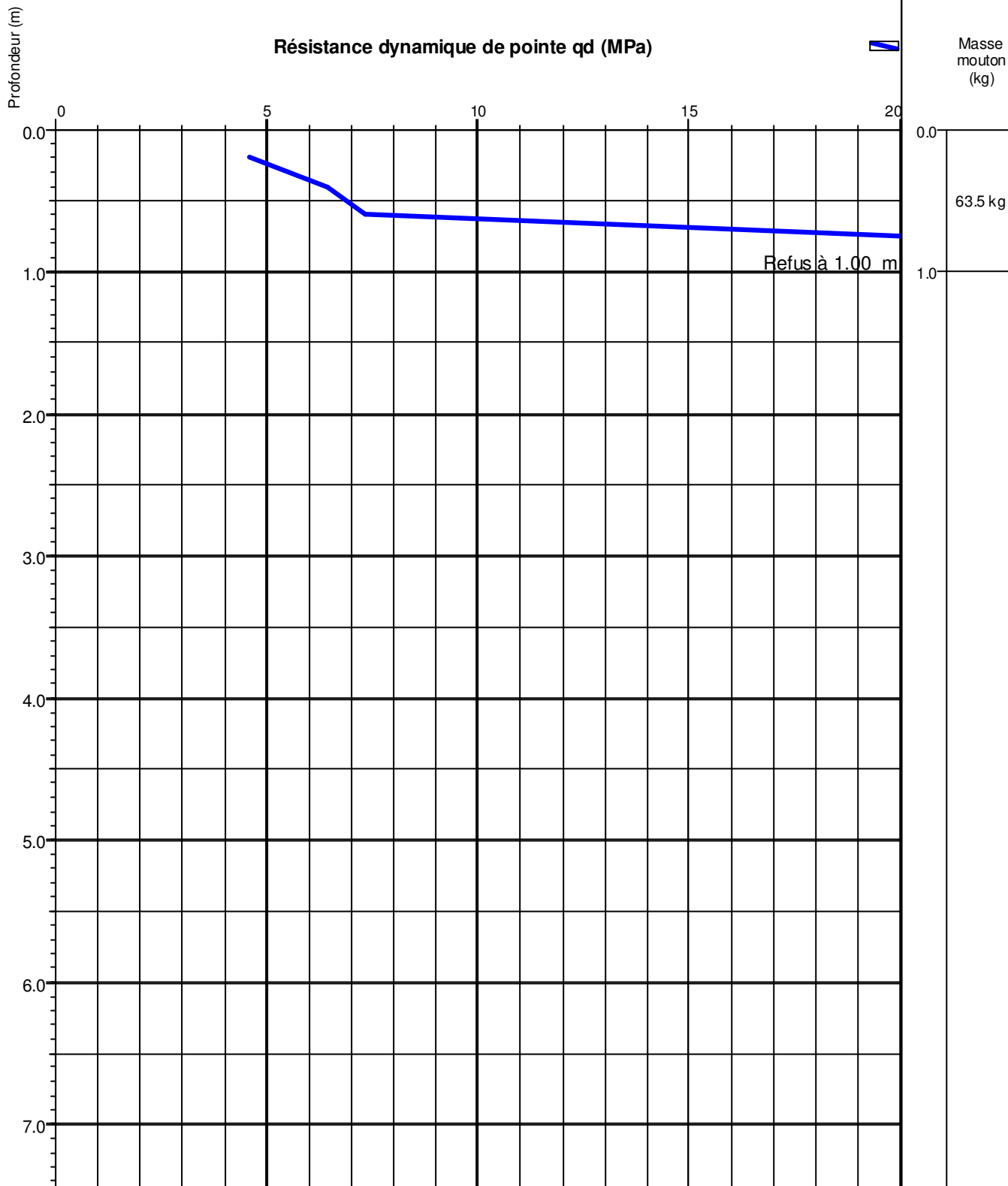


**Caractéristiques du pénétromètre dynamique**

Aire de la section droite de la pointe	0,002 m <sup>2</sup>	Masse d'une tige	6 kg
Hauteur de chute du mouton	0,75 m	Masse de la pointe	0,63 kg
Masse enclume	10,7 kg	Remarque	Longueur d'une tige : 1 m

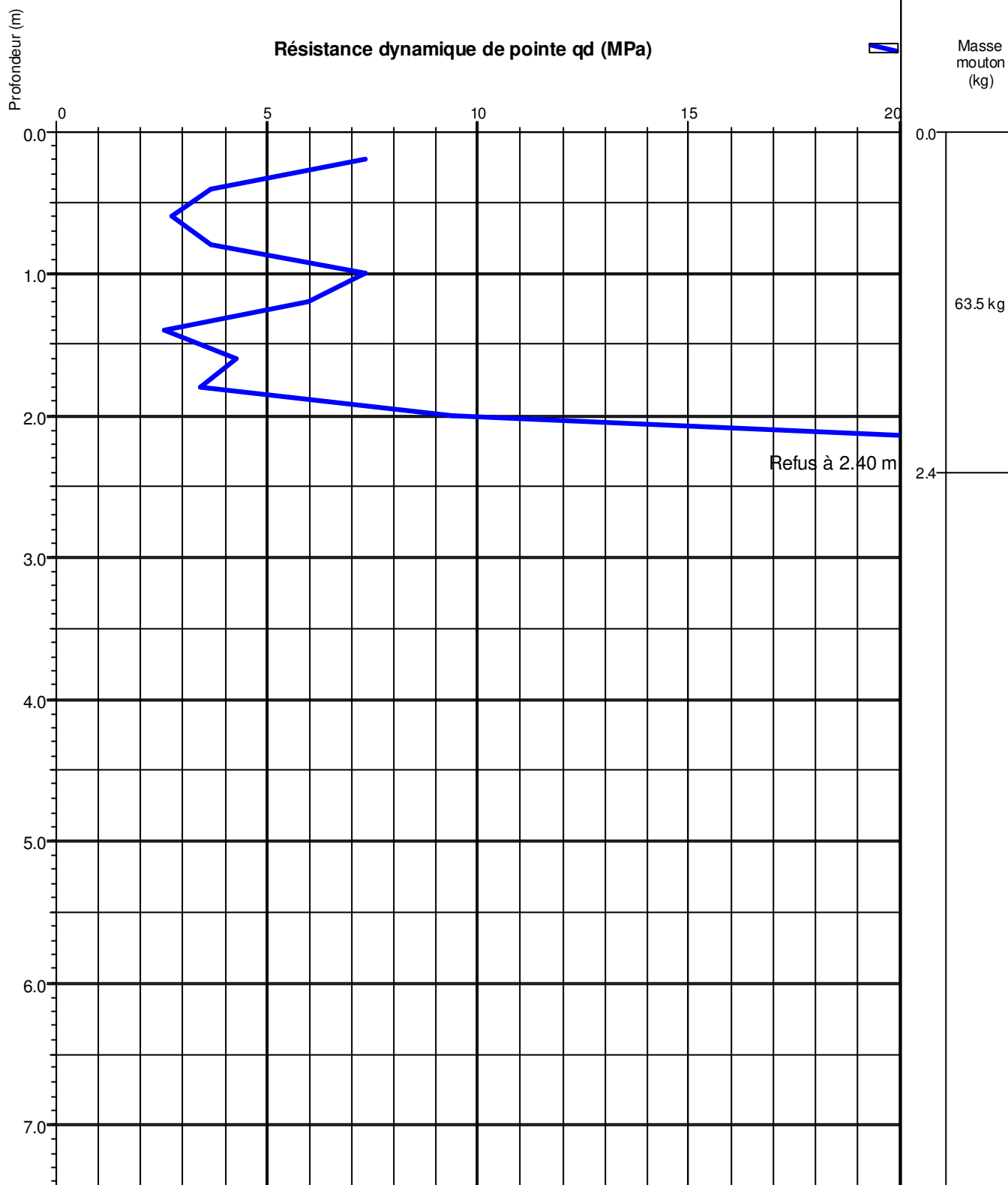


Remarque



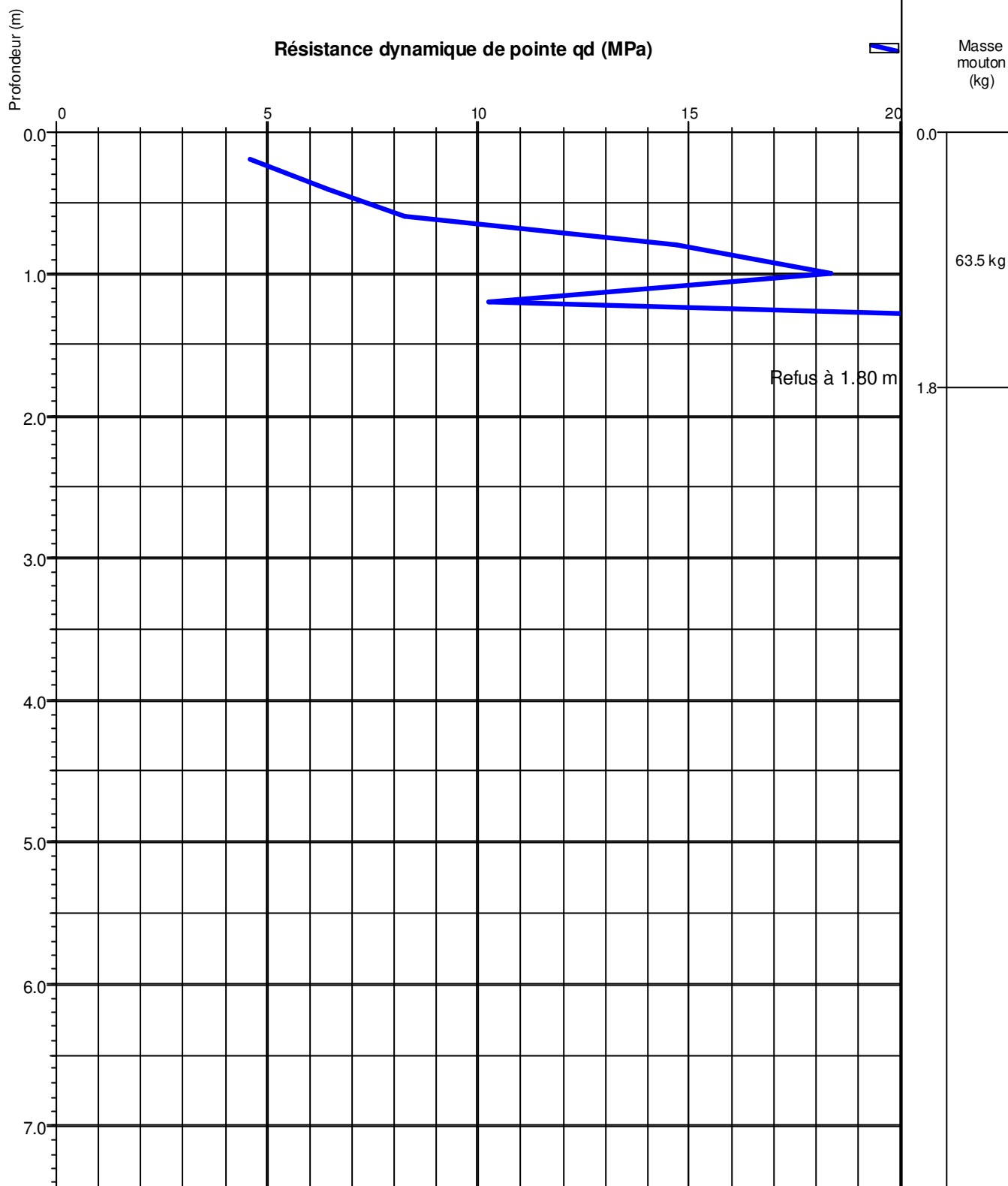
**Caractéristiques du pénétromètre dynamique**

Aire de la section droite de la pointe	0,002 m <sup>2</sup>	Masse d'une tige	6 kg
Hauteur de chute du mouton	0,75 m	Masse de la pointe	0,63 kg
Masse enclume	10,7 kg	Remarque	Longueur d'une tige : 1 m



**Caractéristiques du pénétromètre dynamique**

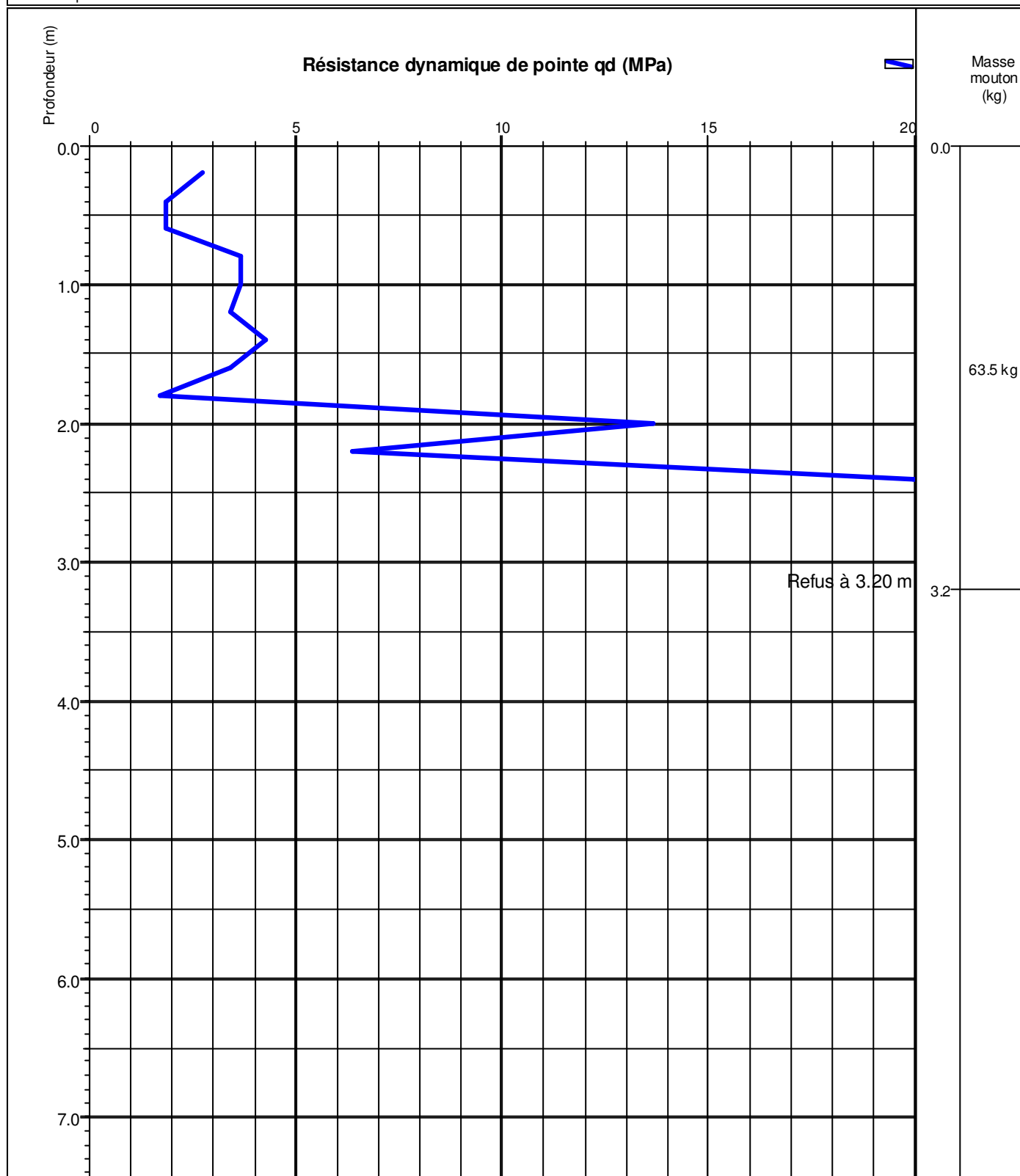
Aire de la section droite de la pointe	0,002 m <sup>2</sup>	Masse d'une tige	6 kg
Hauteur de chute du mouton	0,75 m	Masse de la pointe	0,63 kg
Masse enclume	10,7 kg	Remarque	Longueur d'une tige : 1 m



**Caractéristiques du pénétromètre dynamique**

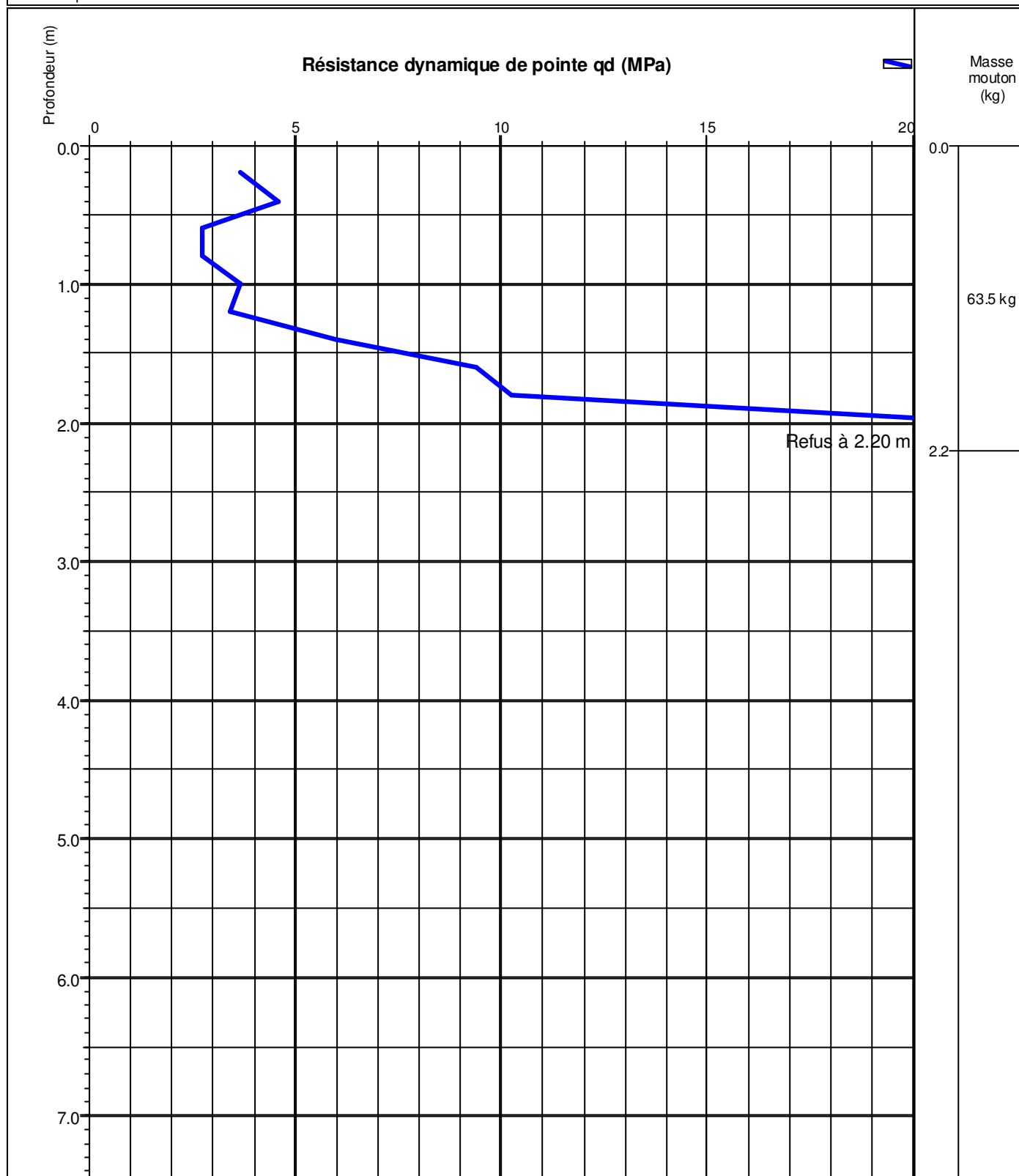
Aire de la section droite de la pointe	0,002 m <sup>2</sup>	Masse d'une tige	6 kg
Hauteur de chute du mouton	0,75 m	Masse de la pointe	0,63 kg
Masse enclume	10,7 kg	Remarque	Longueur d'une tige : 1 m





**Caractéristiques du pénétromètre dynamique**

Aire de la section droite de la pointe	0,002 m <sup>2</sup>	Masse d'une tige	6 kg
Hauteur de chute du mouton	0,75 m	Masse de la pointe	0,63 kg
Masse enclume	10,7 kg	Remarque	Longueur d'une tige : 1 m



**Caractéristiques du pénétromètre dynamique**

Aire de la section droite de la pointe	0,002 m <sup>2</sup>	Masse d'une tige	6 kg
Hauteur de chute du mouton	0,75 m	Masse de la pointe	0,63 kg
Masse enclume	10,7 kg	Remarque	Longueur d'une tige : 1 m

**Annexe 04**

**COUPES LITHOLOGIQUES DES Puits DE SONDAGES**





**Client : Province Nord s/c Sécal Nord**

**Etude : G063-17**

## Puits : PU1

Type : **Puits de sondage**

**Z:**

**Date : 09/08/2017**

**X:**

**Début : 0,00 m**

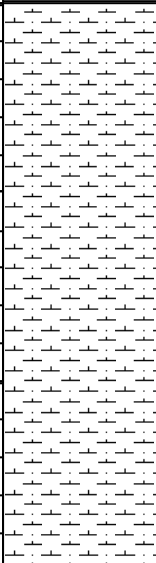
**Y:**

**Fin : 1,50 m**

*Remarque : Tracto-pelle*

Niveau d'eau:

**Echelle : 1 / 20**

Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	OBSERVATIONS
0.0	 <p>Roche altérée et fracturée beige / rose se débite en grave sableuse 0/100 mm</p>	<p>Refus du sondage à 1.50 m</p>
1.0		
2.0		
3.0		



**Client : Province Nord s/c Sécal Nord**

**Etude : G063-17**

*Remarque : Tracto-pelle*

Niveau d'eau:

## Puits : PU2

Type : **Puits de sondage**

**Z:**

Date : 09/08/2017

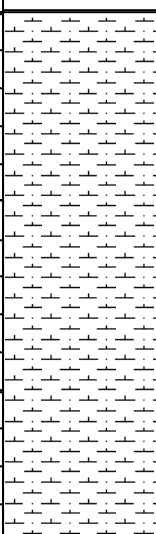
**X:**

**Début : 0,00 m**

**Y:**

**Fin : 1,40 m**

**Echelle : 1 / 20**

Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	OBSERVATIONS
0.0	 <p>Roche altérée et fracturée beige / rose se débite en grave sableuse 0/100 mm</p>	<p>Refus du sondage à 1.40 m</p>
1.0		
2.0		
3.0		



**Client : Province Nord s/c Sécal Nord**

**Etude : G063-17**

## Puits : PU3

Type : **Puits de sondage**

**Z:**

Date : 09/08/2017

**X:**

**Début : 0,00 m**

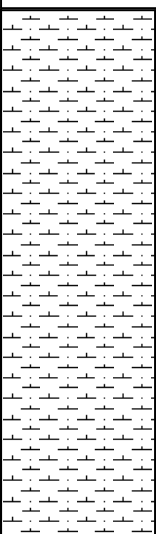
**Y:**

**Fin : 1,40 m**

*Remarque : Tracto-pelle*

Niveau d'eau:

**Echelle : 1 / 20**

Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	OBSERVATIONS
0.0	 <p>Roche altérée et fracturée beige / rose se débite en grave sableuse 0/100 mm</p>	<p>Refus du sondage à 1.40 m</p>
1.0		
2.0		
3.0		



## Puits : PU4

Client : **Province Nord s/c Sécal Nord**

Type : **Puits de sondage**

Etude : **G063-17**

Z:

Date : 09/08/2017

X:

Début : 0,00 m

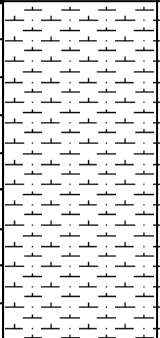
Y:

Fin : 0,90 m

Remarque : Tracto-pelle

Niveau d'eau:

Echelle : 1 / 20

Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE		OBSERVATIONS
0.0		<p>Roche altérée et fracturée beige / rose se débite en grave sableuse 0/100 mm</p>	<p>Refus du sondage à 0.90 m</p>
1.0			
2.0			
3.0			



**Client : Province Nord s/c Sécal Nord**

**Etude : G063-17**

## Puits : PU5

Type : **Puits de sondage**

**Z:**

Date : 09/08/2017

**X:**

**Début : 0,00 m**

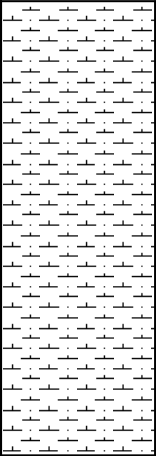
**Y:**

**Fin : 1,20 m**

*Remarque : Tracto-pelle*

Niveau d'eau:

**Echelle : 1 / 20**

Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	OBSERVATIONS
0.0	 <p>Roche altérée et fracturée beige / rose se débite en grave sableuse 0/100 mm</p>	
1.0		Refus du sondage à 1.20 m
2.0		
3.0		

## Puits : PU6

**Client : Province Nord s/c Sécal Nord**

Type : Puits de sondage

**Etude : G063-17**

**Z:**

**Date : 09/08/2017**

**X:**

**Début : 0,00 m**

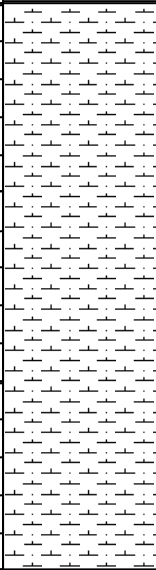
**Y:**

**Fin : 1,50 m**

Remarque : Tracto-pelle

Niveau d'eau:

**Echelle : 1 / 20**

Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	OBSERVATIONS
0.0	 <p>Roche altérée et fracturée beige / rose se débite en grave sableuse 0/100 mm</p>	<p>Refus du sondage à 1.50 m</p>
1.0		
2.0		
3.0		



## Puits : PU7

Client : **Province Nord s/c Sécal Nord**

Type : **Puits de sondage**

Etude : **G063-17**

Z:

Date : 09/08/2017

X:

Début : 0,00 m

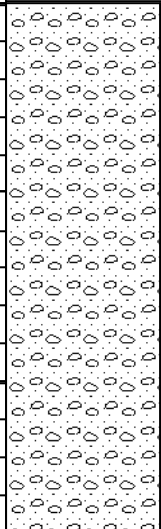
Y:

Fin : 1,50 m

Remarque : Tracto-pelle

Niveau d'eau:

Echelle : 1 / 20

Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE		OBSERVATIONS
0.0		Remblai gravelo-sablo-argileux beige / marron 0/50 mm	Refus du sondage à 1.50 m
1.0		Roche altérée et fracturée beige / marron	
2.0			
3.0			

## Puits : PU8

Client : **Province Nord s/c Sécal Nord**

Type : **Puits de sondage**

Etude : **G063-17**

Z:

Date : 09/08/2017

X:

Début : 0,00 m

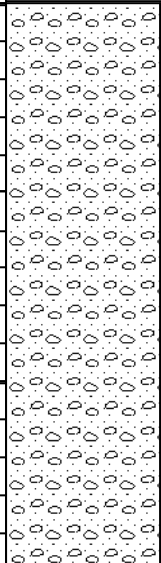
Y:

Fin : 1,50 m

Remarque : Tracto-pelle

Niveau d'eau:

Echelle : 1 / 20

Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE		OBSERVATIONS
0.0		Remblai gravelo-sablo-argileux beige / marron 0/50 mm	Refus du sondage à 1.50 m sur blocs
1.0			
2.0			
3.0			

## Puits : PU9

Client : **Province Nord s/c Sécal Nord**

Type : **Puits de sondage**

Etude : **G063-17**

Z:

Date : 09/08/2017

X:

Début : 0,00 m


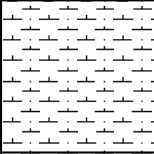
Y:

Fin : 2,20 m

Remarque : Tracto-pelle

Niveau d'eau:

Echelle : 1 / 20

Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	OBSERVATIONS
0.0 0.5 1.0	 Remblai gravelo-sablo-argileux beige / marron 0/50 mm	
2.0	 Roche altérée et fracturée beige / marron	
3.0		Refus du sondage à 2.20 m



## Puits : PU10

Client : **Province Nord s/c Sécal Nord**

Type : **Puits de sondage**

Etude : **G063-17**

Z:

Date : 09/08/2017

X:

Début : 0,00 m

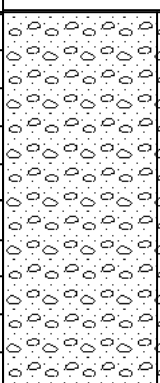
Y:

Fin : 1,00 m

Remarque : Tracto-pelle

Niveau d'eau:

Echelle : 1 / 20

Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE		OBSERVATIONS
0.0		Remblai gravele-sablo-argileux marron clair 0/50 mm	Refus du sondage à 1.00 m
1.0			
2.0			
3.0			

## Puits : PU11

Client : **Province Nord s/c Sécal Nord**

Type : **Puits de sondage**

Etude : **G063-17**

Z:

Date : 09/08/2017

X:

Début : 0,00 m

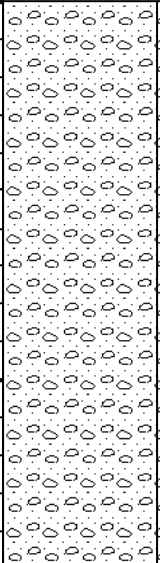
Y:

Fin : 1,50 m

Remarque : Tracto-pelle

Niveau d'eau:

Echelle : 1 / 20

Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	OBSERVATIONS
0.0	 Remblai gravele-sablo-argileux marron clair 0/50 mm	
1.0		
2.0		Arrêt du sondage à 1.50 m
3.0		

## Puits : PU12

Client : **Province Nord s/c Sécal Nord**

Type : **Puits de sondage**

Etude : **G063-17**

Z:

Date : 09/08/2017

X:

Début : 0,00 m

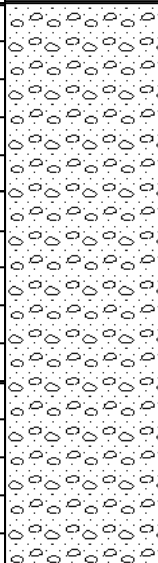
Y:

Fin : 1,50 m

Remarque : Tracto-pelle

Niveau d'eau:

Echelle : 1 / 20

Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE		OBSERVATIONS
0.0		Remblai graveb-sablo-argileux marron clair 0/50 mm	Refus du sondage à 1.50 m sur blocs
1.0			
2.0			
3.0			



## Puits : PU13

Client : **Province Nord s/c Sécal Nord**

Type : **Puits de sondage**

Etude : **G063-17**

Z:

Date : 09/08/2017

X:

Début : 0,00 m

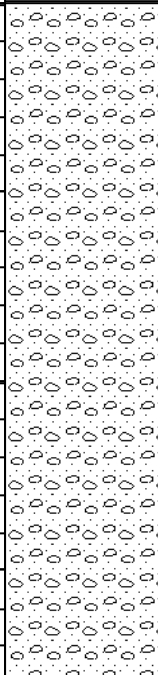
Y:

Fin : 1,80 m

Remarque : Tracto-pelle

Niveau d'eau:

Echelle : 1 / 20

Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	OBSERVATIONS
0.0	<div></div> <div>Remblai graveb-sablo-argileux marron clair 0/50 mm</div>	Arrêt du sondage à 1.80 m
1.0		
2.0		
3.0		

**Annexe 05**

**NOTE DE DIMENSIONNEMENT DES GABIONS  
SITE 01 – PROFILS 01 ET 02**

## GABIONS H = 2.00 M ET I = 1.50 m ECRAN VERTICAL

		Largeur (m)	Hauteur (m)	Hauteur totale H (m)	Largeur totale (m)	Distance / centre de gravité
	W1	1	1	2	1.5	0.5
	W2	1.5	1			0.75
	W3					
	W4	0	0			0

### Caractéristiques géotechniques :

	Masse volumique (KN/m3)	Angle de frottement (°)	Cohésion (kPa)
Gabions	17	45	0
Remblais	19	35	0

### Coefficient de poussée :

Ka 0.247

### Surcharges (kN) :

q 10

### Poids de l'ouvrage :

	Poids (kN)	Poids total (kN)
W1	17	42.5
W2	25.5	
W3	0	
W4	0	

### Poussée des terres :

	Poussée (kN)
qa	9.39
qah	8.62

### Surcharges :

	Poussée (kN)
q	4.94
qh	4.54



qav	3.72
-----	------

qv	1.96
----	------

**Réaction du sol support :**

	Réaction
Rv	48.17
Rh	33.73

**Stabilité au glissement :**

Rh/Ph 2.56

**Stabilité au renversement :**

Mt (W, Pv)	36.14
Mt (Ph)	10.28

Mt(W,Pv) / Mt(Ph)	3.51465812
-------------------	------------

**Stabilité au poinçonnement :**

Rv (kN)	48.17
Mt (W, Pv) - Mt (Ph) (kN.m)	25.85
Excentricité (m)	0.53669236
Contrainte (kPa)	89.1584675
Résistance dynamique qd (MPa)	2

Tiers centrale inscrit entre :		
0.50		1.00

**Annexe 06**

**NOTE DE DIMENSIONNEMENT DES GABIONS  
SITE 01 – PROFILS 02 A 05**

## GABIONS H = 3.00 M ET I = 2.00 m ECRAN VERTICAL

		Largeur (m)	Hauteur (m)	Hauteur totale H (m)	Largeur totale (m)	Distance / centre de gravité
	W1	1	1	3	2	0.5
	W2	2	1			1
	W3	2	1			1
	W4	0	0			

### Caractéristiques géotechniques :

	Masse volumique (KN/m3)	Angle de frottement (°)	Cohésion (kPa)
Gabions	17	45	0
Remblais	19	35	0

### Coefficient de poussée :

Ka 0.247

### Surcharges (kN) :

q 10

### Poids de l'ouvrage :

	Poids (kN)	Poids total (kN)



W1	17	85
W2	34	
W3	34	
W4	0	

**Poussée des terres :**

	Poussée (kN)
qa	21.12
qah	19.39
qav	8.36

**Surcharges :**

	Poussée (kN)
q	7.41
qh	6.80
qv	2.93

**Réaction du sol support :**

	Réaction
Rv	96.30
Rh	67.43

**Stabilité au glissement :**

Rh/Ph                      2.57

**Stabilité au renversement :**

Mt (W, Pv)	99.10
Mt (Ph)	29.60

Mt(W,Pv) / Mt(Ph)	3.34823289
-------------------	------------

**Stabilité au poinçonnement :**

Rv (kN)		96.30
Mt (W, Pv) - Mt (Ph) (kN.m)		69.50
Excentricité (m)		0.72172382
Contrainte (kPa)		134.519787
Résistance dynamique qd (MPa)		3

Tiers centrale inscrit entre :		
0.67		1.33

**Annexe 07**

**NOTE DE DIMENSIONNEMENT DES GABIONS  
SITE 01 – PROFILS 05 A 07**



## GABIONS H = 2.00 M ET I = 1.50 m ECRAN VERTICAL

		Largeur (m)	Hauteur (m)	Hauteur totale H (m)	Largeur totale (m)	Distance / centre de gravité
	W1	1	1	2	1.5	0.5
	W2	1.5	1			0.75
	W3					
	W4	0	0			0

### Caractéristiques géotechniques :

	Masse volumique (KN/m3)	Angle de frottement (°)	Cohésion (kPa)
Gabions	17	45	0
Remblais	19	35	0

### Coefficient de poussée :

Ka 0.247

### Surcharges (kN) :

q 10

### Poids de l'ouvrage :

	Poids (kN)	Poids total (kN)
W1	17	42.5
W2	25.5	
W3	0	
W4	0	

### Poussée des terres :

	Poussée (kN)
qa	9.39
qah	8.62

### Surcharges :

	Poussée (kN)
q	4.94
qh	4.54

qav	3.72
-----	------

qv	1.96
----	------

**Réaction du sol support :**

	Réaction
Rv	48.17
Rh	33.73

**Stabilité au glissement :**

Rh/Ph 2.56

**Stabilité au renversement :**

Mt (W, Pv)	36.14
Mt (Ph)	10.28

Mt(W,Pv) / Mt(Ph)	3.51465812
-------------------	------------

**Stabilité au poinçonnement :**

Rv (kN)	48.17
Mt (W, Pv) - Mt (Ph) (kN.m)	25.85
Excentricité (m)	0.53669236
Contrainte (kPa)	89.1584675
Résistance dynamique qd (MPa)	2

Tiers centrale inscrit entre :		
0.50		1.00

**Annexe 08**

**NOTE DE DIMENSIONNEMENT DES GABIONS  
SITE 01 – PROFILS 07 ET 08**



## GABIONS H = 2.50 M ET I = 1.50 m ECRAN VERTICAL

		Largeur (m)	Hauteur (m)	Hauteur totale H (m)	Largeur totale (m)	Distance / centre de gravité
	W1	1	1	2.5	1.5	0.5
	W2	1.5	1			0.75
	W3	1.5	0.5			0.75
	W4					

### Caractéristiques géotechniques :

	Masse volumique (KN/m3)	Angle de frottement (°)	Cohésion (kPa)
Gabions	17	45	0
Remblais	19	35	0

### Coefficient de poussée :

Ka 0.247

### Surcharges (kN) :

q 10

### Poids de l'ouvrage :

	Poids (kN)	Poids total (kN)

W1	17	68
W2	25.5	
W3	25.5	
W4	0	

**Poussée des terres :**

	Poussée (kN)
qa	14.67
qah	13.47
qav	5.81

**Surcharges :**

	Poussée (kN)
q	6.18
qh	5.67
qv	2.45

**Réaction du sol support :**

	Réaction
Rv	76.25
Rh	53.39

**Stabilité au glissement :**

Rh/Ph                      2.79

**Stabilité au renversement :**

Mt (W, Pv)	59.13
Mt (Ph)	18.31

Mt(W,Pv) / Mt(Ph)	3.22958831
-------------------	------------

**Stabilité au poinçonnement :**

Rv (kN)		76.25
Mt (W, Pv) - Mt (Ph) (kN.m)		40.82
Excentricité (m)		0.54
Contrainte (kPa)		142.41
Résistance dynamique qd (MPa)		3

Tiers centrale inscrit entre :		
0.50		1.00



**Annexe 09**

**NOTE DE DIMENSIONNEMENT DES GABIONS  
SITE 01 – PROFILS 08 A 10**

## GABIONS H = 3.50 M ET I = 2.00 m ECRAN VERTICAL

		Largeur (m)	Hauteur (m)	Hauteur totale H (m)	Largeur totale (m)	Distance / centre de gravité
	W1	1	1	3.5	2	0.5
	W2	2	1			1
	W3	2	1			1
	W4	2	0.5			1

### Caractéristiques géotechniques :

	Masse volumique (KN/m3)	Angle de frottement (°)	Cohésion (kPa)
Gabions	17	45	0
Remblais	19	35	0

### Coefficient de poussée :

Ka 0.247

### Surcharges (kN) :

q 10

### Poids de l'ouvrage :

	Poids (kN)	Poids total (kN)

W1	17	119
W2	34	
W3	34	
W4	34	

**Poussée des terres :**

	Poussée (kN)
qa	28.74
qah	26.39
qav	11.39

**Surcharges :**

	Poussée (kN)
q	8.65
qh	7.94
qv	3.42

**Réaction du sol support :**

	Réaction
Rv	133.81
Rh	93.69

**Stabilité au glissement :**

Rh/Ph                      2.73

**Stabilité au renversement :**

Mt (W, Pv)	140.12
Mt (Ph)	44.68

Mt(W,Pv) / Mt(Ph)	3.13573843
-------------------	------------



**Stabilité au poinçonnement :**

Rv (kN)		133.81
Mt (W, Pv) - Mt (Ph) (kN.m)		95.43
Excentricité (m)		0.71321041
Contrainte (kPa)		186.808058
Résistance dynamique qd (MPa)		4

Tiers centrale inscrit entre :		
0.67		1.33

**Annexe 10**

**NOTE DE DIMENSIONNEMENT DES GABIONS  
SITE 01 – PROFILS 10 A 12**

## GABIONS H = 2.50 M ET I = 1.50 m ECRAN VERTICAL

		Largeur (m)	Hauteur (m)	Hauteur totale H (m)	Largeur totale (m)	Distance / centre de gravité
	W1	1	1	2.5	1.5	0.5
	W2	1.5	1			0.75
	W3	1.5	0.5			0.75
	W4					

### Caractéristiques géotechniques :

	Masse volumique (KN/m3)	Angle de frottement (°)	Cohésion (kPa)
Gabions	17	45	0
Remblais	19	35	0

### Coefficient de poussée :

Ka 0.247

### Surcharges (kN) :

q 10

### Poids de l'ouvrage :

	Poids (kN)	Poids total (kN)



W1	17	68
W2	25.5	
W3	25.5	
W4	0	

**Poussée des terres :**

	Poussée (kN)
qa	14.67
qah	13.47
qav	5.81

**Surcharges :**

	Poussée (kN)
q	6.18
qh	5.67
qv	2.45

**Réaction du sol support :**

	Réaction
Rv	76.25
Rh	53.39

**Stabilité au glissement :**

Rh/Ph                      2.79

**Stabilité au renversement :**

Mt (W, Pv)	59.13
Mt (Ph)	18.31

Mt(W,Pv) / Mt(Ph)	3.22958831
-------------------	------------

**Stabilité au poinçonnement :**

Rv (kN)		76.25
Mt (W, Pv) - Mt (Ph) (kN.m)		40.82
Excentricité (m)		0.54
Contrainte (kPa)		142.41
Résistance dynamique qd (MPa)		3

Tiers centrale inscrit entre :		
0.50		1.00

**Annexe 11**

**NOTE DE DIMENSIONNEMENT DES GABIONS  
SITE 01 – PROFILS 12 ET 13**



## GABIONS H = 2.00 M ET I = 1.50 m ECRAN VERTICAL

		Largeur (m)	Hauteur (m)	Hauteur totale H (m)	Largeur totale (m)	Distance / centre de gravité
	W1	1	1	2	1.5	0.5
	W2	1.5	1			0.75
	W3					
	W4	0	0			0

### Caractéristiques géotechniques :

	Masse volumique (KN/m3)	Angle de frottement (°)	Cohésion (kPa)
Gabions	17	45	0
Remblais	19	35	0

### Coefficient de poussée :

Ka 0.247

### Surcharges (kN) :

q 10

### Poids de l'ouvrage :

	Poids (kN)	Poids total (kN)
W1	17	42.5
W2	25.5	
W3	0	
W4	0	

### Poussée des terres :

	Poussée (kN)
qa	9.39
qah	8.62

### Surcharges :

	Poussée (kN)
q	4.94
qh	4.54

qav	3.72
-----	------

qv	1.96
----	------

**Réaction du sol support :**

	Réaction
Rv	48.17
Rh	33.73

**Stabilité au glissement :**

Rh/Ph 2.56

**Stabilité au renversement :**

Mt (W, Pv)	36.14
Mt (Ph)	10.28

Mt(W,Pv) / Mt(Ph)	3.51465812
-------------------	------------

**Stabilité au poinçonnement :**

Rv (kN)	48.17
Mt (W, Pv) - Mt (Ph) (kN.m)	25.85
Excentricité (m)	0.53669236
Contrainte (kPa)	89.1584675
Résistance dynamique qd (MPa)	2

Tiers centrale inscrit entre :		
0.50		1.00

**Annexe 12**

**NOTE DE DIMENSIONNEMENT DES GABIONS  
SITE 02 – PROFILS 01, 03 A 05 ET 06**



## GABIONS H = 2.00 M ET I = 1.50 m ECRAN VERTICAL

		Largeur (m)	Hauteur (m)	Hauteur totale H (m)	Largeur totale (m)	Distance / centre de gravité
	W1	1	1	2	1.5	0.5
	W2	1.5	1			0.75
	W3					
	W4	0	0			0

### Caractéristiques géotechniques :

	Masse volumique (KN/m3)	Angle de frottement (°)	Cohésion (kPa)
Gabions	17	45	0
Remblais	19	35	0

### Coefficient de poussée :

Ka 0.247

### Surcharges (kN) :

q 10

### Poids de l'ouvrage :

	Poids (kN)	Poids total (kN)
W1	17	42.5
W2	25.5	
W3	0	
W4	0	

### Poussée des terres :

	Poussée (kN)
qa	9.39
qah	8.62

### Surcharges :

	Poussée (kN)
q	4.94
qh	4.54

qav	3.72
-----	------

qv	1.96
----	------

**Réaction du sol support :**

	Réaction
Rv	48.17
Rh	33.73

**Stabilité au glissement :**

Rh/Ph 2.56

**Stabilité au renversement :**

Mt (W, Pv)	36.14
Mt (Ph)	10.28

Mt(W,Pv) / Mt(Ph)	3.51465812
-------------------	------------

**Stabilité au poinçonnement :**

Rv (kN)	48.17
Mt (W, Pv) - Mt (Ph) (kN.m)	25.85
Excentricité (m)	0.53669236
Contrainte (kPa)	89.1584675
Résistance dynamique qd (MPa)	2

Tiers centrale inscrit entre :		
0.50		1.00

**Annexe 13**

**NOTE DE DIMENSIONNEMENT DES GABIONS  
SITE 02 – PROFILS 02 A 03 ET 05**

## GABIONS H = 2.50 M ET I = 1.50 m ECRAN VERTICAL

		Largeur (m)	Hauteur (m)	Hauteur totale H (m)	Largeur totale (m)	Distance / centre de gravité
	W1	1	1	2.5	1.5	0.5
	W2	1.5	1			0.75
	W3	1.5	0.5			0.75
	W4					

### Caractéristiques géotechniques :

	Masse volumique (KN/m3)	Angle de frottement (°)	Cohésion (kPa)
Gabions	17	45	0
Remblais	19	35	0

### Coefficient de poussée :

Ka 0.247

### Surcharges (kN) :

q 10

### Poids de l'ouvrage :

	Poids (kN)	Poids total (kN)



W1	17	68
W2	25.5	
W3	25.5	
W4	0	

**Poussée des terres :**

	Poussée (kN)
qa	14.67
qah	13.47
qav	5.81

**Surcharges :**

	Poussée (kN)
q	6.18
qh	5.67
qv	2.45

**Réaction du sol support :**

	Réaction
Rv	76.25
Rh	53.39

**Stabilité au glissement :**

Rh/Ph                      2.79

**Stabilité au renversement :**

Mt (W, Pv)	59.13
Mt (Ph)	18.31

Mt(W,Pv) / Mt(Ph)	3.22958831
-------------------	------------

**Stabilité au poinçonnement :**

Rv (kN)		76.25
Mt (W, Pv) - Mt (Ph) (kN.m)		40.82
Excentricité (m)		0.54
Contrainte (kPa)		142.41
Résistance dynamique qd (MPa)		3

Tiers centrale inscrit entre :		
0.50		1.00