

PLOUZANE (29)

SAINTE ANNE DU PORTZIC

**MISE EN SECURITE DU SITE VIS-A-VIS DES
EBOULEMENTS ROCHEUX**

PROJET GEOTECHNIQUE



A LA DEMANDE ET POUR LE COMPTE D'IFREMER

Dossier	24-0970 I 1 0 PRO	
Indice	Modifications	Date
0	Version initiale	02/04/2025

Nombre de pages : + annexe(s)

LIEU :	Site d'essais en mer de Sainte Anne du Portzic (29280)
COMMUNE :	Plouzané (29280)
OBJET :	Protection contre les éboulements rocheux
TYPE DE MISSION :	Projet géotechnique
CLIENT :	Ifremer
DOSSIER SUIVI PAR :	L. CHASTANET

CHARGE D'AFFAIRE :	L. CHASTANET
CHEF DE PROJET :	L. CHASTANET
INTERVENANTS :	I.DIOMANDE / C. VISSERON
NOMBRE DE PAGES :	21 + Annexes

Référence document :	24-0970_I_1_0_PRO_
----------------------	--------------------

Rédacteur : I. DIOMANDE
C. VISSERON

Visa :

Contrôle : L. CHASTANET

Visa :



SOMMAIRE

1 - PRESENTATION	4
1.1 - Contexte	4
1.2 - Localisation du site d'étude	4
1.3 - Limites de l'étude	5
1.4 - Documents antérieurs.....	5
2 - RAPPEL DU DIAGNOSTIC.....	6
2.1 - ORIGINES DES PHENOMENE	6
2.2 - ENJEUX	6
3 - SOLUTION RETENUE.....	7
4 - RECONNAISSANCES	8
4.1 - Sectorisation.....	8
4.2 - Reconnaissances par secteurs	8
4.2.1 - Secteur 1	8
4.2.2 - Secteur 2	9
4.2.3 - Secteur 3	9
4.2.4 - Secteur 4	10
5 - HYPOTHESES ET DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES	11
5.1 - Justification des ouvrages	11
5.2 - Déroctage	11
5.3 - Confortement des compartiments rocheux par ancrages	11
5.4 - Grillage double torsion.....	12
5.5 - Merlon.....	14
5.6 - Incertitudes	16
6 - RECOMMANDATIONS ET CONTRAINTES.....	17
6.1 - Réseaux	17
6.2 - Contraintes en phase travaux	17
6.2.1 - Nuisances en phase chantier.....	17
6.2.2 - Contraintes d'accès et de circulations.....	17
6.2.3 - Etat des lieux et remise en état.....	18
6.3 - Gestion foncière préalable	18
6.4 - Contraintes reglementaires.....	18
6.5 - Entretien/maintenance des ouvrages	18
7 - DELAIS ET PHASAGE	19
8 - PLANNING GENERAL DES OPERATIONS.....	20
9 - ESTIMATIONS FINANCIERES.....	21

ANNEXES

- Annexe 1 :** Norme NF P94-500 – Missions géotechniques
Annexe 2 : Notes d'hypothèses
Annexe 3 : Fiches de calcul confortement rocheux
Annexe 4 : Résultats trajectographie

1 - PRESENTATION

1.1 - CONTEXTE

Le présent rapport d'étude a été réalisé par le bureau d'Ingénieurs – Conseils GEOLITHE à la demande et pour le compte d'Ifremer.

Cette étude concerne la mise en sécurité vis-à-vis des éboulements rocheux du site d'essais de Sainte Anne du Portzic, situé sur la commune de Plouzané (29).

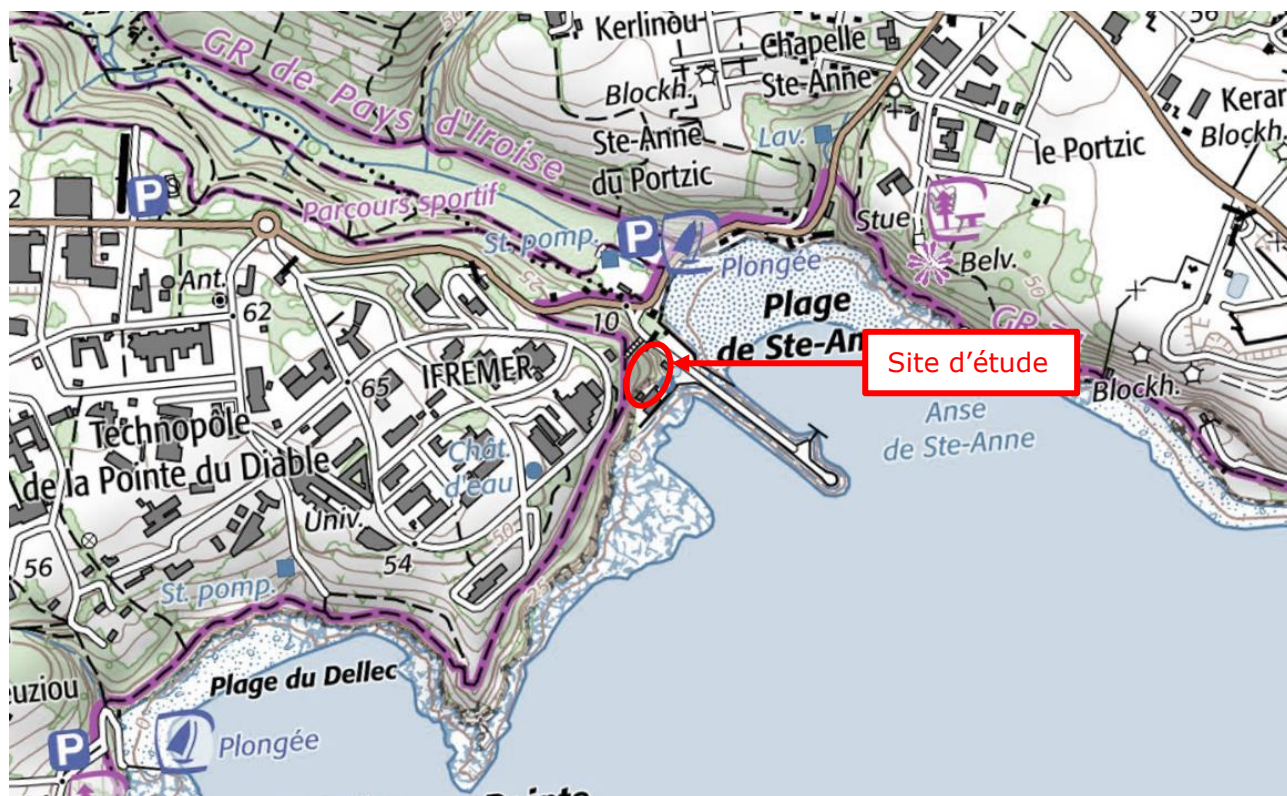
Les objectifs de cette étude sont les suivants :

- Présenter les ouvrages envisagés
- Justifier les ouvrages
- Présenter les contraintes de chantier et le phasage des opérations
- Réaliser une estimation quantitative et financière

Il s'agit d'une étude de projet géotechnique, mission G2, phase PRO, selon la classification des missions géotechniques, norme NF P 94-500 de novembre 2013.

1.2 - LOCALISATION DU SITE D'ETUDE

Le site d'étude se trouve à Sainte Anne du Portzic, dans la commune de Plouzané. La localisation précise du site est indiquée ci-dessous :



Localisation du site sur la carte topographique IGN

1.3 - LIMITES DE L'ÉTUDE

Le site d'étude est limité comme suit :

- En amont :
 - Par la crête de versant.
- En aval :
 - Par le pied de versant.
- Latéralement :
 - Par les limites présentées ci-après, validée sur site avec le MOA lors des reconnaissances sur site, le 20/02/2024.

Le linéaire en pied est de $\pm 130\text{m}$.



Vue en élévation du site, avec ses imites

1.4 - DOCUMENTS ANTERIEURS

Les documents antérieurs sont les suivants :

- 23-1101_I_1_0_DIAG-AVP ; Diagnostic et avant-projet géotechnique ; Mise en sécurité contre les éboulements rocheux ; GEOLITHE ; 23/03/202

2 - RAPPEL DU DIAGNOSTIC

2.1 - ORIGINES DES PHENOMENE

Pour rappel, les facteurs identifiés à l'origine des phénomènes, observés sur le site, sont les suivants :

- o **Fracturation de la falaise** : Elle génère des éléments instables tels que des pierres, petits blocs, masses, et localement de grandes masses, présents sur l'ensemble de la paroi.
- o **Décompression active de la falaise** : Ce phénomène provoque l'ouverture progressive des discontinuités géologiques, menant à des effondrements.
- o **Géométrie subverticale de la falaise** : Cette configuration géométrique est incompatible avec une stabilité à long terme.
- o **Végétation** : Les racines des végétaux favorisent l'ouverture des discontinuités et détériorent les conditions de stabilité de la paroi rocheuse.
- o **Présence d'eau** : Les suintements et la circulation d'eau dans le réseau de fractures du rocher dégradent les conditions de stabilité et peuvent agir comme facteur déclencheur d'effondrements.

2.2 - ENJEUX

Les enjeux sont principalement situés en **aval du versant rocheux** et concernent :

- o **Le bâtiment d'essai** : Ce bâtiment est directement exposé aux risques d'éboulements rocheux.
- o **Les cheminements autour du bâtiment** : Utilisés par les équipes, ces zones sont également à risque.



Vue en plan avec limites des enjeux

3 - SOLUTION RETENUE

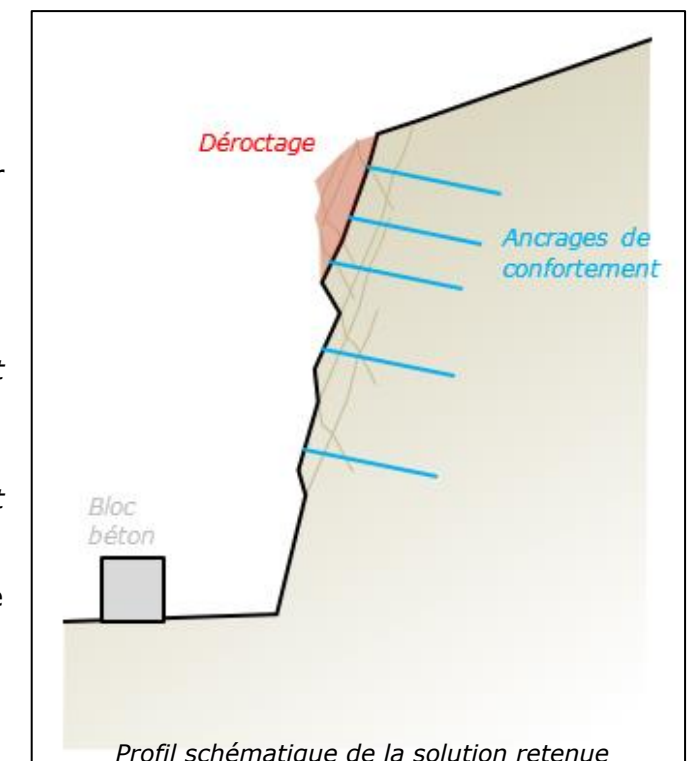
Objectifs :

L'objectif du maître d'ouvrage est d'assurer la sécurisation du bâtiment et des accès, en les protégeant contre les éboulements rocheux.

Solution retenue :

La solution retenue par le maître d'ouvrage est :

- La mise en place d'un **grillage de protection** (zones blanches, cf. image ci-après) installé sur plusieurs portions du versant (La protection surfacique par grillage est une parade dite « passive » (réduction de la probabilité d'atteinte ou du niveau de dommages potentiels sur les enjeux)).
 - *Objectif : Réduire la propagation des pierres et petits blocs sur les enjeux aval.*
Ce grillage de protection sera plaqué sur plusieurs portions du versant rocheux pour limiter la chute de pierres et de petits blocs.
- Le confortement par **boulons d'ancrages** des éléments dépassant la capacité du grillage plaqué.
 - *Objectif : Stabiliser les blocs, les masses rocheuses dépassant la capacité de résistance du grillage, afin d'éliminer le risque d'éboulement menaçant les zones situées en aval.*
- Le **déroctage** des éléments instables dépassant la capacité du grillage et ne pouvant pas être conforté par boulons d'ancrages.
 - *Objectif : Supprimer les blocs, masses et grandes masses dépassant la capacité du grillage et de l'ancrage afin de supprimer le risque d'éboulement sur les enjeux aval.*
- La mise en place d'un merlon en **blocs béton** : une barrière destinée à intercepter et à stopper les pierres et petits blocs dans la zone non couverte par le grillage. Ce merlon vient en remplacement d'un merlon en terre afin de faciliter son entretien et d'optimiser son emprise au sol.
 - *Objectif : retenir les éléments éboulés et d'empêcher leur propagation vers les infrastructures situées en aval.*



Vue en élévation du site avec localisation des principes de traitement

4 - RECONNAISSANCES

4.1 - SECTORISATION

Le site a été sectorisé comme suit :

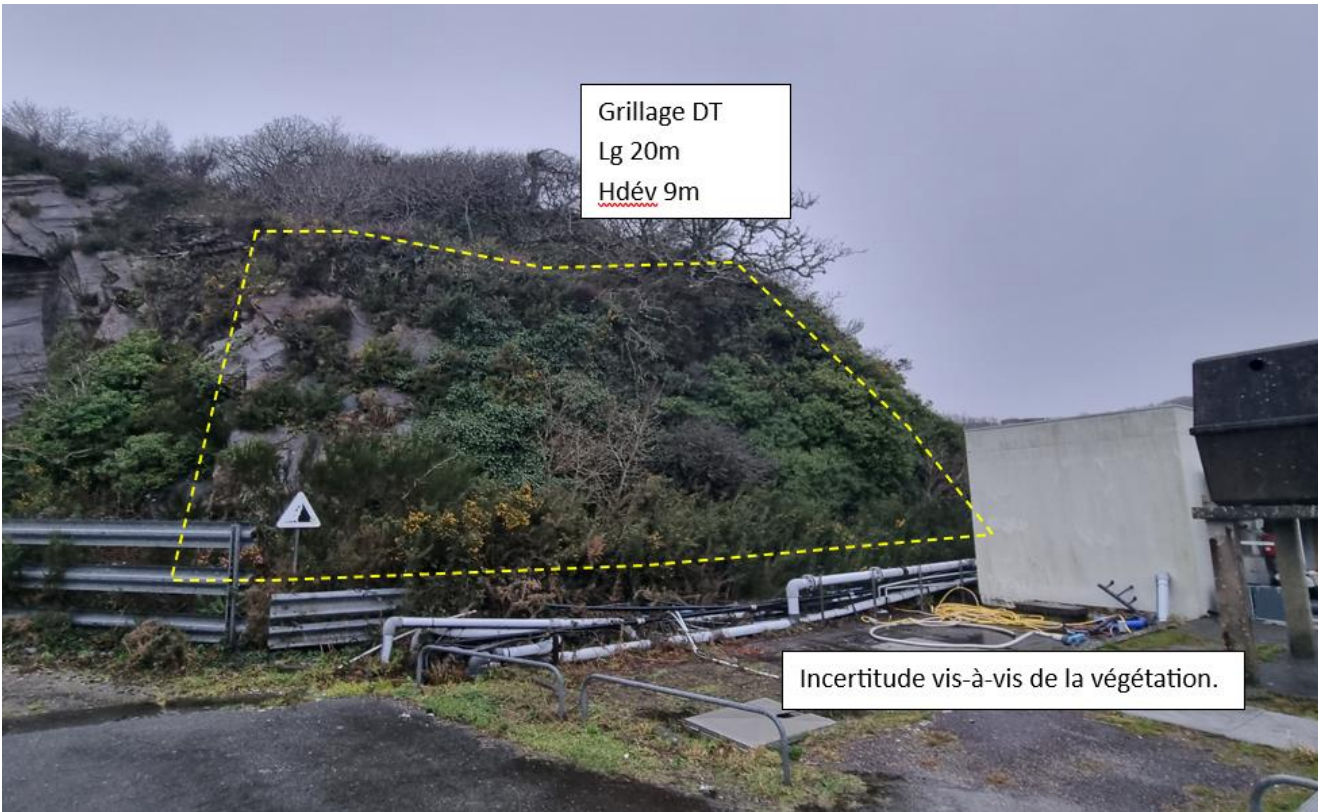
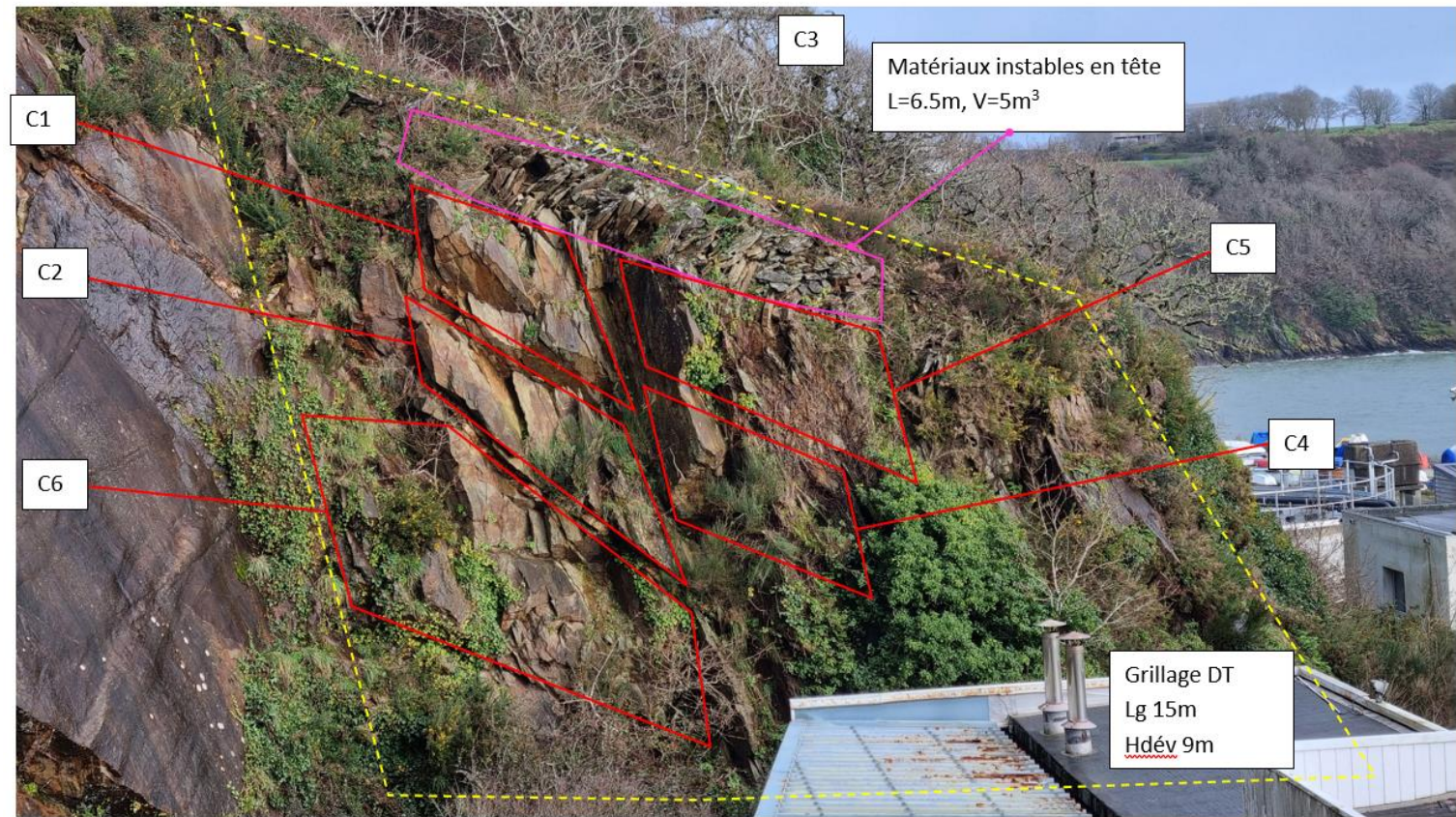


Découpage du site en sections

4.2 - RECONNAISSANCES PAR SECTEURS

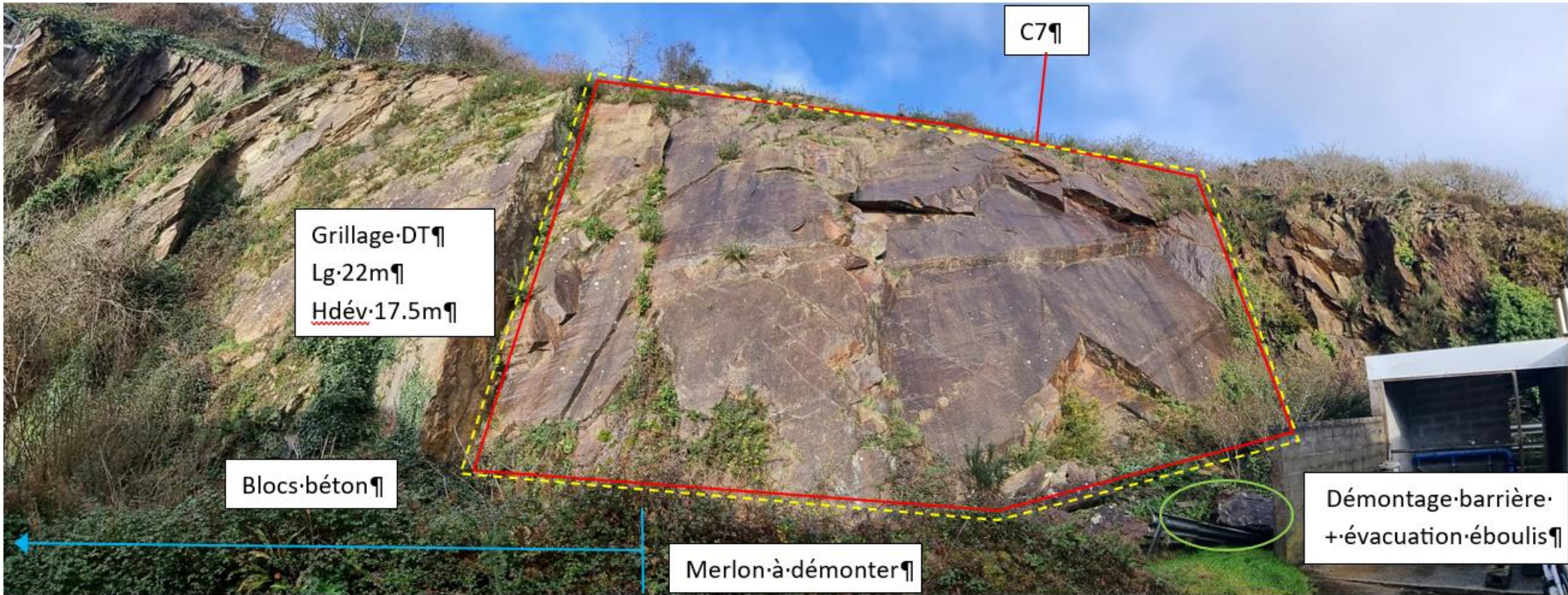
Les reconnaissances par secteur sont présentées ci-après :

4.2.1 - Secteur 1



Compartiments instables et métrés – Secteur 1 partie gauche et droite

4.2.2 - Secteur 2

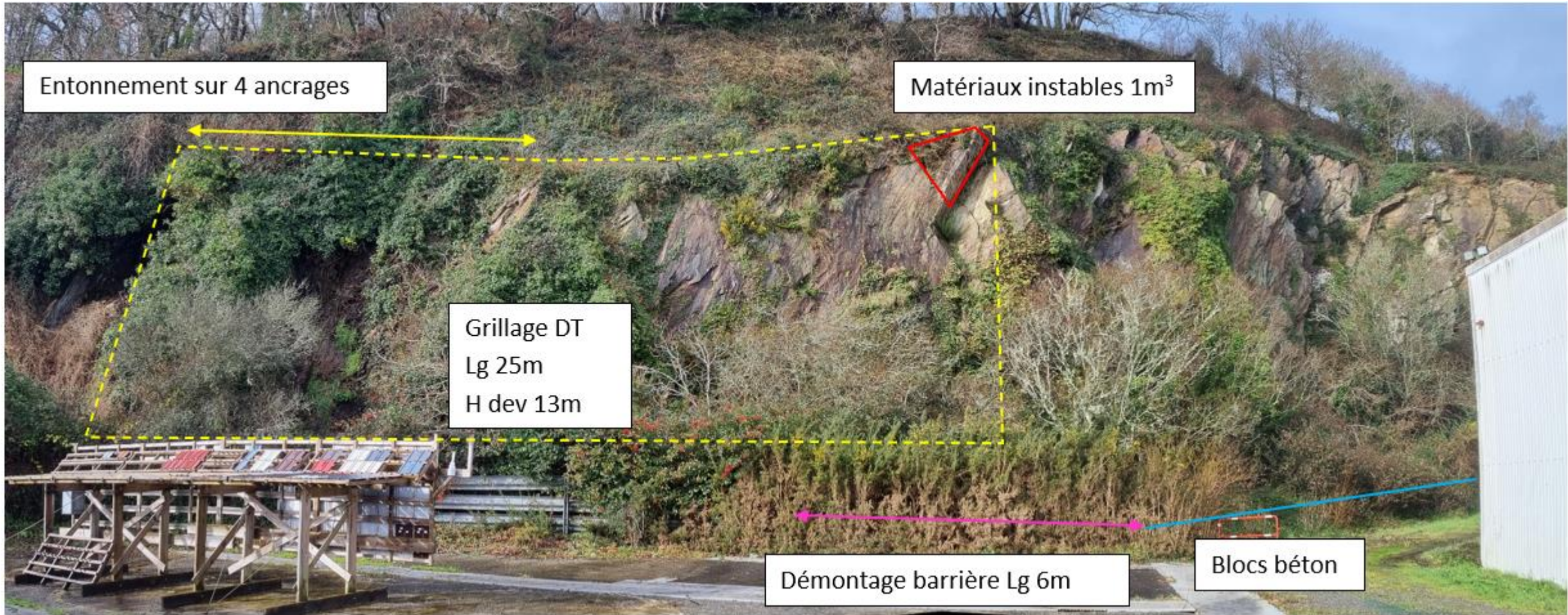


Compartiments instables et métrés – Secteur 2

4.2.3 - Secteur 3



4.2.4 - Secteur 4



La synthèse des compartiments instables repérés est présentée ci-contre :

Compartiment instable	Volumes	Classe d'instabilité	Secteur
C1	10,5 m³	Masse	1
C2	6,0 m³	Masse	
C3	6,5 m³	Masse	
C4	6,0 m³	Masse	
C5	12,5 m³	Masse	
C6	20,0 m³	Grande Masse	2
C7	231,0 m³	Très grande Masse	
C8	22,5 m³	Grande Masse	3
C9	9,0 m³	Masse	
C10	29,75 m³	Grande Masse	
C11	60,0 m³	Grande Masse	
C12	87,5 m³	Grande Masse	4
C13	1 m³	Blocs	

5 - HYPOTHESES ET DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

5.1 - JUSTIFICATION DES OUVRAGES

La note d'hypothèse et les calculs de dimensionnement sont présentés en annexe de ce rapport.

5.2 - DEROCTAGE

Les déroctages concernent les compartiments C3 et C13. Un ancrage des volumes résiduels après déroctage sera possible.

5.3 - CONFORTEMENT DES COMPARTIMENTS ROCHEUX PAR ANCRAGES

A la suite de purge/déroctage, les compartiments instables relevés seront confortés de la manière décrite ci-après.

Les caractéristiques des ancrages seront les suivantes :

Partie d'ouvrage	Caractéristiques générales
Type d'ancrage	Haute adhérence (noté HA), nuance Fe500, diamètre 25mm
Platines	200 x 200 x 10mm
Diamètre minimal de forage	76mm minimum <i>*Nécessité d'assurer 20 mm d'espace annulaire minimum</i>
Longueur	2 à 4 m
Diamètre barre	25mm
Protection contre la corrosion	Barres, plaques et écrous galvanisés

Compartiment	Géométrie							Dimensionnement					
	Hauteur	Largeur	Epaisseur en tête	Epaisseur en pied	Coefficient de forme	Volume	Pente	Nb ancrages	Longueur	Diamètre barre	Diamètre forage	Inclinaison	Longueur totale
C1	3,5 m	3 m	1 m	1 m	1 m	10,5 m ³	65°	6	4 m	25 mm	76 mm	10 °	24 m
C2	3 m	4 m	0,5 m	0,5 m	1 m	6 m ³	65°	5	3 m	25 mm	76 mm	10 °	15 m
C4	3 m	2 m	1 m	1 m	1 m	6 m ³	90°	3	3 m	25 mm	76 mm	10 °	9 m
C5	2,5 m	2 m	2,5 m	2,5 m	1 m	12,5 m ³	60°	5	5 m	25 mm	76 mm	10 °	25 m
C6	5 m	4 m	1 m	1 m	1 m	20 m ³	65°	9	3 m	25 mm	76 mm	10 °	27 m
C7	17,5 m	22 m	0,6 m	0,6 m	1 m	231 m ³	65°	60	4 m	25 mm	76 mm	10 °	240 m
C8	6 m	3,75 m	1 m	1 m	1 m	22,5 m ³	90°	10	4 m	25 mm	76 mm	10 °	40 m
C9	2 m	4,5 m	1 m	1 m	1 m	9 m ³	90°	6	3 m	25 mm	76 mm	10 °	18 m
C10	8,5 m	3,5 m	1 m	1 m	1 m	29,75 m ³	90°	14	4 m	25 mm	76 mm	10 °	56 m
C11	6 m	10 m	1 m	1 m	1 m	60 m ³	90°	25	4 m	25 mm	76 mm	10 °	100 m
C12	17,5 m	5 m	1 m	1 m	1 m	87,5 m ³	65°	35	3 m	25 mm	76 mm	10 °	105 m
C13	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m ³	65°	2	2 m	25 mm	76 mm	10 °	4 m

NB : Lors de l'intervention sur site la partie droite du secteur S1 et le secteur S4 étaient fortement végétalisés.

Cette couverture végétale n'a pas permis l'identification de compartiments à conforter. Néanmoins, en cas de présence de compartiment non identifié, une provision d'ancrage de confortement a été prise en compte. L'incertitude sera levée en phase de travaux après débroussaillage.

Pour le **secteur 1 - partie droite** nous avons provisionné 20 ancrages de 3.0 m de longueur, soit une longueur totale d'ancrage 90 m.

Pour le **secteur 4** il devra être provisionné à minima 40 ancrages de 3.0 m de longueur, soit une longueur totale d'ancrage 120 m.

5.4 - GRILLAGE DOUBLE TORSION

Au total, un grillage de $\pm 1200 \text{ m}^2$ sera mis en œuvre sur le versant rocheux. Il sera galvanisé, de classe A, à maille hexagonale 60x80 mm double torsion avec **protection pvc**, épaisseur du fil 2,2mm. Il sera fixé en tête et pied par des ancrages. Le grillage sera plaqué par des câbles avec **revêtement PVC** de diamètre 12 à 16 mm associés à des ancrages.

Les boulons d'ancrage à scellement répartis seront réalisés par des barres HA Fe500 diamètre 25mm.

L'espacement horizontal entre les ancrages de fixation et de plaquage du grillage sera de 4m.

Les ancrages seront réalisés par forage en diamètre 76mm.

Les ancrages du grillage auront les caractéristiques ci-dessous :

Partie d'ouvrage	Caractéristiques générales
Type d'ancrage	Haute adhérence (noté HA), nuance Fe500, diamètre 25mm
Platines	200 x 200 x 10 mm
Diamètre minimal de forage	76mm minimum <i>*Nécessité d'assurer 20 mm d'espace annulaire minimum</i>
Longueur	2 m (sauf entonnement où la longueur= 3m dont 1m hors-sol)
Diamètre barre	25 mm (sauf entonnement où d=32 mm)
Protection contre la corrosion	Barres (sur 1m mini.), plaques et écrous galvanisés Les plaques et écrous seront recouverts par une peinture anticorrosion agréée par le Maître d'œuvre

Les caractéristiques mentionnées ci-dessus seront appliquées dans tous les secteurs où des grillages de protection doivent être installés. Le calcul du nombre d'ancrages nécessaires pour assurer la stabilité des grillages sera réalisé en fonction des spécificités de chaque secteur concerné par l'installation de ces protections.

Secteur 1 :

Grillage: S1 Partie Gauche					
Ancrages	Nombre	Diam. ancrage	Diam. forage	Longueur	Longueur totale
En tête	5	25 mm	76 mm	3 m	15 m
En pied	5	25 mm	76 mm	3 m	15 m
Rives	4	25 mm	76 mm	3 m	12 m
Plaquage	6	25 mm	76 mm	3 m	18 m

Ancrages diamètre 25mm	60 m
Surface de grillage	165 m ²

Grillage: S1 Partie Droite					
Ancrages	Nombre	Diam. ancrage	Diam. forage	Longueur	Longueur totale
En tête	6	25 mm	76 mm	3 m	18 m
En pied	6	25 mm	76 mm	3 m	18 m
Rives	2	25 mm	76 mm	3 m	6 m
Plaquage	8	25 mm	76 mm	3 m	24 m

Ancrages diamètre 25mm	66 m
Surface de grillage	220 m ²

Secteur 2 :

Grillage: S2					
Ancrages	Nombre	Diam. ancrage	Diam. forage	Longueur	Longueur totale
En tête	7	25 mm	76 mm	2 m	14 m
En pied	7	25 mm	76 mm	2 m	14 m
Rives	8	25 mm	76 mm	2 m	16 m

Ancrages diamètre 25mm	44 m
Surface de grillage	429 m ²

Secteur 4 :

Grillage: S4					
Ancrages	Nombre	Diam. ancrage	Diam. forage	Longueur	Longueur totale
En tête	4	25 mm	76 mm	2 m	8 m
En pied	8	25 mm	76 mm	2 m	16 m
Rives	6	25 mm	76 mm	2 m	12 m
Plaquage	15	25 mm	76 mm	2 m	30 m
Entonnement	4	32 mm	76 mm	3 m	12 m

Ancrages diamètre 32 mm	12 m
Ancrages diamètre 25mm	66 m
Surface de grillage	375 m ²

Le tableau ci-dessous récapitule la longueur totale des ancrages ainsi que la surface totale des grillages à prendre en compte dans notre solution de stabilisation du versant.

Ancrages diamètre 32 mm	12 m
Ancrages diamètre 25mm	236 m
Surface de grillage	1189 m ²

5.5 - MERLON

- **Démontage du merlon existant et des barrières métal**

Le démontage du merlon existant se fera sur une longueur de 45m pour un volume estimé de l'ordre de 90m³.

Le démontage des barrières métal se fera en secteur 2 = 8m et en secteur 4 = 6m. Nous n'avons pas envisagé le démontage des barrières en secteur 1.

- **Evacuation des éboulis**

Les éboulis présents en secteur 2 seront évacués pour un volume de l'ordre de 30m³.

- **Modélisation du merlon de protection – secteur 3**

Dans la conception du merlon, les éléments suivants ont été pris en compte :

- Une fosse de **1 mètre de profondeur**, située entre le merlon et le versant, et s'étendant sur **environ 4 mètres** à partir du pied du versant.
- Une distance minimale de **1 mètre** entre le bâtiment et le merlon.

D'après l'analyse de trajectographie réalisée sur le **secteur 3 du versant**, la fosse seule suffit à intercepter les phénomènes.

Compte tenu de l'incertitude sur la possibilité de réalisation de la fosse en profondeur en cas de présence du rocher nous proposons de retenir la solution fosse + clôture poteaux/fils d'une hauteur de 1.1m, avec une option blocs légo en cas d'impossibilité de terrasser.

Des sondages de reconnaissances pourront être menés en phase de préparation de chantier et permettront de valider la solution.

Les volumes de terrassement pour la réalisation de la fosse sont de l'ordre de 180 m³ maximum. Sa profondeur sera de 1m et la pente maximum sera de 3H/2V.

- Solution blocs en béton type LEGO

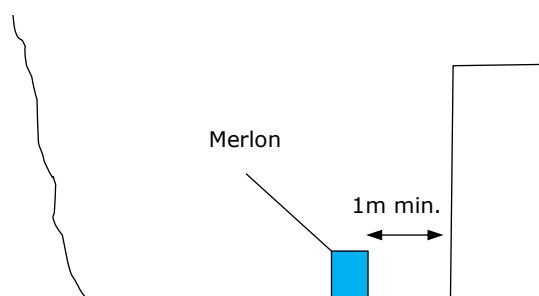
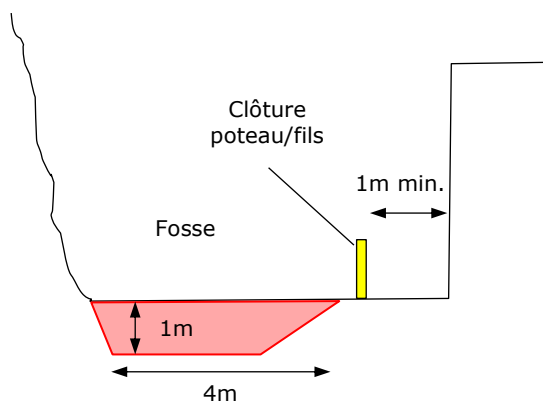
Afin d'assurer la **stabilité** de la structure et la **sécurité** des infrastructures environnantes, la solution retenue repose sur l'utilisation de **blocs en béton type LEGO pour la structure du merlon**, selon la configuration suivante :

- **Dimensions des blocs :**
 - **Longueur** : 1,2 m (120 cm)
 - **Largeur** : 0,8 m (80 cm)
 - **Hauteur** : 0,8 m (80 cm)

Cette disposition garantit la création d'un **rempart robuste et efficace** contre les chutes de blocs, assurant ainsi une **protection optimale** des bâtiments situés en aval.



Illustration de la configuration Fosse/Clôture ou Merlon



5.6 - INCERTITUDES

Les incertitudes relatives à notre étude et les moyens de les lever sont décrites ci-après :

Les incertitudes ayant un impact fort sur le projet sont les suivants :

- L'exhaustivité des phénomènes sur l'ensemble du versant
 - *Cette incertitude pourra être levée à la suite d'un débroussaillage et de reconnaissances complémentaires en phase EXE.*
- La géométrie précise du pied de versant et la nature des matériaux au droit de la fosse :
 - *Cette incertitude pourra être levée après un débroussaillage, un levé topographique et des sondages à la pelles réalisés en phase EXE, ce qui permettra de vérifier la possibilité de réaliser la fosse et de mieux maîtriser les quantités estimatives et l'enveloppe financière.*

Les incertitudes suivantes sont bien maîtrisées et seront levées en phase de préparation de travaux :

- La corrosivité des terrains :
 - *Cette incertitude pourra être levée par la réalisation d'essais de pH et résistivité*
- La valeur de frottement latéral (Qs) :
 - *Cette incertitude pourra être levée par la réalisation d'essais de traction*

6 - RECOMMANDATIONS ET CONTRAINTES

6.1 - RESEAUX

Les DT sont à la charge du maître de l'ouvrage. Les DICT seront à réaliser par l'entreprise en phase de préparation de travaux avec un relevé précis des ouvrages et la réalisation de fouille en cas de besoin.

6.2 - CONTRAINTES EN PHASE TRAVAUX

6.2.1 - Nuisances en phase chantier

Le chantier occasionnera inévitablement des nuisances de type poussière et sonores liées à la réalisation des forages.

6.2.2 - Contraintes d'accès et de circulations

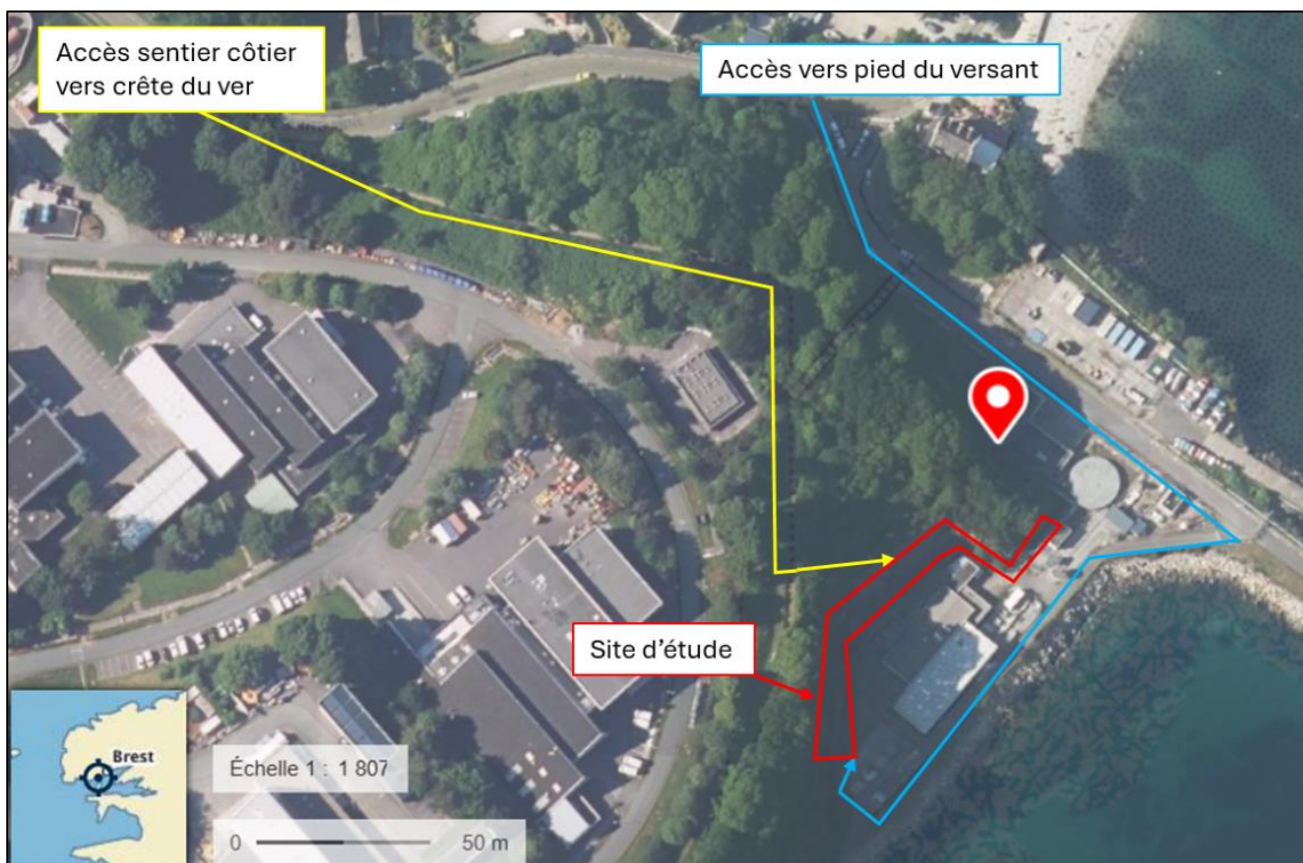
Accès au site :

- Accès au pied du versant :

L'accès pourra se faire depuis le 2313 Route de Sainte-Anne, Plouzané, en empruntant l'accès pompier. Il sera nécessaire de prévoir **des plaques de répartition pour protéger les caniveaux techniques**, ainsi que la purge du merlon existant et la dépose des barrières situées à l'arrière des bâtiments.

- Accès à la crête du versant :

L'accès se fera via le sentier côtier en passant par la 2156 Route de Sainte-Anne, Plouzané. Seuls des engins légers (type minipelle) et du matériel manuable pourront être acheminés par ce chemin. Une autorisation sera toutefois requise pour emprunter cet accès.



Localisation des accès sur vue en plan

6.2.3 - Etat des lieux et remise en état

L'entreprise de travaux devra réaliser :

- Les constats d'huissier avant et après travaux sur l'installation de chantier, sur les rues d'accès au site et sur les terrains privés
- La mise en œuvre de protection de la chaussée afin de la conserver en l'état.
- Les remise en état éventuels à la suite des travaux.

6.3 - GESTION FONCIERE PREALABLE

Une autorisation d'accès au sentier côtier est nécessaire pour atteindre la crête du versant, que ce soit pour la réalisation des travaux ou pour l'éventuel entretien des ouvrages après leur achèvement.

6.4 - CONTRAINTES REGLEMENTAIRES

TYPE	LOCALISATION SUR LE SITE D'ETUDE	INCIDENCES	DELAIS D'INSTRUCTION
Protection au titre des monuments historiques	NON	-	-
Site patrimonial remarquable	NON	-	-
Site inscrit / classé	NON	-	-
Zone de présomption de prescriptions archéologiques	NON	-	-
Site NATURA 2000	NON	-	-
ZNIEFF	NON	-	-

D'après nos recherches, le site d'étude n'est pas concerné par des contraintes environnementales ou des contraintes d'urbanismes.

Nous conseillons au MOA de se renseigner auprès des services compétents pour s'assurer de l'absence de zones de protection.

6.5 - ENTRETIEN/MAINTENANCE DES OUVRAGES

Les ouvrages de confortement créés devront faire l'objet de visites et inspections régulières ainsi que d'opérations de maintenance, afin de garantir leur pérennité dans le temps et la sécurité des enjeux.

- *Visite simple d'inspection générale annuelle*
- *Inspection visuelle des ouvrages et des fronts rocheux par un ingénieur géotechnicien spécialiste tous les 5 ans.*
- *Délestage et évacuation des matériaux éboulés en arrière du grillage en fonction des évènements qui se produiront.*
- *Évacuation des éboulis, s'il y en a dans la fosse en aval du versant.*
- Une dévégétalisation du versant sera réalisée tous les 3 à 5 ans.
- Des reprises ou adaptations seront effectuées en fonction des évolutions observées par l'ingénieur lors des visites.

7 - DELAIS ET PHASAGE

Le délai de réalisation des travaux est estimé à 10 semaines, y compris une période de préparation de 5 semaines.

Le phasage prévisionnel des opérations pourra être le suivant :

Préparation

Durée : 5 semaines

- Installation de chantier
- Constat d'huissier des avoisinants
- Débroussaillage, purge de mise en sécurité, déroctage & évacuation des éboulis
- Essais de traction de conformité
- Essais de pH/résistivité
- Réalisation des études d'exécution

Travaux

Durée : 10 semaines

- Réalisation des ancrages de confortement et de fixation du grillage
- Mise en place du grillage de protection
- Réalisation de la fosse ou du merlon
- Remise en état du site
- Constat d'huissier en fin de travaux

Le planning général des opérations est présenté ci-dessous :

[illegible]

ANNEXES

Annexe 1

Extrait de la norme NF P94-500
classification des missions d'ingénierie géotechniques

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 avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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

Notes d'hypothèses

1.1 - TYPE D'OUVRAGE

Les ouvrages et travaux de mise en sécurité à dimensionner sont les suivants :

- ✓ Ancrage de confortement
- ✓ Grillage

1.2 - MODELE GEOTECHNIQUE

Aucun essai préalable de traction n'ayant été réalisé, nous avons fixé des caractéristiques géotechniques du massif rocheux sur la base de données bibliographiques et notre expérience.

Les caractéristiques retenues sont les suivantes :

Sol	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C' (kPa)	Q _{s,k} (kPa)	Facteur corrélation	Q _{s,d} (kPa)
Rocher	24	35	0	400	1,6	250

**En l'absence d'essais de traction, la valeur caractéristique de Q_s (Q_{s,k}) est établie avec un coefficient de 1,6 sur Q_s (Q_{s,k}=Q_s/1,6).*

Les valeurs de Q_s devront être validées par des essais de traction de conformité, réalisés avant démarrage des travaux.

1.3 - FORCE CORROSIVE DES SOLS

La norme NF P 94-270 recommande de connaître précisément la force corrosive des sols.

N'ayant pas à notre disposition les éléments nécessaires (mesure de résistivité et du PH selon la norme NF EN 12501-2) permettant l'estimation de la force corrosive des sols, et au vu des types de terrains concernés et du contexte marin, nous proposons de réaliser les calculs en **considérant une force corrosive des sols III-moyenne et C5-Tres fortement corrosives pour la corrosion atmosphérique.**

Des essais de corrosivité devront être réalisés en période de préparation des travaux.

1.4 - ANCRAGES DE CONFORTEMENT

Les ancrages seront constitués de barres en acier à filetage continu renforcé. Ils pourront être des barres de type GEWI ou équivalent.

La limite élastique des clous après corrosion sera calculée selon la norme NF EN 94-270 en considérant :

- ✓ Une durée de vie de l'ouvrage de 50 ans
- ✓ Ouvrage de catégorie conventionnelle 2
- ✓ Ancrages galvanisés

Les ancrages seront inclinés de 10° sur l'horizontale.

Les ancrages seront de type plein (contrainte à la limite élastique 500 MPa / contrainte à la limite à la rupture 550 MPa).

Nous considérerons les caractéristiques suivantes :

Diamètre de barre	Traction
25 mm	116 kN
28 mm	156 kN
32mm	220 kN





1.5 - CONTEXTE SISMIQUE

Conformément au décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français, la commune de Plouzané (29) est située en zone de sismicité **2 – Faible**.

En zone de sismicité 2 pour des ouvrages de catégorie d'importance I et II, le calcul sismique n'est pas requis.

Ce point devra être validé par le MOA.

Catégorie d'importance	Description
I	 <ul style="list-style-type: none"> Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II	 <ul style="list-style-type: none"> Habitations individuelles. Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 pers. Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. Parcs de stationnement ouverts au public.
III	 <ul style="list-style-type: none"> ERP de catégories 1, 2 et 3. Habitations collectives et bureaux, h > 28 m. Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes. Établissements sanitaires et sociaux. Centres de production collective d'énergie. Établissements scolaires.
IV	 <ul style="list-style-type: none"> Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie. Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise. Centres météorologiques.

	I	II	III	IV
Zone 1				
Zone 2	aucune exigence			Eurocode 8 ³ $a_g=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 3	PS-MI ¹			Eurocode 8 ³ $a_g=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 4	PS-MI ¹			Eurocode 8 ³ $a_g=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5	CP-MI ²			Eurocode 8 ³ $a_g=3 \text{ m/s}^2$

¹ Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI

² Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide

³ Application obligatoire des règles Eurocode 8

1.6 - METHODE DE CALCUL

1.6.1 - Confortements de compartiments rocheux

Aucun document normatif ne s'applique spécifiquement aux dimensionnements des confortements en terrain rocheux. Nous nous appuyons néanmoins sur des documents type : **norme NF P 94-270**.

Les hypothèses à considérer sont :

- ✓ La géométrie du compartiment rocheux à conforter (hauteur verticale, épaisseur en tête, épaisseur en pied, largeur en cas de dimensionnement global) ;
- ✓ Les caractéristiques du plan ou de la ligne de glissement (inclinaison, angle de frottement, cohésion) ;
- ✓ Les caractéristiques du matériau rocheux (poids volumique, frottement latéral sol / inclusion) ;
- ✓ Les caractéristiques des boulons d'ancrage (diamètre de foration, longueur de scellement en arrière de la surface de rupture, nuance d'acier, diamètre de l'armature métallique) ;

Le calcul est réalisé aux ELU, des coefficients de sécurité partiels sont donc pris en compte. Il s'agit des coefficients partiels de l'Eurocode 7 sur le poids volumique, l'angle de frottement interne, la cohésion, le terme de frottement latéral et la résistance de l'acier (approche 3).

La méthode de calcul est la suivante : à partir du poids du compartiment rocheux à conforter, un effort moteur tangentiel à la surface de glissement est calculé. L'effort à reprendre par les boulons d'ancrage est la différence entre cet effort moteur et les efforts résistants dus au frottement et à la cohésion.

Cet effort à reprendre est supposé réparti uniformément dans tous les boulons d'ancrage. Cet effort génère dans les boulons d'ancrage des contraintes de traction et de cisaillement, en fonction de l'inclinaison des boulons d'ancrage et de l'inclinaison de la surface de glissement. Les armatures des boulons d'ancrage sont vérifiées vis-à-vis de la combinaison des contraintes de cisaillement et de traction. Le calcul donne donc 2 coefficients de sécurité, sur les armatures et sur le scellement.

1.6.2 - Grillage

Le grillage métallique double torsion plaquée ne fera pas l'objet d'un calcul de dimensionnement.

1.6.3 - Coefficients partiels de sécurité

Les coefficients de sécurité partiels pris en compte sont issus de la norme NF P 94-270 et sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Paramètre	Coefficient de sécurité
Facteur partiel de méthode	1.10
Poids volumique du rocher	1.00
Angle de frottement interne	1.25
Cohésion	1.25
Coefficient de frottement latéral	1.1
Coefficient de sécurité sur l'acier	1.25

Annexe 3

Fiches de calcul confortement rocheux



Bureau d'Ingénieurs-Conseils GÉOLITHE
181 rue des Bécasses - Cedex 112 F
38920 CROLLES
tel : 04 76 92 22 22 - fax : 04 76 92 22 23

MISE EN SECURITE DU SITE VIS-A-VIS DES EBOULEMENTS ROCHEUX

Dossier 24-0970
Plouzane
Compartiment C1

Compartiment à conforter	Hauteur verticale du compartiment	3,5 m
	Largeur du compartiment	3 m
	Epaisseur en tête	1 m
	Epaisseur en pied	1 m
	Volume total masse	10,5 m ³
	Poids volumique rocher	24 kN/m ³
	coef de sécurité	1
Surface de glissement	Pente surface d'appui	65 °
	Surface d'appui	11,6 m ²
	Angle de frottement théorique	35 °
	coef de sécurité	1,25
	Angle de frottement pour calcul	29,3 °
	Cohésion	0 kPa
	coef de sécurité	1,25
	Cohésion pour calcul	0,00 kPa
Clouage	Diamètre de foration	76 mm
	Frottement latéral avant essais	250 kPa
	coef de sécurité	1,15
	Frottement latéral pour calcul	217 kPa
	Limite élastique acier	500 MPa
	Limite rupture acier	550 MPa
	Coef cisaillement / traction	60%
	Diamètre armature	25 mm
	Force corrosive associée à l'atmosphère	C5-Très fortement corrosive
	Force corrosive des sols	III - Moyennement corrosif
	Durée de vie	75 ans
	Coef sécurité sur acier	1,15
	Inclinaison des clous sous l'horizontale (tête en haut >0)	10 °
	Longueur d'ancrage des clous (en arrière de la fracture)	2 m
	Longueur totale des clous	4 m
	Nombre total d'armatures	6
	Résistance à la traction armature après corrosion	145 kN
	Galvanisation soit après coef de sécurité	oui 126 kN
Efforts	Résistance au cisaillement armature après corrosion	87 kN
	soit après coef de sécurité	76 kN
	Surcharge	0 kN
	Poids compartiment rocheux + surcharge après coef de sécu	252,0 kN
	composante normale au plan de glissement	106,5 kN
	composante tangentielle au plan de glissement	228,4 kN
	Force résistante (frottement)	60 kN
	Force résistante (cohésion)	0 kN
	EFFORT TANGENTIEL A REPRENDRE	169 kN
	Effort de traction résultant dans les clous	44 kN
	soit traction par clou	7 kN
	Effort de cisaillement résultant dans les clous	163 kN
	soit cisaillement par clou	27 kN
	Coefficient de méthode	1,15
	Coefficient de sécurité sur acier	2,39
	Coefficient de sécurité sur scellement	12,40
	Coefficient de sécurité final obtenu	2,39



Bureau d'Ingénieurs-Conseils GEOLITHE
181 rue des Bécasses - Cedex 112 F
38920 CROLLES
tel : 04 76 92 22 22 - fax : 04 76 92 22 23

**DIMENSIONNEMENT DU CONFORTEMENT D'UN COMPARTIMENT ROCHEUX PAR BOULONS D'ANCRAGE
CLOUAGE TOTAL**

**Dossier 24-0970
Plouzane
Compartiment C2**

Compartiment à conforter	Hauteur verticale du compartiment	3 m
	Largeur du compartiment	4 m
	Epaisseur en tête	0,5 m
	Epaisseur en pied	0,5 m
	Volume total masse	6,0 m3
	Poids volumique rocher	24 kN/m3
	coef de sécurité	1
Surface de glissement	Pente surface d'appui	65 °
	Surface d'appui	13,2 m²
	Angle de frottement théorique	35 °
	coef de sécurité	1,25
	Angle de frottement pour calcul	29,3 °
	Cohésion	0 kPa
	coef de sécurité	1,25
	Cohésion pour calcul	0,00 kPa
Clouage	Diamètre de foration	76 mm
	Frottement latéral avant essais	250 kPa
	coef de sécurité	1,15
	Frottement latéral pour calcul	217 kPa
	Limite élastique acier	500 MPa
	Limite rupture acier	550 MPa
	Coef cisaillement / traction	60%
	Diamètre armature	25 mm
	Force corrosive associée à l'atmosphère	C5-Très fortement corrosive
	Force corrosive des sols	III - Moyennement corrosif
	Durée de vie	75 ans
	Coef sécurité sur acier	1,15
	Inclinaison des clous sous l'horizontale (tête en haut >0)	10 °
	Longueur d'ancrage des clous (en arrière de la fracture)	2 m
	Longueur totale des clous	3 m
	Nombre total d'armatures	5
	Résistance à la traction armature après corrosion	145 kN
	Galvanisation	oui
	soit après coef de sécurité	126 kN
	Résistance au cisaillement armature après corrosion	87 kN
	soit après coef de sécurité	76 kN
Efforts	Surcharge terrains meubles	0 kN
	Poids compartiment rocheux + surcharge après coef de sécu	144,0 kN
	composante normale au plan de glissement	60,9 kN
	composante tangentielle au plan de glissement	130,5 kN
	Force résistante (frottement)	34 kN
	Force résistante (cohésion)	0 kN
	EFFORT TANGENTIEL A REPRENDRE	96 kN
	Effort de traction résultant dans les clous	25 kN
	soit traction par clou	5 kN
	Effort de cisaillement résultant dans les clous	93 kN
	soit cisaillement par clou	19 kN
	Coefficient de méthode	1,1
	Coefficient de sécurité sur acier	3,64
	Coefficient de sécurité sur scellement	18,91
	Coefficient de sécurité final obtenu	3,64



Bureau d'Ingénieurs-Conseils GEOLITHE
181 rue des Bécasses - Cedex 112 F
38920 CROLLES
tel : 04 76 92 22 22 - fax : 04 76 92 22 23

**DIMENSIONNEMENT DU CONFORTEMENT D'UN COMPARTIMENT ROCHEUX PAR BOULONS D'ANCRAGE
CLOUAGE TOTAL**

**Dossier 24-0970
Plouzane
Compartiment C4**

Compartiment à conforter	Hauteur verticale du compartiment		3 m
	Largeur du compartiment		2 m
	Epaisseur en tête		1 m
	Epaisseur en pied		1 m
	Volume total masse		6,0 m3
	Poids volumique rocher		24 kN/m3
		coef de sécurité	1
Surface de glissement	Pente surface d'appui		90 °
	Surface d'appui		6,0 m²
	Angle de frottement théorique		35 °
		coef de sécurité	1,25
	Angle de frottement pour calcul		29,3 °
	Cohésion		0 kPa
		coef de sécurité	1,25
	Cohésion pour calcul		0,00 kPa
Clouage	Diamètre de foration		76 mm
	Frottement latéral avant essais		250 kPa
		coef de sécurité	1,15
	Frottement latéral pour calcul		217 kPa
	Limite élastique acier		500 MPa
	Limite rupture acier		550 MPa
	Coef cisaillement / traction		60%
	Diamètre armature		25 mm
	Force corrosive associée à l'atmosphère		C5-Très fortement corrosive
	Force corrosive des sols		III - Moyennement corrosif
	Durée de vie		75 ans
	Coef sécurité sur acier		1,15
	Inclinaison des clous sous l'horizontale (tête en haut >0)		10 °
	Longueur d'ancrage des clous (en arrière de la fracture)		2 m
	Longueur totale des clous		3 m
	Nombre total d'armatures		3
	Résistance à la traction armature après corrosion		145 kN
		Galvanisation	oui
		soit après coef de sécurité	126 kN
	Résistance au cisaillement armature après corrosion		87 kN
		soit après coef de sécurité	76 kN
Efforts	Surcharge terrains meubles		0 kN
	Poids compartiment rocheux + surcharge après coef de sécu		144,0 kN
		composante normale au plan de glissement	0,0 kN
		composante tangentielle au plan de glissement	144,0 kN
	Force résistante (frottement)		0 kN
	Force résistante (cohésion)		0 kN
	EFFORT TANGENTIEL A REPRENDRE		144 kN
	Effort de traction résultant dans les clous		0 kN
		soit traction par clou	0 kN
	Effort de cisaillement résultant dans les clous		144 kN
		soit cisaillement par clou	48 kN
		Coefficient de méthode	1,1
	Coefficient de sécurité sur acier		1,43
	Coefficient de sécurité sur scellement		
	Coefficient de sécurité final obtenu		1,43



Bureau d'Ingénieurs-Conseils GEOLITHE
181 rue des Bécasses - Cedex 112 F
38920 CROLLES
tel : 04 76 92 22 22 - fax : 04 76 92 22 23

**DIMENSIONNEMENT DU CONFORTEMENT D'UN COMPARTIMENT ROCHEUX PAR BOULONS D'ANCRAGE
CLOUAGE TOTAL**

**Dossier 24-0970
Plouzane
Compartiment C5**

Compartiment à conforter	Hauteur verticale du compartiment		2,5 m
	Largeur du compartiment		2 m
	Epaisseur en tête		2,5 m
	Epaisseur en pied		2,5 m
	Volume total masse		12,5 m ³
	Poids volumique rocher		24 kN/m ³
		coef de sécurité	1
Surface de glissement	Pente surface d'appui		60 °
	Surface d'appui		5,8 m ²
	Angle de frottement théorique		35 °
		coef de sécurité	1,25
	Angle de frottement pour calcul		29,3 °
	Cohésion		0 kPa
		coef de sécurité	1,25
	Cohésion pour calcul		0,00 kPa
Clouage	Diamètre de foration		76 mm
	Frottement latéral avant essais		250 kPa
		coef de sécurité	1,15
	Frottement latéral pour calcul		217 kPa
	Limite élastique acier		500 MPa
	Limite rupture acier		550 MPa
	Coef cisaillement / traction		60%
	Diamètre armature		25 mm
	Force corrosive associée à l'atmosphère		C5-Très fortement corrosive
	Force corrosive des sols		III - Moyennement corrosif
	Durée de vie		75 ans
	Coef sécurité sur acier		1,15
	Inclinaison des clous sous l'horizontale (tête en haut >0)		10 °
	Longueur d'ancrage des clous (en arrière de la fracture)		2 m
	Longueur totale des clous		4 m
	Nombre total d'armatures		4
	Résistance à la traction armature après corrosion		145 kN
		Galvanisation	oui
		soit après coef de sécurité	126 kN
	Résistance au cisaillement armature après corrosion		87 kN
		soit après coef de sécurité	76 kN
Efforts	Surcharge terrains meubles		0 kN
	Poids compartiment rocheux + surcharge après coef de sécu		300,0 kN
		composante normale au plan de glissement	150,0 kN
		composante tangentielle au plan de glissement	259,8 kN
	Force résistante (frottement)		84 kN
	Force résistante (cohésion)		0 kN
	EFFORT TANGENTIEL A REPRENDRE		176 kN
	Effort de traction résultant dans les clous		60 kN
		soit traction par clou	15 kN
	Effort de cisaillement résultant dans les clous		165 kN
		soit cisaillement par clou	41 kN
		Coefficient de méthode	1,1
	Coefficient de sécurité sur acier		1,62
	Coefficient de sécurité sur scellement		6,28
		Coefficient de sécurité final obtenu	1,62



Bureau d'Ingénieurs-Conseils GEOLITHE
181 rue des Bécasses - Cedex 112 F
38920 CROLLES
tel : 04 76 92 22 22 - fax : 04 76 92 22 23

**DIMENSIONNEMENT DU CONFORTEMENT D'UN COMPARTIMENT ROCHEUX PAR BOULONS D'ANCRAGE
CLOUAGE TOTAL**

**Dossier 24-0970
Plouzane
Compartiment C6**

Compartiment à conforter	Hauteur verticale du compartiment	5 m
	Largeur du compartiment	4 m
	Epaisseur en tête	1 m
	Epaisseur en pied	1 m
	Volume total masse	20,0 m3
	Poids volumique rocher	24 kN/m3
	coef de sécurité	1
Surface de glissement	Pente surface d'appui	65 °
	Surface d'appui	22,1 m²
	Angle de frottement théorique	35 °
	coef de sécurité	1,25
	Angle de frottement pour calcul	29,3 °
	Cohésion	0 kPa
	coef de sécurité	1,25
	Cohésion pour calcul	0,00 kPa
Clouage	Diamètre de foration	76 mm
	Frottement latéral avant essais	250 kPa
	coef de sécurité	1,15
	Frottement latéral pour calcul	217 kPa
	Limite élastique acier	500 MPa
	Limite rupture acier	550 MPa
	Coef cisaillement / traction	60%
	Diamètre armature	25 mm
	Force corrosive associée à l'atmosphère	C5-Très fortement corrosive
	Force corrosive des sols	III - Moyennement corrosif
	Durée de vie	75 ans
	Coef sécurité sur acier	1,15
	Inclinaison des clous sous l'horizontale (tête en haut >0)	10 °
	Longueur d'ancrage des clous (en arrière de la fracture)	2 m
	Longueur totale des clous	3 m
	Nombre total d'armatures	9
	Résistance à la traction armature après corrosion	145 kN
	Galvanisation	oui
	soit après coef de sécurité	126 kN
	Résistance au cisaillement armature après corrosion	87 kN
	soit après coef de sécurité	76 kN
Efforts	Surcharge terrains meubles	0 kN
	Poids compartiment rocheux + surcharge après coef de sécu	480,0 kN
	composante normale au plan de glissement	202,9 kN
	composante tangentielle au plan de glissement	435,0 kN
	Force résistante (frottement)	114 kN
	Force résistante (cohésion)	0 kN
	EFFORT TANGENTIEL A REPRENDRE	321 kN
	Effort de traction résultant dans les clous	83 kN
	soit traction par clou	9 kN
	Effort de cisaillement résultant dans les clous	310 kN
	soit cisaillement par clou	34 kN
	Coefficient de méthode	1,1
	Coefficient de sécurité sur acier	1,97
	Coefficient de sécurité sur scellement	10,21
	Coefficient de sécurité final obtenu	1,97



Bureau d'Ingénieurs-Conseils GEOLITHE
181 rue des Bécasses - Cedex 112 F
38920 CROLLES
tel : 04 76 92 22 22 - fax : 04 76 92 22 23

**DIMENSIONNEMENT DU CONFORTEMENT D'UN COMPARTIMENT ROCHEUX PAR BOULONS D'ANCRAGE
CLOUAGE TOTAL**

**Dossier 24-0970
Plouzane
Compartiment C7**

Compartiment à conforter	Hauteur verticale du compartiment	17,5 m
	Largeur du compartiment	22 m
	Epaisseur en tête	0,6 m
	Epaisseur en pied	0,6 m
	Volume total masse	231,0 m ³
	Poids volumique rocher	24 kN/m ³
	coef de sécurité	1
Surface de glissement	Pente surface d'appui	65 °
	Surface d'appui	424,8 m ²
	Angle de frottement théorique	35 °
	coef de sécurité	1,25
	Angle de frottement pour calcul	29,3 °
	Cohésion	0 kPa
	coef de sécurité	1,25
	Cohésion pour calcul	0,00 kPa
Clouage	Diamètre de foration	76 mm
	Frottement latéral avant essais	250 kPa
	coef de sécurité	1,15
	Frottement latéral pour calcul	217 kPa
	Limite élastique acier	500 MPa
	Limite rupture acier	550 MPa
	Coef cisaillement / traction	60%
	Diamètre armature	25 mm
	Force corrosive associée à l'atmosphère	C5-Très fortement corrosive
	Force corrosive des sols	III - Moyennement corrosif
	Durée de vie	75 ans
	Coef sécurité sur acier	1,15
	Inclinaison des clous sous l'horizontale (tête en haut >0)	10 °
	Longueur d'ancrage des clous (en arrière de la fracture)	2 m
	Longueur totale des clous	4 m
	Nombre total d'armatures	60
	Résistance à la traction armature après corrosion	145 kN
	Galvanisation	oui
	soit après coef de sécurité	126 kN
	Résistance au cisaillement armature après corrosion	87 kN
	soit après coef de sécurité	76 kN
Efforts	Surcharge terrains meubles	0 kN
	Poids compartiment rocheux + surcharge après coef de sécu	5544,0 kN
	composante normale au plan de glissement	2343,0 kN
	composante tangentielle au plan de glissement	5024,6 kN
	Force résistante (frottement)	1312 kN
	Force résistante (cohésion)	0 kN
	EFFORT TANGENTIEL A REPRENDRE	3712 kN
	Effort de traction résultant dans les clous	961 kN
	soit traction par clou	16 kN
	Effort de cisaillement résultant dans les clous	3586 kN
	soit cisaillement par clou	60 kN
	Coefficient de méthode	1,1
	Coefficient de sécurité sur acier	1,13
	Coefficient de sécurité sur scellement	5,89
	Coefficient de sécurité final obtenu	1,13



Bureau d'Ingénieurs-Conseils GEOLITHE
181 rue des Bécasses - Cedex 112 F
38920 CROLLES
tel : 04 76 92 22 22 - fax : 04 76 92 22 23

**DIMENSIONNEMENT DU CONFORTEMENT D'UN COMPARTIMENT ROCHEUX PAR BOULONS D'ANCRAGE
CLOUAGE TOTAL**

**Dossier 24-0970
Plouzane
Compartiment C8**

Compartiment à conforter	Hauteur verticale du compartiment	6 m
	Largeur du compartiment	3,75 m
	Epaisseur en tête	1 m
	Epaisseur en pied	0,6 m
	Volume total masse	22,5 m ³
	Poids volumique rocher	24 kN/m ³
	coef de sécurité	1

Surface de glissement	Pente surface d'appui	90 °
	Surface d'appui	22,5 m ²
	Angle de frottement théorique	35 °
	coef de sécurité	1,25
	Angle de frottement pour calcul	29,3 °
	Cohésion	0 kPa
	coef de sécurité	1,25
	Cohésion pour calcul	0,00 kPa

Clouage	Diamètre de foration	76 mm
	Frottement latéral avant essais	250 kPa
	coef de sécurité	1,15
	Frottement latéral pour calcul	217 kPa
	Limite élastique acier	500 MPa
	Limite rupture acier	550 MPa
	Coef cisaillement / traction	60%
	Diamètre armature	25 mm
	Force corrosive associée à l'atmosphère	C5-Très fortement corrosive
	Force corrosive des sols	III - Moyennement corrosif
	Durée de vie	75 ans
	Coef sécurité sur acier	1,15
	Inclinaison des clous sous l'horizontale (tête en haut >0)	10 °
	Longueur d'ancrage des clous (en arrière de la fracture)	2 m
	Longueur totale des clous	4 m
	Nombre total d'armatures	10
	Résistance à la traction armature après corrosion	145 kN
	Galvanisation	oui
	soit après coef de sécurité	126 kN
	Résistance au cisaillement armature après corrosion	87 kN
	soit après coef de sécurité	76 kN

Efforts	Surcharge terrains meubles	0 kN
	Poids compartiment rocheux + surcharge après coef de sécu	540,0 kN
	composante normale au plan de glissement	0,0 kN
	composante tangentielle au plan de glissement	540,0 kN
	Force résistante (frottement)	0 kN
	Force résistante (cohésion)	0 kN
	EFFORT TANGENTIEL A REPRENDRE	540 kN
	Effort de traction résultant dans les clous	0 kN
	soit traction par clou	0 kN
	Effort de cisaillement résultant dans les clous	540 kN
	soit cisaillement par clou	54 kN
	Coefficient de méthode	1,1
	Coefficient de sécurité sur acier	1,27
	Coefficient de sécurité sur scellement	
	Coefficient de sécurité final obtenu	1,27



Bureau d'Ingénieurs-Conseils GEOLITHE
181 rue des Bécasses - Cedex 112 F
38920 CROLLES
tel : 04 76 92 22 22 - fax : 04 76 92 22 23

**DIMENSIONNEMENT DU CONFORTEMENT D'UN COMPARTIMENT ROCHEUX PAR BOULONS D'ANCRAGE
CLOUAGE TOTAL**

**Dossier 24-0970
Plouzane
Compartiment C9**

Compartiment à conforter	Hauteur verticale du compartiment		2 m
	Largeur du compartiment		4,5 m
	Epaisseur en tête		1 m
	Epaisseur en pied		1 m
	Volume total masse		9,0 m3
	Poids volumique rocher		24 kN/m3
		coef de sécurité	1
Surface de glissement	Pente surface d'appui		90 °
	Surface d'appui		9,0 m²
	Angle de frottement théorique		35 °
		coef de sécurité	1,25
	Angle de frottement pour calcul		29,3 °
	Cohésion		0 kPa
		coef de sécurité	1,25
	Cohésion pour calcul		0,00 kPa
Clouage	Diamètre de foration		76 mm
	Frottement latéral avant essais		250 kPa
		coef de sécurité	1,15
	Frottement latéral pour calcul		217 kPa
	Limite élastique acier		500 MPa
	Limite rupture acier		550 MPa
	Coef cisaillement / traction		60%
	Diamètre armature		25 mm
	Force corrosive associée à l'atmosphère		C5-Très fortement corrosive
	Force corrosive des sols		III - Moyennement corrosif
	Durée de vie		75 ans
	Coef sécurité sur acier		1,15
	Inclinaison des clous sous l'horizontale (tête en haut >0)		10 °
	Longueur d'ancrage des clous (en arrière de la fracture)		2 m
	Longueur totale des clous		3 m
	Nombre total d'armatures		6
	Résistance à la traction armature après corrosion		145 kN
		Galvanisation	oui
		soit après coef de sécurité	126 kN
	Résistance au cisaillement armature après corrosion		87 kN
		soit après coef de sécurité	76 kN
Efforts	Surcharge terrains meubles		0 kN
	Poids compartiment rocheux + surcharge après coef de sécu		216,0 kN
		composante normale au plan de glissement	0,0 kN
		composante tangentielle au plan de glissement	216,0 kN
	Force résistante (frottement)		0 kN
	Force résistante (cohésion)		0 kN
	EFFORT TANGENTIEL A REPRENDRE		216 kN
	Effort de traction résultant dans les clous		0 kN
		soit traction par clou	0 kN
	Effort de cisaillement résultant dans les clous		216 kN
		soit cisaillement par clou	36 kN
		Coefficient de méthode	1,1
	Coefficient de sécurité sur acier		1,91
	Coefficient de sécurité sur scellement		
	Coefficient de sécurité final obtenu		1,91



Bureau d'Ingénieurs-Conseils GEOLITHE
181 rue des Bécasses - Cedex 112 F
38920 CROLLES
tel : 04 76 92 22 22 - fax : 04 76 92 22 23

**DIMENSIONNEMENT DU CONFORTEMENT D'UN COMPARTIMENT ROCHEUX PAR BOULONS D'ANCRAGE
CLOUAGE TOTAL**

**Dossier 24-0970
Plouzane
Compartiment C10**

Compartiment à conforter	Hauteur verticale du compartiment	8,5 m
	Largeur du compartiment	3,5 m
	Epaisseur en tête	1 m
	Epaisseur en pied	1 m
	Volume total masse	29,8 m3
	Poids volumique rocher	24 kN/m3
	coef de sécurité	1

Surface de glissement	Pente surface d'appui	90 °
	Surface d'appui	29,8 m²
	Angle de frottement théorique	35 °
	coef de sécurité	1,25
	Angle de frottement pour calcul	29,3 °
	Cohésion	0 kPa
	coef de sécurité	1,25
	Cohésion pour calcul	0,00 kPa

Clouage	Diamètre de foration	76 mm
	Frottement latéral avant essais	250 kPa
	coef de sécurité	1,15
	Frottement latéral pour calcul	217 kPa
	Limite élastique acier	500 MPa
	Limite rupture acier	550 MPa
	Coef cisaillement / traction	60%
	Diamètre armature	25 mm
	Force corrosive associée à l'atmosphère	C5-Très fortement corrosive
	Force corrosive des sols	III - Moyennement corrosif
	Durée de vie	75 ans
	Coef sécurité sur acier	1,15
	Inclinaison des clous sous l'horizontale (tête en haut >0)	10 °
	Longueur d'ancrage des clous (en arrière de la fracture)	2 m
	Longueur totale des clous	4 m
	Nombre total d'armatures	14
	Résistance à la traction armature après corrosion	145 kN
	Galvanisation	oui
	soit après coef de sécurité	126 kN
	Résistance au cisaillement armature après corrosion	87 kN
	soit après coef de sécurité	76 kN

Efforts	Surcharge terrains meubles	0 kN
	Poids compartiment rocheux + surcharge après coef de sécu	714,0 kN
	composante normale au plan de glissement	0,0 kN
	composante tangentielle au plan de glissement	714,0 kN
	Force résistante (frottement)	0 kN
	Force résistante (cohésion)	0 kN
	EFFORT TANGENTIEL A REPRENDRE	714 kN
	Effort de traction résultant dans les clous	0 kN
	soit traction par clou	0 kN
	Effort de cisaillement résultant dans les clous	714 kN
	soit cisaillement par clou	51 kN
	Coefficient de méthode	1,1
	Coefficient de sécurité sur acier	1,35
	Coefficient de sécurité sur scellement	
	Coefficient de sécurité final obtenu	1,35



Bureau d'Ingénieurs-Conseils GEOLITHE
181 rue des Bécasses - Cedex 112 F
38920 CROLLES
tel : 04 76 92 22 22 - fax : 04 76 92 22 23

**DIMENSIONNEMENT DU CONFORTEMENT D'UN COMPARTIMENT ROCHEUX PAR BOULONS D'ANCRAGE
CLOUAGE TOTAL**

**Dossier 24-0970
Plouzane
Compartment C11**

Compartment à conforter	Hauteur verticale du compartiment	6 m
	Largeur du compartiment	10 m
	Epaisseur en tête	1 m
	Epaisseur en pied	1 m
	Volume total masse	60,0 m3
	Poids volumique rocher	24 kN/m3
	coef de sécurité	1
Surface de glissement	Pente surface d'appui	90 °
	Surface d'appui	60,0 m²
	Angle de frottement théorique	35 °
	coef de sécurité	1,25
	Angle de frottement pour calcul	29,3 °
	Cohésion	0 kPa
	coef de sécurité	1,25
	Cohésion pour calcul	0,00 kPa
Clouage	Diamètre de foration	76 mm
	Frottement latéral avant essais	250 kPa
	coef de sécurité	1,15
	Frottement latéral pour calcul	217 kPa
	Limite élastique acier	500 MPa
	Limite rupture acier	550 MPa
	Coef cisaillement / traction	60%
	Diamètre armature	25 mm
	Force corrosive associée à l'atmosphère	C5-Très fortement corrosive
	Force corrosive des sols	III - Moyennement corrosif
	Durée de vie	75 ans
	Coef sécurité sur acier	1,15
	Inclinaison des clous sous l'horizontale (tête en haut >0)	10 °
	Longueur d'ancrage des clous (en arrière de la fracture)	2 m
	Longueur totale des clous	4 m
	Nombre total d'armatures	25
	Résistance à la traction armature après corrosion	145 kN
	Galvanisation	oui
	soit après coef de sécurité	126 kN
	Résistance au cisaillement armature après corrosion	87 kN
	soit après coef de sécurité	76 kN
Efforts	Surcharge terrains meubles	0 kN
	Poids compartiment rocheux + surcharge après coef de sécu	1440,0 kN
	composante normale au plan de glissement	0,0 kN
	composante tangentielle au plan de glissement	1440,0 kN
	Force résistante (frottement)	0 kN
	Force résistante (cohésion)	0 kN
	EFFORT TANGENTIEL A REPRENDRE	1440 kN
	Effort de traction résultant dans les clous	0 kN
	soit traction par clou	0 kN
	Effort de cisaillement résultant dans les clous	1440 kN
	soit cisaillement par clou	58 kN
	Coefficient de méthode	1,1
	Coefficient de sécurité sur acier	1,19
	Coefficient de sécurité sur scellement	
	Coefficient de sécurité final obtenu	1,19



Bureau d'Ingénieurs-Conseils GEOLITHE
181 rue des Bécasses - Cedex 112 F
38920 CROLLES
tel : 04 76 92 22 22 - fax : 04 76 92 22 23

**DIMENSIONNEMENT DU CONFORTEMENT D'UN COMPARTIMENT ROCHEUX PAR BOULONS D'ANCRAGE
CLOUAGE TOTAL**

**Dossier 24-0970
Plouzane
Compartment C12**

Compartment à conforter	Hauteur verticale du compartiment	17,5 m
	Largeur du compartiment	5 m
	Epaisseur en tête	1 m
	Epaisseur en pied	1 m
	Volume total masse	87,5 m3
	Poids volumique rocher	24 kN/m3
	coef de sécurité	1
Surface de glissement	Pente surface d'appui	65 °
	Surface d'appui	96,5 m²
	Angle de frottement théorique	35 °
	coef de sécurité	1,25
	Angle de frottement pour calcul	29,3 °
	Cohésion	0 kPa
	coef de sécurité	1,25
	Cohésion pour calcul	0,00 kPa
Clouage	Diamètre de foration	76 mm
	Frottement latéral avant essais	250 kPa
	coef de sécurité	1,15
	Frottement latéral pour calcul	217 kPa
	Limite élastique acier	500 MPa
	Limite rupture acier	550 MPa
	Coef cisaillement / traction	60%
	Diamètre armature	25 mm
	Force corrosive associée à l'atmosphère	C5-Très fortement corrosive
	Force corrosive des sols	III - Moyennement corrosif
	Durée de vie	75 ans
	Coef sécurité sur acier	1,15
	Inclinaison des clous sous l'horizontale (tête en haut >0)	10 °
	Longueur d'ancrage des clous (en arrière de la fracture)	2 m
	Longueur totale des clous	3 m
	Nombre total d'armatures	35
	Résistance à la traction armature après corrosion	145 kN
	Galvanisation	oui
	soit après coef de sécurité	126 kN
	Résistance au cisaillement armature après corrosion	87 kN
	soit après coef de sécurité	76 kN
Efforts	Surcharge terrains meubles	0 kN
	Poids compartiment rocheux + surcharge après coef de sécu	2100,0 kN
	composante normale au plan de glissement	887,5 kN
	composante tangentielle au plan de glissement	1903,2 kN
	Force résistante (frottement)	497 kN
	Force résistante (cohésion)	0 kN
	EFFORT TANGENTIEL A REPRENDRE	1406 kN
	Effort de traction résultant dans les clous	364 kN
	soit traction par clou	10 kN
	Effort de cisaillement résultant dans les clous	1358 kN
	soit cisaillement par clou	39 kN
	Coefficient de méthode	1,1
	Coefficient de sécurité sur acier	1,75
	Coefficient de sécurité sur scellement	9,08
	Coefficient de sécurité final obtenu	1,75



Bureau d'Ingénieurs-Conseils GÉOLITHE
181 rue des Bécasses - Cedex 112 F
38920 CROLLES
tel : 04 76 92 22 22 - fax : 04 76 92 22 23

**DIMENSIONNEMENT DU CONFORTEMENT D'UN COMPARTIMENT ROCHEUX PAR BOULONS D'ANCRAGE
CLOUAGE TOTAL**

**Dossier 24-0970
Plouzane
Compartiment C13**

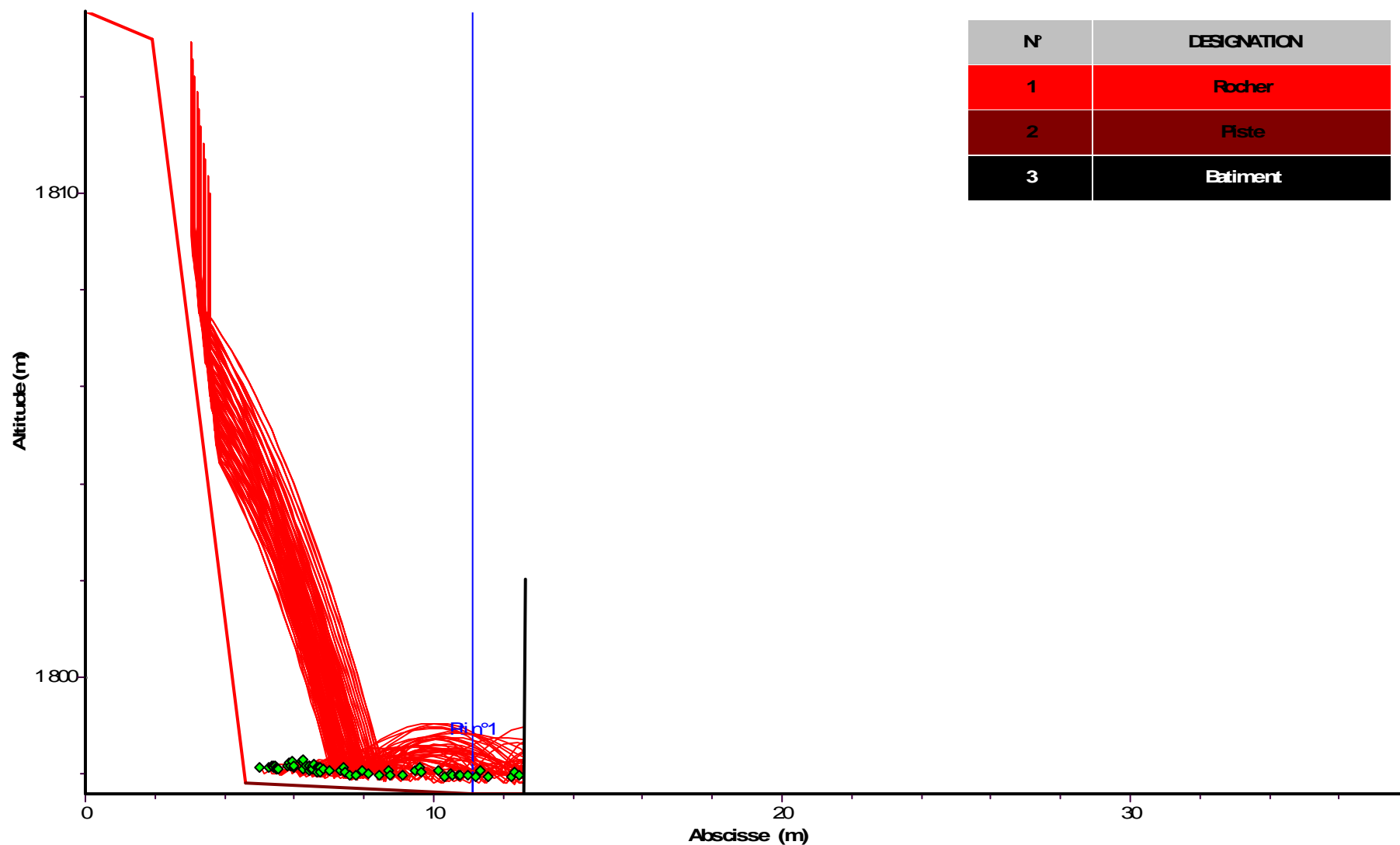
Compartiment à conforter	Hauteur verticale du compartiment		1 m
	Largeur du compartiment		1 m
	Epaisseur en tête		1 m
	Epaisseur en pied		1 m
	Volume total masse		1,0 m ³
	Poids volumique rocher		24 kN/m ³
		coef de sécurité	1
Surface de glissement	Pente surface d'appui		65 °
	Surface d'appui		1,1 m ²
	Angle de frottement théorique		35 °
		coef de sécurité	1,25
	Angle de frottement pour calcul		29,3 °
	Cohésion		0 kPa
		coef de sécurité	1,25
	Cohésion pour calcul		0,00 kPa
Clouage	Diamètre de foration		76 mm
	Frottement latéral avant essais		250 kPa
		coef de sécurité	1,15
	Frottement latéral pour calcul		217 kPa
	Limite élastique acier		500 MPa
	Limite rupture acier		550 MPa
	Coef cisaillement / traction		60%
	Diamètre armature		25 mm
	Force corrosive associée à l'atmosphère		C5-Très fortement corrosive
	Force corrosive des sols		III - Moyennement corrosif
	Durée de vie		75 ans
	Coef sécurité sur acier		1,15
	Inclinaison des clous sous l'horizontale (tête en haut >0)		10 °
	Longueur d'ancrage des clous (en arrière de la fracture)		2 m
	Longueur totale des clous		2 m
	Nombre total d'armatures		2
	Résistance à la traction armature après corrosion		145 kN
		Galvanisation	oui
		soit après coef de sécurité	126 kN
	Résistance au cisaillement armature après corrosion		87 kN
		soit après coef de sécurité	76 kN
Efforts	Surcharge terrains meubles		0 kN
	Poids compartiment rocheux + surcharge après coef de sécu		24,0 kN
		composante normale au plan de glissement	10,1 kN
		composante tangentielle au plan de glissement	21,8 kN
	Force résistante (frottement)		6 kN
	Force résistante (cohésion)		0 kN
	EFFORT TANGENTIEL A REPENDRE		16 kN
	Effort de traction résultant dans les clous		4 kN
		soit traction par clou	2 kN
	Effort de cisaillement résultant dans les clous		16 kN
		soit cisaillement par clou	8 kN
		Coefficient de méthode	1,15
	Coefficient de sécurité sur acier		8,36
	Coefficient de sécurité sur scellement		43,41
		Coefficient de sécurité final obtenu	8,36

Annexe 4

Résultats de la trajectographie



N°	DESIGNATION
1	Rocher
2	Piste
3	Batiment



N° Profil : 2 N° Dossier : 24-000 N° Ordre : 1 N° Pièce : 1 Indice : 0



RESULTATS STATISTIQUES AUX POINTS D'INTERCEPTION

POINTS D'INTERCEPTION

EnTot	Energie cinétique totale des blocs à la verticale du point d'interception (kJ)
Entr	Energie cinétique de translation des blocs à la verticale du point d'interception (kJ)
Hp	Hauteur de passage des blocs à la verticale du point d'interception (m)
Vit	Vitesse des blocs à la verticale du point d'interception (m/s)
EnTotP	Energie cinétique totale des blocs à la normale du point d'interception (kJ)
EntrP	Energie cinétique de translation des blocs à la normale du point d'interception (kJ)
HpP	Hauteur de passage des blocs à la normale du point d'interception (m)
VitP	Vitesse des blocs à la normale du point d'interception (m/s)
Inc	Incidence des blocs/horizontale à la verticale des points d'interception (Deg)
Tp	Temps de passage(temps écoulé depuis le départ des blocs) à la verticale du point d'interception (s)
Volume	Volume des blocs à la verticale du point d'interception (m3)
Nb	Nombre de blocs passés à la verticale du point d'interception
NbP	Nombre de blocs passés à la normale du point d'interception
max	Maximum
min	Minimum
moy	Moyen
Ecart type	Ecart type (en kJ pour l'énergie, en m pour la hauteur, en m/s pour la vitesse, en Deg pour l'incidence, en s pour le temps)

Nombre de simulations : 100

N° Point 1
Abscisse (m) 11.11
Altitude (m) 1797.58
EnTotmax 21.29
EnTotmin 0.1
EnTotmoy 8.41
Ecart type 4.35
EnTrmax 15.54
EnTrmin 0.07
EnTrmoy 6.07
Ecart type 3.31
Hpmax 1.26
Hpmin 0.28
Hpmoy 0.74
Ecart type 0
Vitmax 8.03
Vitmin 0.77
Vitmoy 5.43
Ecart type 1.41
Nb 40
EnTotPmax 21.29
EnTotPmin 0.1
EnTotPmoy 8.41
Ecart type 4.35
EnTrPmax 15.54
EnTrPmin 0.07

N° Profil : 2 N° Dossier : 24-000 N° Ordre : I N° Pièce : 1 Indice : 0



RESULTATS STATISTIQUES AUX POINTS D'INTERCEPTION

EnTrPmoy 6.07
Ecart type 3.31
HpPmax 1.24
HpPmin 0.28
HpPmoy 0.73
Ecart type 0
VitPmax 8.04
VitPmin 0.77
VitPmoy 5.43
Ecart type 1.41
NbP 40
Incmax 49.47
Incmin 3.15
Inc moy 18.8
Ecart type 11
Tpmax 4.45
Tpmin 2.32
Tp moy 2.67
Ecart type 0
Volumemax 0.2
Volumemin 0.1
Volumemoy 0.14
Ecart type 0

N° Profil : 2

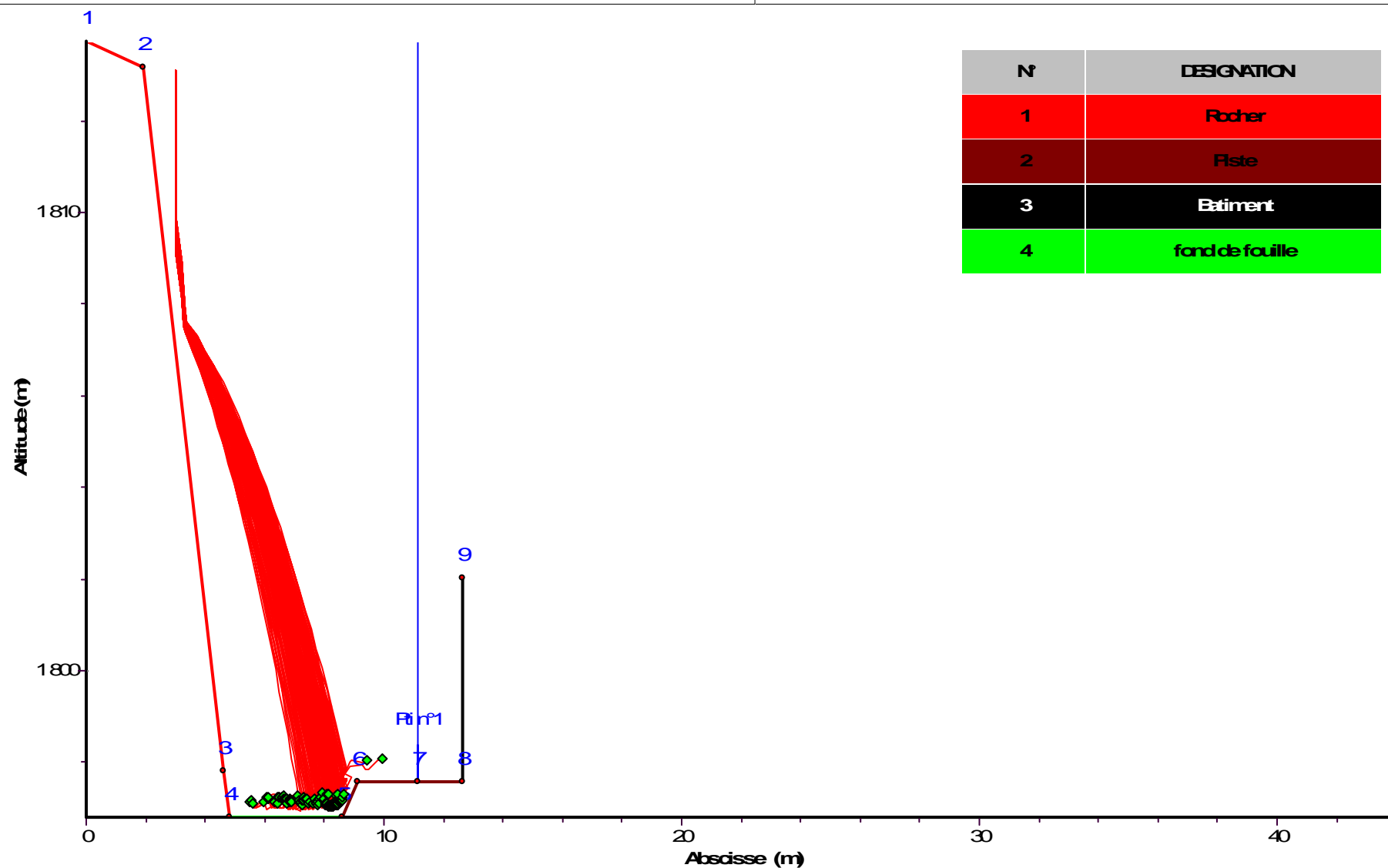
N° Dossier : 24-000

N° Ordre : I

N° Pièce : 1

Indice : 0





N	DESIGNATION
1	Rocher
2	Piste
3	Batiment
4	fond de fouille

RESULTATS STATISTIQUES AUX POINTS D'INTERCEPTION

POINTS D'INTERCEPTION

EnTot	Energie cinétique totale des blocs à la verticale du point d'interception (kJ)
Entr	Energie cinétique de translation des blocs à la verticale du point d'interception (kJ)
Hp	Hauteur de passage des blocs à la verticale du point d'interception (m)
Vit	Vitesse des blocs à la verticale du point d'interception (m/s)
EnTotP	Energie cinétique totale des blocs à la normale du point d'interception (kJ)
EntrP	Energie cinétique de translation des blocs à la normale du point d'interception (kJ)
HpP	Hauteur de passage des blocs à la normale du point d'interception (m)
VitP	Vitesse des blocs à la normale du point d'interception (m/s)
Inc	Incidence des blocs/horizontale à la verticale des points d'interception (Deg)
Tp	Temps de passage(temps écoulé depuis le départ des blocs) à la verticale du point d'interception (s)
Volume	Volume des blocs à la verticale du point d'interception (m3)
Nb	Nombre de blocs passés à la verticale du point d'interception
NbP	Nombre de blocs passés à la normale du point d'interception
max	Maximum
min	Minimum
moy	Moyen
Ecart type	Ecart type (en kJ pour l'énergie, en m pour la hauteur, en m/s pour la vitesse, en Deg pour l'incidence, en s pour le temps)

Nombre de simulations : 10000

N° Point 1
Abscisse (m) 11.11
Altitude (m) 1797.58
EnTotmax 0
EnTotmin 0
EnTotmoy 0
Ecart type 0
EnTrmax 0
EnTrmin 0
EnTrmoy 0
Ecart type 0
Hpmax 0
Hpmin 0
Hp moy 0
Ecart type 0
Vitmax 0
Vitmin 0
Vit moy 0
Ecart type 0
Nb 0
EnTotPmax 0
EnTotPmin 0
EnTotPmoy 0
Ecart type 0
EnTrPmax 0
EnTrPmin 0

N° Profil : 2

N° Dossier : 24-000

N° Ordre : I

N° Pièce : 1

Indice : 0



RESULTATS STATISTIQUES AUX POINTS D'INTERCEPTION

EnTrPmoy 0
Ecart type 0
HpPmax 0
HpPmin 0
HpPmoy 0
Ecart type 0
VitPmax 0
VitPmin 0
VitPmoy 0
Ecart type 0
NbP 0
Incmax 0
Incmin 0
Incroy 0
Ecart type 0
Tpmax 0
Tpmin 0
Tprou 0
Ecart type 0
Volumemax 0
Volumemin 0
Volumemoy 0
Ecart type 0

N° Profil :2

N° Dossier : 24-000

N° Ordre : I

N° Pièce : 1

Indice :0

