

# Cahier des Clauses Techniques Particulières

Cahier des charges type pour les travaux de protection  
contre les éboulements rocheux





*Guide technique*

# **Cahier des Clauses Techniques Particulières**

Cahier des charges type pour les travaux de protection  
contre les éboulements rocheux

Ont participé à la réalisation de ce guide :

Groupe de travail et de rédaction :

- Jean-Luc GENOIS (Cerema Méditerranée)
- Etienne SERPOLET-CATHELIN (CD73)
- Laurent NIGOU (SNCF Réseau)
- Salomé ALLAIN (ARIAS Montagne)
- Régis BETTON (GIA Ingénierie)
- Sten FORCIOLI (GEOLITHE)
- Philippe FAUCHEUX (CAN)
- Philippe BERTHOD (NGE Fondations)
- Florian DELABROSSE (HYDROKARST)

Groupe de relecture :

Relecture interne

- Roland MISTRAL (CD73)
- Cédric LAMBERT (IMSRN)
- Marie MALASCRAVES (Cerema Méditerranée)
- Marion BOST (UGE)

Relecture externe

- Virginie MONDON (CD34)
- Franck CHABBERT (NGE Fondations)
- Adrien CONTE (NGE Fondations)
- Jean-Louis BLANCH (NGE Fondations)
- Franck MOYER (NGE Fondations)
- Philippe ROBIT (NGE Fondations)

Ce CCTP Type – Travaux de protection contre les éboulements rocheux a été rédigé dans le cadre du Projet National C2ROP.

**Comment citer cet ouvrage :**

Projet National C2ROP. *Cahier des Clauses Techniques Particulières - Cahier des charges type pour les travaux de protection contre les éboulements rocheux*

Bron : Cerema, 2020. Collection : Références. ISBN : 978-2-37180-495-1



# Sommaire

<b>Avant-propos</b>	<b>7</b>
<b>Chapitre 1 - Généralités</b>	<b>9</b>
1.1. Objet du marché	9
1.2. Travaux non compris dans le marché	9
1.3. Hypothèses de calcul	10
1.3.1. Études d'exécution	10
1.3.2. Généralités	10
1.3.3. Hypothèses géotechniques	10
1.3.4. Compléments	10
1.4. Environnement des travaux	11
1.4.1. Contexte géomorphologique	11
1.4.2. Environnement	11
1.4.3. Réseaux	12
1.5. Sécurité	12
1.5.1. Spécificité des travaux	12
1.5.2. SPS	13
1.5.3. Sécurité des postes de travail et des accès	13
1.5.4. Sécurité du personnel / Travail sous circulation - Signalisation	13
1.6. Cadre des interventions	13
1.7. Normes	14
1.8. Recommandations et guides	16
<b>Chapitre 2 - Spécification des matériaux et produits constitutifs</b>	<b>17</b>
2.1. Généralités	17
2.2. Conformité aux normes, marques et avis techniques français	17
2.2.1. Possibilités d'équivalence	17
2.2.2. Acceptation ou refus du maître d'œuvre d'une équivalence	18
2.3. Protection contre la corrosion	18
2.4. Produits de scellement pour boulons	18
2.4.1. Matériau de scellement	18
2.4.2. Centreurs	19
2.4.3. Résine de scellement	19
2.5. Béton	19
2.5.1. Réglementation	19
2.5.2. Provenance et fabrication des bétons	19
2.5.3. Transport et manutention des bétons	20
2.5.4. Définition des bétons	20
2.5.5. Autres spécifications complémentaires	20
2.6. Treillis soudé	21
2.7. Drains subhorizontaux	21
2.8. Drainage	21
2.8.1. Barbacanes	21
2.8.2. Bandes drainantes	21
2.9. Pieux explosés	21

2.10. Barres des boulons	21
2.11. Boulons à câbles	22
2.12. Câbles métalliques (pour autre usage que boulonnage)	23
2.13. Filets métalliques	23
2.14. Grillage <b>simple / double</b> torsion	24
2.14.1. Caractéristiques géométriques	24
2.14.2. Garantie et qualité du produit	24
2.14.3. Caractéristiques des fils et des agrafes utilisés	24
2.15. Écrans pare-blocs	24
2.15.1. Caractéristiques principales et secondaires des écrans	25
2.15.2. Justifications techniques	25
2.16. Poteaux	25
2.17. Matériaux utilisés pour le traitement des zones d'érosion superficielles / Protection contre le ravinement	26
2.17.1. Géotextiles naturels	26
2.17.2. Géogrille	26
2.17.3. Géogrille incorporé à un grillage <b>simple / double</b> torsion	26
2.18. Éléments constitutifs spécifiques des échelles de perroquet	26
2.18.1. Profilés métalliques	26
2.18.2. Éléments en bois	26
2.18.3. Fondations	26
2.19. Éléments constitutifs spécifiques pour confinement de terrain	27
2.19.1. Filet métallique en acier allié de haute performance	27
2.19.2. Câbles de pourtour	27
2.19.3. Barres des boulons	27
2.19.4. Serre-câbles	28
2.19.5. Cosse-coeurs et terminaisons manchonnées	28
2.19.6. Manilles	28
<b>Chapitre 3 - Mode d'exécution des travaux</b>	<b>29</b>
3.1. Spécification des prestations associées au chantier	29
3.1.1. État des lieux	29
3.1.2. Installation de chantier	29
3.1.3. Signalisation	29
3.1.4. Aménagement des accès / Mise en sécurité du site	30
3.1.5. Protections provisoires du chantier vis-à-vis des environnants et des postes de travail	30
3.1.6. Implantation	32
3.1.7. Remise en état des lieux	32
3.2. Travaux	32
3.2.1. Débroussaillage / Bucheronnage	32
3.2.2. Purges	33
3.2.3. Reprofilage	33
3.2.4. Rescindement / Fragmentation	34
3.2.5. Minage - Emploi de l'explosif	34
3.2.6. Démontage d'ouvrages	36
3.2.7. Maintenance d'ouvrages / Remplacement de pièces d'ouvrages	38
3.2.8. Boulons	40
3.2.9. Cablage	42
3.2.10. Ouvrages déflecteurs	43

3.2.11. Ouvrages plaqués	47
3.2.12. Confinement de terrain	49
3.2.13. Traitement des zones d'érosion superficielles / Protection contre le ravinement	50
3.2.14. Barrières grillagées	50
3.2.15. Écrans Pare-blocs	51
3.2.16. Béton projeté	53
3.2.17. Béton de comblement / Buton - Contrefort	54
3.2.18. Échelles de perroquet	55
<b>Chapitre 4 - Contrôles</b>	<b>56</b>
4.1. Organisation de la qualité	56
4.1.1. Contrôle intérieur (contrôles internes et externes à la chaîne de production)	56
4.1.2. Contrôle extérieur	56
4.2. Contrôle des fournitures	56
4.3. Coulis	57
4.4. Béton	57
4.5. Essais sur boulons	58
4.5.1. Désignation des essais	58
4.5.2. Généralités	58
4.5.3. Dispositions techniques	58
4.5.4. Essais préalables (s'ils n'ont pas été réalisés en phase PRO)	59
4.5.5. Essais de contrôle	60
4.5.6. Essais de réception	60
<b>Chapitre 5 - Documents à fournir par l'entreprise</b>	<b>61</b>
5.1. Documents à fournir pendant la période de préparation	61
5.1.1. Programme d'exécution des travaux	61
5.1.2. PAQ (Plan d'Assurance de la Qualité)	61
5.1.3. Études d'exécution	63
5.1.4. PPSPS	63
5.1.5. Schéma d'organisation et de gestion des déchets (éventuellement)	63
5.2. Documents à fournir en phase d'exécution	64
5.2.1. Mises à jour du PAQ	64
5.2.2. Planning hebdomadaire de chantier	65
5.2.3. Journal de chantier	65
5.3. Documents à fournir à la fin du chantier	66
5.3.1. Management de la qualité	66
5.3.2. Dossier des Ouvrages Exécutés	66
5.3.3. Dossier de maintenance des ouvrages	66
5.4. Synthèse des documents à fournir	67
<b>Chapitre 6 - Liste des normes</b>	<b>68</b>
<b>Chapitre 7 - Liste des guides et recommandations</b>	<b>72</b>
<b>Chapitre 8 - Dénominations des ouvrages - Présentations des ouvrages à réaliser</b>	<b>75</b>
8.1. Proposition de dénomination des ouvrages	75
8.2. Tableaux de référence du CCTP	76
8.2.1. Tableaux du Chapitre 1 - (hors Normes et Guides)	76
8.2.2. Tableaux du Chapitre 2	77
8.2.3. Tableaux du Chapitre 3	81





## Avant-propos

Le projet national C2ROP Chutes de blocs, *Risques Rocheux et Ouvrages de Protection* (2015-2019) s'est proposé d'aborder de manière globale et concertée la problématique du risque rocheux depuis les processus de genèse (aléas), jusqu'aux stratégies de protection (parades, gestion du risque). A ce titre, ce projet a su rassembler la plupart des éléments de connaissance à ce jour disponibles dans le domaine du risque rocheux, puis développer et transférer vers le monde opérationnel des outils, méthodes et concepts nouveaux en s'appuyant sur l'ensemble des plateformes expérimentales, afin d'améliorer tant les produits que les bonnes pratiques à mettre en œuvre.

Ces dernières années, des avancées considérables ont été obtenues dans le domaine académique : mécanique appliquée aux géomatériaux et aux structures, modélisation numérique, investigation expérimentale en laboratoire ou *in-situ*, analyse de l'aléa et du risque. Elles ont trouvé au travers de ce projet un formidable champ d'application et une source d'inspiration et d'innovation. Les méthodes numériques modernes permettent désormais de modéliser de manière pertinente le comportement de structures complexes sous chargement dynamique. Les puissances de calcul auxquelles on peut accéder aujourd'hui rendent possible des simulations remarquablement fines, prenant en compte les mécanismes élémentaires fondamentaux, mais ouvrant sur des résultats pertinents pour l'ingénieur. Des installations sur site permettent d'explorer le comportement des ouvrages en vraie grandeur ; le site expérimental de Montagnole en Savoie pour les structures de protection en est une illustration parfaite. Cette connaissance et ces outils rassemblés par C2ROP sont le socle fondamental du processus de gestion du risque associé.

L'ancrage très fort du projet national auprès de l'ensemble de la communauté académique (universités, organismes publics de recherche) et opérationnelle (gestionnaires, maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, bureaux d'ingénierie, entreprises) a garanti son exigence et sa crédibilité. Sa capacité à supporter des actions de recherche a permis de lever les principaux verrous et de donner accès à des outils, méthodes, guides et référentiels techniques, attendus par toute la profession. Le présent document est l'un des 10 guides et recommandations produits par C2ROP autour des trois axes du projet :

### Axe Aléas

- Glossaire du risque rocheux
- Caractérisation de l'aléa éboulement rocheux : Etat de l'art

### Axe Parades

- Merlons pare-blocs : Recommandations pour la conception, le suivi de réalisation et la maintenance
- Les Ouvrages Déflecteurs : Guide technique
- Surveillance instrumentale pour la gestion du risque rocheux : Recommandations

### Axe Risque

- Prise en compte des risques rocheux par les Maîtres d'Ouvrage gestionnaires d'infrastructures : Recommandations
- Cahier des charges type pour l'étude de l'aléa éboulement rocheux et la définition des travaux
- Cahier des charges type pour les travaux de protection contre les éboulements rocheux
- Mémento des ouvrages de protection contre les éboulements rocheux : Maintenance et Coûts
- Aide à la formalisation de retours d'expérience à la suite d'un événement rocheux sur infrastructures de transport : Note méthodologique

Cette production technique conséquente et aboutie est le reflet de près de 5 années de travail collaboratif des 45 partenaires du projet. Qu'ils soient ici tous chaleureusement remerciés pour leurs multiples efforts engagés et leur dynamisme. Il ne fait aucun doute que la communauté du risque rocheux saura exploiter avec intérêt cette production technique.

*Le Comité de Pilotage du Projet National C2ROP*

Le document aujourd'hui publié, issu d'un travail collectif entre les maîtres d'ouvrages, les maîtres d'œuvres, les bureaux d'études, les entreprises et le Cerema, se donne comme objectif de fournir aux maîtres d'ouvrages, un document type support pour la rédaction de leurs Cahiers des Clauses Techniques Particulières relatifs aux travaux de protection contre les éboulements rocheux. Ce document ne vient pas se substituer au travail du maître d'œuvre mais il constitue une base utile dans sa réflexion pour l'établissement du marché de travaux.

Le présent document est plutôt orienté vers la protection des infrastructures routières ; pour d'autres types de marchés de travaux, des adaptations devront être envisagées.

Ce document ne traite pas de l'ensemble des travaux de protection contre les chutes de blocs, mais il aborde l'essentiel des dispositions de protection. À ce titre, les merlons ne font pas partie du présent ouvrage dans le sens où ils nécessitent des études de dimensionnement complexes et spécifiques ce qui en fait des ouvrages à part entière ne pouvant entrer dans un cadre général. De plus, ces ouvrages font traditionnellement l'objet de marchés spécifiques de travaux.

À la date de rédaction de ce document, les guides produits dans le cadre du projet national C2ROP ne sont pas tous finalisés. Les références à ces guides ne sont pas faites dans le présent document, il conviendra que le rédacteur du CCTP s'inspire également de ces productions.

La charte graphique employée dans le présent document est la suivante :

**Texte surligné en bleu :**

Le rédacteur du CCTP a des choix à faire (tableaux, rédaction, etc.), il convient qu'il supprime les options qui lui sont laissées une fois les choix faits.

**Texte rédigé en bleu :**

Il s'agit des options offertes au rédacteur du CCTP. Bien souvent, les propositions faites sont des propositions « classiques » qu'il convient de mettre en cohérence avec les préconisations de l'étude projet et les spécificités de l'opération.

## Participants au projet C2ROP



# Chapitre 1 - Généralités

## 1.1. Objet du marché

Le maître d'ouvrage, afin de garantir la sécurité de ses installations, a décidé de la programmation des travaux de confortement rocheux.

Ces travaux se situent **localisation géographique la plus précise possible** (Commune / Nom du versant / Route / PR)

Insérer capture géoportail / vue aérienne du site

Les ouvrages neufs de protection contre les chutes de blocs, à réaliser dans le cadre du présent marché, sont présentés dans le **Tableau 1** suivant :

Type d'ouvrage	Désignation de l'ouvrage	Dimensions / caractéristiques principales de l'ouvrage

Tableau 1 : Ouvrages neufs de protection contre les chutes de blocs à réaliser dans le cadre du présent marché

**Compléter le tableau avec les éléments de l'étude de projet**

**Nous proposons de retenir, pour la dénomination des ouvrages et la présentation des ouvrages à réaliser les abréviations rappelées ainsi que les exemples fournis dans le **Tableau 28** du Chapitre 8**

Les ouvrages de protection contre les chutes de blocs, à démonter ou à réparer, dans le cadre du présent marché, sont présentés dans le **Tableau 16** et le **Tableau 17** des **paragraphes 3.2.6 & 3.2.7**.

Dans le cadre de la réalisation de ces travaux, les ouvrages à protéger ainsi que la nature des protections provisoires à mettre en oeuvre sont présentés dans le **Tableau 2** suivant :

Ouvrage à protéger	Nature des protections provisoires
<i>Chaussée</i>	<i>Tapis de matériaux</i>
<i>Parapet d'ouvrage d'art, chemin piéton, etc.</i>	<i>...</i>

Tableau 2 : Ouvrages à protéger - Protection provisoires prévues dans le cadre du présent marché de travaux

**Compléter le tableau avec la description de l'ensemble des ouvrages à protéger et les protections à mettre en oeuvre**

Les travaux seront implantés comme suit.

**Insérer un schéma général ou une photographie du site comprenant l'implantation des ouvrages issu des études de dimensionnement de la phase précédente, les ouvrages à protéger (cf. **Tableau 2**) ainsi que les emprises de la zone de travaux.**

## 1.2. Travaux non compris dans le marché

**Ce paragraphe est à conserver, ou non, s'il y a, ou non, des travaux qui ne sont pas compris dans le marché (instrumentation de colonnes rocheuses, d'ouvrages de protection, etc.).**

**Décrire, ici, le plus précisément possible les travaux ne faisant pas l'objet du présent marché mais dont l'exécution peut avoir des répercussions sur le déroulement du marché, notamment en termes de co-activité ou de délais supplémentaires à intégrer pour le titulaire du présent marché.**

## 1.3. Hypothèses de calcul

### 1.3.1. Études d'exécution

Dans le cadre de ce marché, l'entreprise est tenue de réaliser une mission géotechnique d'exécution, phase étude pour les ouvrages précisés au **paragraphe 5.1.3**.

### 1.3.2. Généralités

Les calculs géotechniques nécessaires notamment au dimensionnement des ouvrages seront réalisés conformément aux prescriptions des **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7**.

La prise en compte de la corrosion, notamment pour le dimensionnement des boulons, se fera conformément aux prescriptions des **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7**.

La catégorie d'ouvrage, au sens de l'EC est **II**.

La durée de vie des ouvrages est de **25** ans.

La classe d'exposition est **XF1...4**. (La classe d'exposition des bétons doit être définie pour chaque ouvrage, en regard de la norme **NF EN 206/CN**)

### 1.3.3. Hypothèses géotechniques

La force corrosive des terrains est estimée à **moyenne**. En référence à la norme **NF EN 12501-2**.

Pour les écrans de filets, et notamment pour l'estimation de la durée de vie des métaux et alliages vis-à-vis de la corrosivité des atmosphères, la classe de corrosivité de l'atmosphère est **C2**. En référence à la norme **NF EN ISO 9223**.

À titre indicatif, les terrains de fondation prévisibles pour les ouvrages sont globalement constitués de **terrains rocheux pour environ 70 %** et d'éboulis **de blocométrie très variable pour environ 30 %**, présentant les caractéristiques mécaniques **estimées / mesurées** suivantes :

- boulon à scellement réparti ;

Nature du terrain	$q_s$
Rocher compact	$\geq 800$ kPa
Rocher altéré	500 - 1 000 kPa
Moraine compacte, éboulis consolidé	200 - 600 kPa
Eboulis lâche, colluvion de pente	< 400 kPa

Tableau 3 : Plage indicative des valeurs de  $q_s$  par nature de terrain pour les boulons à scellement réparti

- terrains meubles - Boulon à scellement ponctuel (pieux explosés)
  - poids volumique **19** kN/m<sup>3</sup>,
  - angle de frottement interne **30°**.

### 1.3.4. Compléments

#### 1.3.4.1. Valeur caractéristique $q_{s;k}$ de la contrainte limite $q_s$

Quelle que soit la destination du boulon à scellement réparti et la nature des terrains d'ancrages, la valeur caractéristique  $q_{s;k}$  de la contrainte limite  $q_s$  doit être définie à partir d'essais préalables. Cette valeur caractéristique correspondra au minimum des valeurs moyenne et minimale de  $q_s$  obtenues, respectivement affectées des facteurs de corrélation  $\xi_1$  et  $\xi_2$  du **Tableau 4** suivant, soit :  $q_{s;k} = \min\left(\frac{q_{s,moy}}{\xi_1}; \frac{q_{s,min}}{\xi_2}\right)$ .

Nombre d'essais	1	2	3	4	≥ 5
$\xi_1$	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00
$\xi_2$	1,40	1,20	1,05	1,00	1,00

Tableau 4 : Coefficients  $x$  en fonction du nombre d'essai

Ce tableau est issu du tableau G.6.1 de la norme NF P94-270, complété par les valeurs relatives à un seul et deux essais de l'EC7.

Enfin, la valeur de calcul de la contrainte limite sera donnée par la formule suivante :  $q_{s;d} = \frac{q_{s;k}}{\gamma_{M,f}}$ , avec  $\gamma_{M,f}$  égal à 1,4. Ce facteur partiel est issu du Tableau C.4.3 de la norme NF P94-270.

### 1.3.4.2. Dimensionnement des fondations des écrans pare-blocs

Le dimensionnement des fondations des écrans pare-blocs sera mené selon la norme NF P94-262 relative aux micro-pieux. Cette approche est développée dans le cadre de la révision de la norme NF P95-308.

Le dimensionnement sera mené selon une combinaison caractéristique pour le dimensionnement à l'ELS dans le cas d'une capacité énergétique de service retenue pour l'écran et une combinaison accidentelle pour l'ELU dans le cas d'une capacité énergétique maximum retenue pour l'écran avec comme valeurs de calcul pour la charge de traction axiale, les valeurs mesurées lors des essais, SEL et MEL respectivement. Les valeurs maximales au SEL et au MEL sont à considérer par famille de fondation de l'ouvrage (amont, latéral, aval, pied de poteau). Les autres actions permanentes (poids des éboulis retenus) ou variables (actions de la neige, du vent, sismique, etc.) sont négligées. Si les efforts lors du montage sont supérieurs aux valeurs de dimensionnement, ils sont à considérer dans le calcul des fondations.

Si le maître d'ouvrage souhaite réutiliser les fondations après une sollicitation de l'ouvrage, il convient d'effectuer une vérification supplémentaire de l'ELS en considérant une combinaison caractéristique des valeurs de calcul issues de l'essai MEL.

## 1.4. Environnement des travaux

### 1.4.1. Contexte géomorphologique

#### 1.4.1.1. Contexte topographique

Description de la topographie du site, thalweg, falaises, versant, replats, ainsi que tous éléments jugés importants.

#### 1.4.1.2. Contexte géologique - géotechnique

Description de la géologie et de la nature des terrains.

Note au rédacteur du CCTP : Si aucun débroussaillage n'a été réalisé durant les différentes phases d'étude, il peut être nécessaire d'introduire le paragraphe suivant :

**Nota** : Aucun débroussaillage n'a été réalisé pour les différentes phases d'études. Le couvert végétal étant important et dense, il existe des incertitudes sur la nature des terrains pouvant influencer l'implantation prévue au présent marché et la sécurité des travailleurs. Ces incertitudes peuvent être de nature à remettre en cause la méthodologie envisagée pour la mise en sécurité du site, objet du présent marché.

### 1.4.2. Environnement

#### 1.4.2.2. Gestion des déchets

La gestion des déchets par l'entreprise devra être explicitée dans le SOGED à fournir avant le démarrage des travaux et à soumettre pour approbation au maître d'œuvre (**paragraphe 5.1.5**). Si le maître d'œuvre fait le choix d'imposer un SOGED, il faut conserver ce paragraphe, sinon il peut être supprimé.

La fiche technique « Déchets des travaux publics », publiée par l'ADEME, synthétise les dispositions réglementaires applicables.

### **Nature des déchets de chantier**

La réglementation s'applique.

### **Évacuation ou élimination des déchets de chantier**

**L'entreprise doit justifier que l'élimination des déchets est conforme à la réglementation (Tableaux 6 du paragraphe 1.8).**

Les entreprises seront tenues de trier leurs déchets et de mettre des bennes à disposition en conséquence.

## **1.4.2.2. Prise en compte de l'environnement**

L'emprise du projet s'inscrit dans : **Préciser, ici, les contraintes s'appliquant au site des travaux.**

- le périmètre d'une zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique de type 1 et 2 (ZNIEFF 1 et 2);
- Sites (classé, etc.) ;
- NATURA 2000, etc. ;
- Amiante, etc.

L'entreprise portera une attention particulière au respect de l'environnement du site sur lequel se déroulent les travaux et de ses abords. Pour ce faire, l'entreprise prendra toutes les dispositions nécessaires visant à réduire les nuisances et éviter de polluer l'environnement.

Les dispositions à considérer pourront être par exemple l'utilisation de tapis absorbants sous les engins, de cuves double parois, d'huiles biodégradables.

L'entreprise explicitera dans le **SOPRE / PAE** la prise en compte du respect de l'environnement, établi sur la base de **l'étude / la notice** d'impact réalisée par le maître d'ouvrage.

Les conditions de stockage de matières et substances dangereuses devront être explicitées dans le **SOPRE / PAE**.

En cas de pollution, l'évacuation des éléments pollués sera à la charge de l'entreprise en cause de la pollution.

## **1.4.3. Réseaux**

La fourniture des DT est de la responsabilité du maître d'ouvrage. L'entreprise aura à sa charge d'effectuer toutes les DICT et de les présenter au maître d'œuvre préalablement au démarrage des travaux. Si nécessaire, l'entreprise préviendra tous les concessionnaires publics des interventions qu'elle compte réaliser sur les lignes, câbles ou canalisations. Elle conviendra avec les concessionnaires des mesures à prendre et des dates d'interventions nécessaires.

## **1.5. Sécurité**

### **1.5.1. Spécificité des travaux**

**Il s'agit de définir, le plus précisément possible les spécificités liées au présent marché**

Les travaux :

- se situent dans un environnement présentant des risques importants pour les travailleurs ;
- génèrent potentiellement des risques pour les tiers et usagers (infrastructures, chemins piétons, etc.) ;
- nécessitent de recourir aux techniques de travaux sur cordes ;
- nécessitent de recourir à l'hélicoptère ;
- réunissent sur un même chantier des salariés du titulaire, des intérimaires, des intervenants extérieurs (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, etc.) ;
- peuvent être réalisées en urgence.



## 1.5.2. SPS

- Les travaux neufs sont classés généralement en catégorie 2 / 3 avec risques particuliers (plus rarement) ;  
les opérations de catégorie 1, 2 et 3 correspondent à des opérations :
  - catégorie 1 : > 10 000 Hom/j ET > 10 entreprises de bâtiment ou > 5 entreprises de génie civil
  - catégorie 2 : > 500 Hom/j OU 20 salariés > 30 j
  - catégorie 3 : autres opérations ne relevant pas des 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> catégorie, avec exécution ou non de travaux à risques particuliers
- si pas de CSPS, les travaux devront, a minima, faire l'objet d'une analyse de risques, qui définira entre autres les ouvrages provisoires à réaliser ainsi que la mise en sécurité des postes de travail et des accès ;
  - le recours à un hélicoptère / des dispositions particulières de levage :
  - fera l'objet d'une déclaration de sous-traitance et sera soumis aux spécificités propres d'un contrat de sous-traitance (PPSPS, visite de site, etc.),
  - constituera une prestation de service, auquel cas il devra être cosignataire du PPSPS.

## 1.5.3. Sécurité des postes de travail et des accès

Sauf spécification contraire, les personnels ne seront jamais en situation de travailleur isolé.

La mise en sécurité des postes de travail et des accès est définie aux paragraphes 3.1.4 et 3.1.5, (Le rédacteur du CCTP doit « réfléchir » au mode de rémunération, le recours à un prix forfaitaire n'est pas recommandé ou doit être précisément quantifié), penser à demander un Sous Détail de Prix Unitaire ou Forfaitaire.

- L'entreprise prendra en compte, dans son phasage de chantier, l'interdiction de la superposition des postes.
- Le présent marché de travaux fait appel à l'utilisation des techniques de travail sur cordes : l'utilisation des techniques d'accès et de positionnement au moyen de cordes doit respecter les conditions précisées aux Tableaux 6 du paragraphe 1.8.  
Des exigences supplémentaires pourront être exigées (CQP OPRN, ou autre).

## 1.5.4. Sécurité du personnel / Travail sous circulation - Signalisation

Il convient d'intégrer, ici, les spécifications de l'exploitant.

## 1.6. Cadre des interventions

Quel que soit le type d'intervention, l'entreprise devra disposer localement (au niveau de l'agence) d'un CQP TOTC (Technicien en Organisation de Travaux sur Cordes), qui est le référent de l'entreprise en charge d'organiser les travaux en s'appuyant sur des compétences managériales, administratives et QHSE.

Ses fonctions sont multiples :

management de la prévention des travaux sur cordes :

- exploitation de la base documentaire de l'entreprise et des modes opératoires généraux ;
  - gestion des dispositifs de protection contre les chutes de hauteur,
  - organisation des mesures de prévention spécifiques au chantier,
- anticipation des situations et/ou interventions d'urgence :
  - organisation ou prévision des situations et/ou interventions d'urgence,
- communication et contribution à la démarche qualité de l'entreprise :
  - animation de la démarche prévention de l'entreprise.

Le paragraphe suivant détermine le cadre minimum des interventions objets du présent marché (encadrement et habilitations minimum, circuit de communication, etc.).

*Ce paragraphe est à adapter, ou non, selon le type de consultation – Marché à bons de commandes – Marché unique)*

- en programmé
  - Personnel entreprise :
    - > encadrement minimum : à déterminer selon l'opération, notamment la définition d'un interlocuteur unique
      - ◇ chef de chantier titulaire du CQP OPRN par chantier,
      - ◇ chef d'équipe,
      - ◇ équipe de 2 personnes minimum,
    - > habilitations minimum :
      - ◇ un cordiste titulaire du CQP Technicien Cordiste (anciennement CQP 2) par poste de travail,
      - ◇ un CPT pour les travaux de minage,
  - réunions de chantier : fréquence à définir (hebdomadaires usuellement) ainsi que modalité de traçabilité,
- en urgence
  - astreintes : définition des besoins
  - personnel entreprise :
    - > encadrement minimum : à déterminer selon l'opération, notamment la définition d'un interlocuteur unique
      - ◇ responsable d'astreinte de l'entreprise,
      - ◇ chef de chantier titulaire du CQP OPRN par chantier,
      - ◇ chef d'équipe,
      - ◇ équipe de 2 personnes minimum,
    - > habilitations minimum :
      - ◇ un cordiste titulaire du CQP Technicien Cordiste (anciennement CQP 2) par poste de travail,
      - ◇ un CPT pour les travaux de minage,
  - interlocuteur de la maîtrise d'ouvrage :
    - > à définir,
- spécificité des interventions en urgence
  - interventions multiples,
  - travaux généralement limités à des mises en sécurité du site,
  - retrouver un niveau d'aléa similaire à celui préexistant ;
- circuit de communication :
  - attente à exprimer.

## 1.7. Normes

*Il convient de récapituler ici, sous la forme de tableaux, les normes qui sont utilisées dans le présent CCTP. L'ensemble des normes est disponible dans les Tableaux 25 fournis en annexe (Chapitre 6).*

### Normes générales

Généralités		
Désignation	Norme	Observations

### Normes relatives au dimensionnement des ouvrages

Dimensionnement		
Désignation	Norme	Observations

**Normes relatives aux fournitures métalliques**

Fournitures			
Fournitures métalliques			
Désignation	Matériau	Dimensions & tolérances	Protection anti-corrosion

**Normes relatives aux fournitures de béton, mortier et coulis**

Fournitures		
Béton, mortiers, coulis		
Désignation	Norme	Observations

**Normes relatives aux fournitures de géosynthétiques**

Fournitures		
Géosynthétiques		
Désignation	Norme	Observations

**Normes relatives aux fournitures en bois**

Fournitures		
Bois		
Désignation	Norme	Observations

**Normes relatives à l'exécution des travaux**

Exécution		
Désignation	Norme	Observations

**Normes relatives aux essais**

Essais		
Désignation	Norme	Observations

Tableaux 5 : Normes auxquelles fait référence le présent CCTP

## 1.8. Recommandations et guides

Il convient de récapituler ici, sous la forme de tableaux, les guides et recommandations qui sont utilisées dans le présent CCTP. L'ensemble des références est disponible dans les **Tableaux 26** fournis en annexe (**Chapitre 7**).

### Cluses générales

Cluses générales		
Guide - Code	Désignation	Article

### Guides et recommandations relatifs aux moyens

Guides et recommandation relatifs aux moyens		
Guide - Recommandation	Désignation	Éditeur

### Guides et recommandations relatifs à la gestion des chantiers et à la signalisation temporaire de chantiers

Guides et recommandation relatifs à la gestion des chantiers et à la signalisation temporaire de chantier		
<b>Gestion des déchets</b>		
Guide - Recommandation	Désignation	Éditeur
<b>Gestion des chantiers</b>		
Guide - Recommandation	Désignation	Éditeur
<b>Signalisation temporaire de chantier</b>		
Guide - Recommandation	Désignation	Éditeur

### Guides et recommandations relatifs au dimensionnement, à la réalisation et à la maintenance des ouvrages

Guides et recommandation relatifs au dimensionnement, à la réalisation et à la maintenance des ouvrages		
<b>Guides généraux</b>		
Guide - Recommandation	Désignation	Éditeur
<b>Dimensionnement des ouvrages</b>		
Guide - Recommandation	Désignation	Éditeur

### Guides et recommandations relatifs aux travaux de minage

Guides et recommandation relatifs aux travaux de minage		
Guide - Recommandation	Désignation	Éditeur

Tableaux 6 : Guides et recommandations auxquels fait référence le présent CCTP

# Chapitre 2 - Spécification des matériaux et produits constitutifs

## 2.1. Généralités

(Fascicule 65 du CCTG (dans sa version provisoire de 2015), art. II - 1 du fascicule 66 du CCTG, art. 3 du fascicule 68 du CCTG, art .21 à 25 du CCAG).

Les différents matériaux, composants ou équipements, entrant dans la composition des ouvrages ou présentant des indices sur leur aspect définitif, sont proposés par l'entreprise et soumis à l'agrément du maître d'œuvre. Le PAQ définira pour chacun des matériaux présentés :

- les caractéristiques vis-à-vis des spécifications demandées ;
- la provenance ;
- le conditionnement ;
- les dispositions prises pour le contrôle interne (traçabilité, relation entre le bordereau de livraison et la partie d'ouvrage dans laquelle les matériaux seront mis en œuvre, respect des consignes, fiche de contrôle interne) ;
- les dispositions prises pour le contrôle externe (conformité aux spécifications demandées, vérification du contrôle interne).

L'entreprise devra donc prendre toutes les dispositions nécessaires pour qu'un laps de temps suffisant (*Période de préparation à adapter en conséquence*) à la durée des essais réalisés, soit dans le cadre du contrôle externe soit du contrôle extérieur, soit compris entre l'approvisionnement d'un matériau et sa mise en œuvre.

## 2.2. Conformité aux normes, marques et avis techniques français

### 2.2.1. Possibilités d'équivalence

Le présent CCTP prévoit que certains matériaux ou services doivent être conformes à des normes françaises ou européennes.

L'entreprise peut proposer d'autres produits ou services à condition d'une part, qu'ils soient conformes à des normes en vigueur dans d'autres États membres de l'Union Européenne et d'autre part, qu'ils soient acceptés par le maître d'œuvre, ce dernier restant seul juge de l'équivalence.

Le présent CCTP prévoit également que certains produits ou services doivent être titulaires soit d'une marque de qualité française (marque NF), soit d'un avis technique, d'un agrément ou d'une homologation émise par un organisme public français ou européen (EOTA, Marquage CE, etc.).

L'entreprise peut proposer d'autres produits ou services à condition que ceux-ci bénéficient de modes de preuves en vigueur dans d'autres états membres de l'espace économique européen attestés par des organismes signataires des accords dits « E.A. » ou, à défaut, fournissant la preuve de leur conformité aux normes de la série NF EN ISO / CEI.17020. Ces produits ou services doivent également être acceptés par le maître d'œuvre, ce dernier restant seul juge de l'équivalence.

## 2.2.2. Acceptation ou refus du maître d'œuvre d'une équivalence

En complément à l'article 23 du CCAG-T, pour toute demande d'équivalence d'un produit ou service, le titulaire doit fournir au moins **trois semaines** (*cohérence avec la période de préparation*) avant tout début d'approvisionnement ou mise en œuvre, les éléments (*échantillons, notices techniques, résultats d'essai, etc.*) nécessaires à l'appréciation de l'équivalence du produit ou service proposé au produit ou service requis. Ces éléments sont à la charge de l'entreprise et, pour les documents, rédigés en langue française.

Le maître d'œuvre dispose d'un délai de **7 jours** à partir de la livraison de ces éléments pour accepter ou refuser ce produit. Son acceptation est fondée sur le respect des exigences définies dans la norme française ou dans le règlement de la marque de qualité, de l'avis technique, de l'homologation ou de l'agrément requis, qui constituent toujours la référence technique.

Tout produit ou service pour lequel l'équivalence aurait été sollicitée et qui serait livré sur le chantier ou engagé sans respecter le délai précité est réputé être en contradiction avec les clauses du marché et doit donc être immédiatement retiré ou interrompu aux frais de l'entreprise, sans préjudice des frais directs ou indirects de retard ou d'arrêt de chantier.

## 2.3. Protection contre la corrosion

La protection contre la corrosion des différents éléments constitutifs des ouvrages est précisée dans les **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7** en ce qui concerne les références normatives et dans les paragraphes relatifs aux différents constituants pour ce qui est de la classe de protection anti-corrosion.

La protection anti-corrosion devra être homogène et sans aucune discontinuité.

Concernant l'aspect de surface, la protection anti-corrosion des parties métalliques restant à l'air libre, non traitées anti-corrosion, sera réalisée selon les prescriptions définies dans le CCTG – Fascicule 56 (**Tableaux 6** du **paragraphe 1.8**).

La nature et la couleur du revêtement anticorrosion seront fixées par le maître d'œuvre.

Le système de peinture doit être certifié ACQPA :

- pour une catégorie de corrosivité **C3** ;
- sur **acier** (subjectile noté **A**) ;
- pour des ouvrages **neufs** (travaux notés **N**) ;
- pour les parties **visibles** (stabilité d'aspect notée **V**).

Le système de peinture sera donc de classe de certification **C3ANV**. L'application du procédé sera conduite en respectant au mieux le système ACQPA.

*Note au rédacteur : Pour les travaux d'entretien et de réparation (**paragraphe 3.2.7**), la seconde lettre pourra être M, correspondant à des travaux de maintenance.*

L'ensemble des pièces métalliques doit présenter un fini **mat**, ceci s'entend pour :

- **les filets** (en particulier **les pièces de liaison des câbles**) ;
- **les supports d'écrans pare-blocs** dans le cadre de l'intégration au paysage ;
- **l'ensemble des pièces d'accastillage**.

## 2.4. Produits de scellement pour boulons

### 2.4.1. Matériau de scellement

#### 2.4.1.1. Constituants

Le ciment constitutif sera un **CEM III 42.5**. Le cas échéant, il devra tenir compte des résultats d'analyse chimique du sol et des eaux du sol, de l'environnement ainsi que des performances attendues.

L'entreprise fixera et soumettra à l'approbation du maître d'œuvre les modalités d'exécution des épreuves d'étude, de convenue et de contrôle.

L'eau de gâchage sera fournie par l'entreprise et répondra aux spécifications de la norme des **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7** et de l'article 82.3 du fascicule 65 du CCTG (**Tableaux 6** du **paragraphe 1.8**). L'eau potable est présumée y satisfaire. Si on ne dispose pas d'eau potable, l'eau du chantier doit faire l'objet d'une analyse chimique préalable et ce à la diligence et aux frais de l'entreprise.



La nature et la composition, les conditions de préparation et les conditions de mise en œuvre des coulis ou mortiers de scellement seront proposées par l'entreprise à l'agrément préalable du maître d'œuvre.

Dans le cas où l'entreprise se proposerait d'utiliser des produits de scellement prêts à l'emploi, ils devront posséder la certification « NF-Produits spéciaux pour constructions en béton hydraulique ». Elle devra fournir au maître d'œuvre, à l'appui de sa demande d'agrément, les fiches techniques établies par le fabricant définissant de manière précise: la nature, la composition, les conditions de mise en œuvre et les performances des produits concernés.

#### 2.4.1.2. Stockage des produits de scellement

L'entreprise devra veiller à ce que les conditions de stockage des produits de scellement sur le chantier soient effectuées de manière à assurer une protection efficace contre toutes causes susceptibles d'altérer leurs caractéristiques et leurs conditions de mise en œuvre, en particulier la protection contre l'humidité des mélanges secs ou des ciments conditionnés en sacs.

Les produits de scellement ayant fait l'objet d'une protection insuffisante seront refusés.

#### 2.4.1.3. Adjuvants

Si l'entreprise propose l'emploi d'adjuvant, celui-ci devra être certifié NF-Adjuvants et répondre aux stipulations de l'article 82.4 du fascicule 65, et d'autre part être soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

#### 2.4.1.4. Canules

Les canules seront de diamètre 16/13 mm.

#### 2.4.1.5. Gaines géotextiles

Les gaines géotextiles seront de diamètre 50/120 mm avec un diamètre de pore inférieur à cinquante (50) microns.

### 2.4.2. Centreurs

Les centreurs utilisés seront adaptés aux diamètres et aux types de barres à mettre en œuvre ainsi qu'au diamètre de foration. Ils feront l'objet d'une fiche produit.

### 2.4.3. Résine de scellement

*Le rédacteur du CCTP peut ouvrir à l'utilisation de résine de scellement et préciser les spécifications requises, ici.*

## 2.5. Béton

### 2.5.1. Réglementation

Les normes ou directives à appliquer sont précisées dans les **Tableaux 5** et **Tableaux 6** des **paragraphes 1.7** & **1.8**.

### 2.5.2. Provenance et fabrication des bétons

Les bétons proviendront impérativement d'une installation de fabrication de Béton Prêt à l'Emploi certifiée NF (Certification AFNOR NF003), conforme aux prescriptions des **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7** en termes d'équipement, de personnel et de procédures de conception, de production et de contrôle.

Le PAQ précisera les coordonnées de la centrale de fabrication des bétons.

Tous les constituants du béton, y compris l'eau (excepté pour le béton projeté par voie sèche), sont dosés et malaxés à la centrale. Les constituants des bétons devront être conformes aux préconisations §8.1.2 du fasc. 65 du CCTG.

Le ciment devra être conforme aux normes NF EN 197-1 et à l'article 8.1.2.1 du fascicule 65. Tous les ciments doivent être admis à la marque « NF-liants Hydrauliques » ou équivalent. Le choix du type de liant devra être adapté à la classe de résistance, aux conditions de mise en œuvre et à la classe d'exposition environnementale.

### 2.5.3. Transport et manutention des bétons

Le PAQ précisera :

- la formule nominale du béton et les conditions de fabrication, de contrôle, de transport et de mise en œuvre ;
- le délai maximum entre le début de remplissage du transporteur et la mise en œuvre du béton devra être défini lors de l'épreuve de convenance et pourra être modulée en fonction des conditions climatiques du moment après accord du maître d'œuvre ainsi que la conduite à tenir en cas de dépassement ;
- les moyens de secours prévus en cas de défaillance des appareils de manutention (pompe à béton, etc.).

### 2.5.4. Définition des bétons

Les spécifications destinées à assurer la durabilité du béton sont celles données dans la norme NF EN 206/CN (ouvrages de durée de vie de 50 ans) ou dans le fascicule 65 (ouvrages de 100 ans), et complétées par les indications du **Tableau 7** ci-après, en fonction des classes d'exposition des différentes parties d'ouvrage.

Désignation	Parties d'ouvrage	Classe de résistance	Classe d'exposition	Dosage minimum en liant équivalent	Caractéristiques complémentaires vis-à-vis de la durabilité
B01	Structure	C35/45	XC4/XF2	350 kg/m <sup>3</sup>	G+S / RAG niveau B / RSI niveau B

Tableau 7 : Classe de résistance et teneur en chlorure maximale en fonction de la destination du béton

Note au rédacteur du CCTP :

- le tableau est à mettre en cohérence
- les caractéristiques complémentaires indiquées ont les significations suivantes :
  - Caractéristique complémentaire « G » ou « G+S » :
    - > Prévention contre le gel/dégel,
    - > Se reporter au Tableau 29 du **Chapitre 8**
  - Caractéristique complémentaire « RAG » suivie de « B » ou « C » :
    - > Prévention contre les désordres liés à la Réaction Alkali Granulat (RAG),
    - > Se reporter au **Chapitre 8**
  - Caractéristique complémentaire « RSI » suivie de « Bs », « Cs » ou « Ds » :
    - > Prévention contre la Réaction Sulfatique Interne (RSI),
    - > Se reporter au **Chapitre 8**

### 2.5.5. Autres spécifications complémentaires

#### 2.5.5.1. Résistances caractéristiques au jeune âge

Pour les opérations d'exécution nécessitant l'obtention sur chantier de résistances à la compression au jeune âge particulières, ces résistances doivent être contrôlées par des épreuves d'information.

#### 2.5.5.2. Cas des Bétons projetés

La composition du béton projeté sera adaptée au mode de projection. Pour assurer une meilleure adhérence, la voie sèche sera privilégiée.

Les matériaux utilisés ainsi que les contrôles effectués sur ceux-ci doivent être conformes et répondre aux spécifications de la norme NF P95-102 et à toutes celles issues du présent CCTP, ainsi qu'en particulier aux normes NF EN 14487-1 et NF EN 14487-2. La formulation et la mise en œuvre devront être en cohérence avec les recommandations des fascicules ASQUAPRO.

## 2.6. Treillis soudé

Le treillis soudé sera conforme aux **Tableaux 5** et aux **Tableaux 6** des **paragraphes 1.7 & 1.8**.

Il aura les caractéristiques suivantes :

Treillis soudé NF EN 10080 – ST 25® - NF A 35-080-2 B500A

## 2.7. Drains subhorizontaux

Les drains mis en place seront en polyéthylène haute densité (PEHD) de diamètre 80 millimètres.

Les drains seront crépinés et perforés en partie supérieure.

## 2.8. Drainage

### 2.8.1. Barbacanes

Les barbacanes mises en place seront en PVC de diamètre 80 millimètres.

### 2.8.2. Bandes drainantes

Les bandes drainantes de géosynthétique seront non tissées et devront être titulaires d'un certificat de qualité pour les géosynthétiques délivré par l'ASQUAL.

Certaines caractéristiques des géosynthétiques peuvent être indiquées, ici, il conviendra de faire la référence avec les normes respectives.

## 2.9. Pieux explosés

Note au rédacteur du CCTP : le recours aux pieux explosés est très limité et est justifié par la nature des terrains d'ancrage. Il convient de ne conserver ce paragraphe qu'en cas de contexte géotechnique le nécessitant.

Les boulons en sol meuble pourront être réalisés par pieux explosés. Le tube métallique extérieur aura un diamètre minimum de 45 mm et une épaisseur de 3 mm. Sa longueur varie pour chaque boulon mais ne pourra être inférieure à 2,50 m. Il sera muni d'une pointe résistante à l'extrémité qui sera positionnée dans le sol.

Le tube sera affaibli par 4 rainures radiales (longitudinales), qui devront être étendues sur les 60 derniers centimètres du tube jusqu'à 10 cm de la pointe. Ces rainures seront réalisées en usine.

La validation du produit proposé sera soumise à la réalisation d'un essai de contrôle, conformément au **paragraphe 4.5.5**.

## 2.10. Barres des boulons

Les barres seront conformes aux spécifications des normes rappelées aux **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7**.

Les têtes des boulons seront équipées d'une plaque d'appui en acier conforme au **Tableau 8** suivant, ainsi que d'un écrou adapté à la barre.

Type d'ouvrage	Ouvrage de destination	Dimensions de la plaque	Observation
Déflecteur Pendu à nappe de grillage	DP1-g	200 x 200 x 10 mm	Avec dispositif de rattrapage d'incidence
	...	...	...

Tableau 8 : Dimension des plaques d'appui

Les caractéristiques usuelles des plaques d'appui sont rappelées dans le Tableau 30 du **Chapitre 8**, en fonction de la taille des barres et de la sollicitation.

Il convient de spécifier si les plaques d'appui sont à rattrapage d'incidence.

Les plaques d'appui seront, au minimum, en acier nuance S235 et seront traitées par galvanisation à chaud conformément aux **Tableaux 5** du **paragraphes 1.7**.

Les écrous seront en acier et seront traités par dépôt de zinc lamellaire, de 24 g / m<sup>2</sup> minimum, leur conférant une protection anticorrosion de minimum 600 h au brouillard salin selon la norme ISO 9227. Les écrous seront **droits / sphériques (par rapport au rattrapage d'incidence)**.

Les barres seront du type haute adhérence en acier nuance  $\sigma = 500$  MPa, elles seront filetées sur toute leur longueur. **Pour un fonctionnement des boulons purement axial, une nuance d'acier de 670 MPa peut être acceptée.**

Les barres de grande longueur pourront être éventuellement manchonnées : le manchonnage est celui disponible chez le fabricant et doit permettre la transmission des efforts sans réduction de section.

En solution variante et **exceptionnellement**, avec l'agrément du maître d'œuvre, et sous réserve de résistance au moins égale à celles des barres pleines proposées au marché, il pourra être utilisé des barres auto-foreuses, creuses, à injection centrale.

La protection anti-corrosion sera assurée par :

- épaisseur sacrifiée à la corrosion ;
- galvanisation à chaud ;
- application d'une peinture anti-corrosion ;
- protection P2 (ce type de protection n'est pas classique et doit être justifiée par le caractère corrosif du milieu environnant) ;
- protection de type Geomet, etc.

Les diamètres des boulons, pour les différents ouvrages concernés par le présent CCTP sont précisés dans le **Tableau 9** ci-dessous :

Type d'ouvrage	Ouvrage de destination	Destination de la barre	Diamètre de la barre (mm)	Limite élastique de la barre (kN)
Zone de boulons de confortement	Anc1 - Anc2 - Anc8	Boulon de confortement	25	245.5
	Anc3 - Anc5	Boulon de confortement	32	402
	...	...	...	...

Tableau 9 : Diamètre / Limite élastique des boulons en fonction des ouvrages de destination

Des exemples de caractéristiques des boulons sont données dans le **Tableau 31** du **Chapitre 8**, en fonction des ouvrages de destination.

Le rédacteur du CCTP doit mettre en cohérence les caractéristiques des barres avec les efforts qu'elles doivent reprendre (prescription de l'étude projet) en considérant l'épaisseur sacrifiée à la corrosion.

Enfin, le tableau ne devra pas être rempli pour les ouvrages pour lesquels une étude d'exécution est demandée.

## 2.11. Boulons à câbles

**Les boulons à câbles à âme textile sont strictement interdits.**

Les boulons à câbles seront obligatoirement manufacturés en usine, ce seront des câbles monotoron. Tout dispositif assemblé *in-situ* sera refusé. Les fils constituant le câble auront une classe de résistance de 1770 N / mm<sup>2</sup>. Le produit aura une résistance supérieure ou égale à 250 kN.

La galvanisation sera conforme aux **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7**, elle sera de classe A / B.

La tête du boulon sera équipée d'un tube en acier galvanisé (afin de limiter l'effet « pile ») doublé par une cosse-cœur et serti par un manchon, conformes aux **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7**, le tout galvanisé à chaud.

## 2.12. Câbles métalliques (pour autre usage que boulonnage)

**Les câbles possédant une âme textile sont strictement interdits.**

Les câbles ainsi que la galvanisation seront conformes aux **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7**. La galvanisation sera de classe A / B.

Les câbles seront de type toronnés, composés de 6 torons de 19 fils galvanisés, toronnés autour d'une âme métallique de même caractéristique.

Les fils constituant le câble auront une classe de résistance de  $1770 \text{ N/mm}^2$ . Les câbles auront une résistance supérieure ou égale à celle définie dans le **Tableau 10** ci-dessous :

Type d'ouvrage	Ouvrage de destination	Destination du câble	Diamètre du câble (mm)	Résistance minimale à la traction du câble (kN)
Déflecteur Pendu à nappe de grillage	DP1-g - DP2-g	Câble de rive supérieure	16	160
	DP1-g - DP2-g	Câble de rive inférieure	12	90
	...	...	...	...

Tableau 10 : Diamètre / Résistance minimale à la traction des câbles en fonction des ouvrages de destination

Des exemples de caractéristiques des câbles sont données dans le **Tableau 32** du **Chapitre 8**, en fonction des ouvrages de destination.

Le rédacteur du CCTP doit mettre en cohérence les caractéristiques des câbles avec les efforts qu'ils doivent reprendre (prescription de l'étude projet).

Enfin, le tableau ne devra pas être rempli pour les ouvrages pour lesquels une étude d'exécution est demandée.

La dimension maximale d'un brin sera de 20 mètres. Au-delà de cette dimension, les câbles seront fractionnés. Adapter, éventuellement, aux différents types d'ouvrage ainsi qu'aux exigences de maintenance. En effet, pour un ouvrage déflecteur à nappe de grillage, des câbles de longueur supérieure peuvent être acceptés.

## 2.13. Filets métalliques

En cas de rupture d'une section métallique, l'ouverture ne doit pas pouvoir se propager dans le filet dans la limite du cas de charge maximum défini dans les préconisations.

Les éléments constitutifs des filets devront avoir une galvanisation conforme aux **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7**. La galvanisation sera de classe A / B. Les câbles seront conformes aux **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7**.

Les filets devront répondre aux caractéristiques minimales exprimées dans le **Tableau 11**, suivant.

Type d'ouvrage	Ouvrage de destination	Diamètre du cercle inscrit (mm)	Résistance minimale à la traction du fil ( $\text{N/mm}^2$ )	Résistance minimale à la traction du filet (kN/m)
Déflecteur Pendu à nappe de filet	DP1-f - DP2-f	350	1380	370
	DP3-f - DP5-f	80	1770	75
	...	...	...	...

Tableau 11 : Caractéristiques minimales dimensionnelles et mécaniques des filets en fonction des ouvrages de destination

Des exemples de caractéristiques des filets sont données dans le **Tableau 33** du **Chapitre 8**, en fonction des ouvrages de destination.

Le rédacteur du CCTP doit mettre en cohérence les caractéristiques des filets avec la taille des éléments rocheux et avec les efforts qu'ils doivent reprendre (prescription de l'étude projet).

Enfin, le tableau ne devra pas être rempli pour les ouvrages pour lesquels une étude d'exécution est demandée.

## 2.14. Grillage simple / double torsion

### 2.14.1. Caractéristiques géométriques

Le grillage ainsi que la protection contre la corrosion seront conformes aux **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7**. Le fil sera en acier à revêtement **classe A**.

Les grillages devront répondre aux caractéristiques minimales exprimées dans le **Tableau 12** suivant :

Type d'ouvrage	Ouvrage de destination	Diamètre du cercle inscrit (mm)	Diamètre du fil (mm)	Résistance minimale à la traction du fil (N/mm <sup>2</sup> )	Conformité du produit	Maille	Torsion
Déflecteur Avaloir à nappe de grillage	DAV1-g - DAV6-g	100	3,0	500	NF EN 10223-3	hexagonale	double
	DAV2-g	60	2,7	500	NF EN 10223-3	hexagonale	double

Tableau 12 : Caractéristiques minimales dimensionnelles des grillages en fonction des ouvrages de destination

Des exemples de caractéristiques des grillages sont données dans le **Tableau 34** du chapitre **Chapitre 8**, en fonction des ouvrages de destination.

Le rédacteur du CCTP doit mettre en cohérence les caractéristiques des grillages avec la taille des éléments rocheux et avec les efforts qu'ils doivent reprendre (prescription de l'étude projet).

### 2.14.2. Garantie et qualité du produit

Les grillages de protection seront manufacturés sous un contrôle de qualité de type ISO 9001 : 2000 et certifiés NF Acier.

Le fabricant devra pouvoir fournir à la demande de l'entreprise tous les certificats nécessaires, délivrés par un organisme certificateur agréé et attestant du niveau de contrôle de l'assurance de la qualité au sein de la fabrication.

Le respect de la composition du revêtement pourra être démontré directement par la remise du certificat NF-Acier.

Chaque rouleau de grillage livré sur le chantier disposera au moins d'un label d'identification avec le diamètre du fil, le type de revêtement, la maille, et la dimension du produit.

### 2.14.3. Caractéristiques des fils et des agrafes utilisés

Les fils employés tant dans la fabrication des grillages de protection que pour les ligatures doivent satisfaire à la norme NF EN 10218-2.

Le fil métallique sera traité contre la corrosion conformément aux **Tableaux 5** du **paragraphe 1.6** avec fils de renforts longitudinaux sur les bords des lés.

Pour le montage et la ligature, on utilisera les agrafes préconisées par le constructeur.

Les fils de ligature auront les mêmes caractéristiques dimensionnelles que les fils constitutifs des grillages.

## 2.15. Écrans pare-blocs

Il est fait référence à la « Note d'information Ouvrage d'art – Ecrans de filets pare bloc dynamique » Août 2014 éditée par le Cerema.

Une refonte de la norme NF P95-308 est en cours, le rédacteur du CCTP pourra y faire référence en remplacement de l'EAD 340059 - 00 - 0106 ou l'ETAG utilisé comme EAD lorsqu'elle sera d'application et adaptera la rédaction du chapitre suivant en conséquence.



### 2.15.1. Caractéristiques principales et secondaires des écrans

L'entreprise fournira la déclaration des performances selon l'EAD n°340059-00-0106 ou l'ETAG 027 utilisé comme EAD ainsi que le certificat de conformité CE que son fournisseur lui aura transmis.

Les caractéristiques principales et secondaires des ouvrages neufs à réaliser sont précisées dans le **Tableau 1** du **paragraphe 1.1**.

### 2.15.2. Justifications techniques

L'entreprise fournira le numéro d'évaluation technique européenne des produits posés ainsi que celui du marquage CE. Ceci implique la résistance des parades aux capacités nominales requises pour chaque classe.

## 2.16. Poteaux

L'ensemble des matériaux entrant dans la composition des poteaux sera conforme aux **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7**.

Les poteaux des différents ouvrages (hors écrans de filets) seront conformes aux spécifications du **Tableau 13** suivant :

*Note au rédacteur du CCTP : Les caractéristiques définies ci-dessous doivent être mises en cohérence avec l'étude de projet.*

Poteaux					
Typologie d'ouvrage	Ouvrage de destination	Type de poteau	Désignation	Hauteur	Compléments
Déflecteur Avaloir	DEAv1-g	Barre HA	25 mm - $\sigma_e = 500$ MPa	1 m	Doit permettre le passage d'un câble de 16 mm en tête
	DEAv2-f	Profilé Métallique	HEA 100 - S 275 JR	3 m	Doit permettre le passage d'un câble de 20 mm en tête
	...	...		...	...
Barrière grillagée	BG1	Poteau bois	$\Phi$ 140 mm	2 m	Doit permettre le passage de minimum 2 câbles de 16 mm, un en tête l'autre en pied
	BG2	Poteau tubulaire	$\Phi$ 50 mm - e 2 mm	3 m	Doit permettre le passage de 3 câbles de 16 mm, le premier en tête, le second en partie intermédiaire, le dernier en pied
	...	...		...	...
Echelle de perroquet	EP1	Profilé métallique	HEB 200 - S 275 JR	4 m	Profilé muni de plaque à anneaux diamètre 30 mm

Tableau 13 : Caractéristiques des poteaux en fonction des ouvrages de destination

*Le tableau ne devra pas être rempli pour les ouvrages pour lesquels une étude d'exécution est demandée.*

Les pièces métalliques seront galvanisées à chaud selon la norme NF EN ISO 1461, les poteaux bois seront traités ou non autoclaves ; leur classe d'emploi sera la classe 3 / 4. [En référence à la norme NF EN 335.](#)

Les poteaux seront munis de platines permettant leur fixation au terrain.

La jonction des montants avec les divers câbles doit être conçue pour ne pas les blesser. En absence de cosse-cœur, les pièces d'accueil auront un diamètre minimal de 2,5 fois le diamètre des câbles.

Les arêtes vives et angles saillants doivent être supprimés (meulés *a minima*) ou protégés pour ne pas blesser les opérateurs

Il est rappelé également que la pose de poteaux creux et non bouchés est interdite par la loi n° 2016-01087 du 8 août 2016 dans son article 149.

## 2.17. Matériaux utilisés pour le traitement des zones d'érosion superficielles / Protection contre le ravinement

### 2.17.1. Géotextiles naturels

Leur rôle est de protéger le terrain naturel contre l'érosion et de favoriser la reprise de la petite végétation.

Il s'agit de géotextiles tissés biodégradables type toile de jute ou nappe coco de densité 900 g/m<sup>2</sup>.

### 2.17.2. Géogrille

Son rôle est de protéger le terrain naturel contre l'érosion et de favoriser la reprise de la végétation.

Il s'agit d'un géosynthétique tridimensionnel perméable d'épaisseur 12 mm présentant au moins 90 % de vide, constitué d'un enchevêtrement de fibres polypropylène. La couleur noire ne sera pas retenue dans les zones exposées au soleil.

### 2.17.3. Géogrille incorporé à un grillage simple / double torsion

Son rôle est de protéger le terrain naturel contre l'érosion, de le confiner (par le grillage) et de favoriser la reprise de la végétation.

Il s'agit d'un géosynthétique tridimensionnel perméable d'épaisseur 12 mm présentant au moins 90 % de vide, constitué d'un enchevêtrement de fibres polypropylène. Ce géosynthétique est incorporé à un grillage simple / double torsion tel que défini au **paragraphe 2.14**. La couleur noire ne sera pas retenue dans les zones exposées au soleil.

## 2.18. Éléments constitutifs spécifiques des échelles de perroquet

L'échelle de perroquet est une protection passive de structure rigide. Elle est constituée de poteaux (profilés métalliques) et de longerons en bois encastrés. La hauteur du dispositif et les portées **font l'objet d'une note d'exécution / sont imposées par le maître d'œuvre (dimensions usuelles de 2,5 m par 2,5 m ou 3 m par 3 m de hauteur)**.

Les caractéristiques des ouvrages neufs à réaliser sont précisées dans le **Tableau 1** du **paragraphe 1.1**.

### 2.18.1. Profilés métalliques

Les profilés métalliques sont définis au **paragraphe 2.16**. Ils sont galvanisés à chaud selon la norme NF EN ISO 1461.

**Note au rédacteur du CCTP : les profilés classiques sont des HEB 200 ou HEB 220 d'une hauteur utile de 2,5 m à 3 m, soit 3,75 m à 4,5 m avec la partie en fondation.**

### 2.18.2. Éléments en bois

Il s'agit d'éléments en bois massif, traités ou non autoclave, de longueur 2,5 m à 3 m et de section (largeur x hauteur) 160 mm x 200 à 250 mm. L'entreprise pourra utiliser des traverses de 200 mm de large avec des profilés HEB 200 ou HEB 220.

La classe d'emploi de ces éléments en bois sera la classe 3 / 4. **En référence à la norme NF EN 335.**

L'entreprise effectuera les découpes nécessaires. L'entreprise appliquera, au niveau des découpes, un traitement adapté si le produit a été traité autoclave.

L'entreprise soumettra sa proposition au maître d'œuvre.

### 2.18.3. Fondations

#### 2.18.3.1. Béton

Voir **paragraphe 2.5**.

Celui-ci n'est ni ferrailé, ni coffré.

### 2.18.3.2. Fourreau PVC

Il s'agit de tube PVC de diamètre adapté au profilé métallique, permettant son retrait et maintenant une position stable.

### 2.18.3.3. Graves

Elles remplissent le fourreau PVC et assurent le calage du profilé.

## 2.19. Éléments constitutifs spécifiques pour confinement de terrain

Il a pour objet un fort confinement du terrain, pour palier un glissement superficiel. L'ouvrage fera l'objet d'une étude d'exécution (*fortement recommandé*). Le filet plaqué de protection mis en place sur la zone à conforter sera un filet métallique en acier allié de haute performance, plaqué par des boulons sur lesquels une précontrainte est appliquée. Le filet est plaqué et mis en précontrainte au plus près du terrain par des boulons de placage et, éventuellement, des câbles. Les boulons sont équipés de plaques à griffes ou équivalent, conformément aux spécifications du fabricant.

### 2.19.1. Filet métallique en acier allié de haute performance

Le filet est constitué d'un matériau au comportement homogène sur toute sa surface. Il est constitué d'un fil d'acier de limite élastique supérieure ou égale à 900 MPa, il sera traité par une protection anticorrosion 95 % Zn / 5 % Al.

Les filets ainsi que les fils constitutifs devront répondre aux caractéristiques minimales exprimées dans le **Tableau 14**, suivant.

Type d'ouvrage	Ouvrages de destination	Diamètre du cercle inscrit (mm)	Résistance nominale à la traction du fil (MPa)	Résistance minimale à la traction du filet (kN/m)	Protection anti-corrosion (selon NF EN 10244-2)
Confinement de terrain	Conf1 - Conf3	48	1 770	85	Classe B
	Conf2	65	1 770	150	Classe A
	Conf4	75	900	170	Classe A
	...	...			

Tableau 14 : Caractéristiques minimales dimensionnelles et mécaniques des filets pour confinement de terrain

Des exemples de caractéristiques des filets en acier allié à haute limite élastique sont données dans le **Tableau 35** du **Chapitre 8**.

Le rédacteur du CCTP doit mettre en cohérence les caractéristiques des filets avec le dimensionnement réalisé (prescription de l'étude projet).

Enfin, le tableau ne devra pas être rempli pour les ouvrages pour lesquels une étude d'exécution est demandée.

### 2.19.2. Câbles de pourtour

Les câbles de pourtour ainsi que la galvanisation seront conformes aux **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7**. La galvanisation sera de classe A / B.

Les câbles seront de type toronnés, composés de 6 torons de 19 fils galvanisés, toronnés autour d'une âme métallique de même caractéristique. Les câbles auront un diamètre de 12 mm pour une résistance minimale à la traction de 90 kN. Les fils constituant le câble auront une classe de résistance de 1770 N / mm<sup>2</sup>.

### 2.19.3. Barres des boulons

Les barres seront conformes aux spécifications des normes rappelées aux **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7**.

Les boulons réalisés seront scellés sur toute leur longueur.

Les têtes des boulons seront équipées d'une plaque d'appui à griffes en acier, de taille adaptée à la maille du filet. Cette plaque d'appui sera galvanisée à chaud (conformément à la norme NF EN ISO 1461 avec une épaisseur minimale de galvanisation de 55 µm. Les têtes des boulons seront équipés d'un écrou de serrage.

Les plaques d'appui seront en acier de nuance minimale S335J et seront conformes aux recommandations du fabricant quelle que soit leur destination (boulon de pourtour ou dans le filet). Les dimensions des plaques d'appui seront adaptées aux efforts de confinement à appliquer au sol.

Les écrous seront en acier et seront traités par dépôt de zinc lamellaire, de 24 g / m<sup>2</sup> minimum, leur conférant une protection anticorrosion de minimum 600 h au brouillard salin selon la norme ISO 9227. Les écrous seront **sphériques (par rapport au rattrapage d'incidence)**.

Les barres seront du type haute adhérence en acier nuance  $\sigma = 500$  MPa, **elles seront filetées sur toute leur longueur.**

Les barres de grande longueur pourront être éventuellement manchonnées : le manchonnage est celui disponible chez le fabricant et doit permettre la transmission des efforts sans réduction de section, le manchon sera conforme aux normes appelées aux **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7**.

En solution variante et exceptionnellement, avec l'agrément du maître d'œuvre, et sous réserve de résistance au moins égale à celles des barres pleines proposées au marché, il pourra être utilisé des barres auto-foreuses, creuses, à injection centrale.

La protection anti-corrosion sera assurée par :

- épaisseur sacrifiée à la corrosion ;
- galvanisation à chaud ;
- application d'une peinture anti-corrosion ;
- protection P2 (ce type de protection n'est pas classique et doit être justifiée par le caractère corrosif du milieu environnant) ;
- protection de type Geomet, etc.

Les diamètres des boulons, pour les confinement de terrain sont précisés dans le Tableau 9 ci-dessous :

Type d'ouvrage	Ouvrage de destination	Destination de la barre	Diamètre de la barre (mm)	Limite élastique de la barre (kN)
Confinement deterrain	Conf1 - Conf3	Boulon de confinement		
	Conf2	Boulon de confinement		
	...	...	...	...

Tableau 15 : Diamètre / Limite élastique des boulons en fonction des confinements de terrain

**Le diamètre des boulons ainsi que la limite élastique de la barre sont conformes à l'étude projet (en considérant l'épaisseur sacrifiée à la corrosion). Accastillage**

#### 2.19.4. Serre-câbles

Les serre-câbles seront conformes aux **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7**. Les serre-câbles DIN 741 sont formellement interdits. Les serre-câbles seront galvanisés à chaud selon la norme NF EN ISO 1461.

**Les serre-câbles DIN 741 sont proscrits, le maître d'œuvre choisit d'accepter ou de proscrire également les serre-câbles DIN 1142.**

#### 2.19.5. Cosse-cœurs et terminaisons manchonnées

Les cosse-cœurs et terminaisons manchonnées seront conformes aux **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7**.

Elles devront présenter une protection anticorrosion qui garantira le même niveau de protection que celle appliquée aux câbles.

#### 2.19.6. Manilles

Les manilles seront conformes aux **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7**.

Elles devront présenter une protection anticorrosion qui garantira le même niveau de protection que celle appliquée aux câbles.

# Chapitre 3 - Mode d'exécution des travaux

## 3.1. Spécification des prestations associées au chantier

### 3.1.1. État des lieux

Pendant la période de préparation du chantier, un constat sera réalisé (reportage photographique/huissier) avec l'ensemble des différents propriétaires (avoisnants et accès), l'entreprise, le maître d'œuvre ainsi que le maître d'ouvrage. **(Notamment, bien définir les limites de prise en compte, chaussées, etc.).**

### 3.1.2. Installation de chantier

L'attention de l'entreprise est attirée sur le caractère accidenté des terrains où se dérouleront les travaux (fortes pentes et parois rocheuses) et sur l'éloignement possible des zones d'intervention par rapport à la route.

Les installations de chantier telles que les locaux sont généralement situés au niveau de la chaussée, dans une zone non exposée aux risques inhérents au chantier. Les zones d'installation de chantier, au niveau de la chaussée ou en versant, sont préparées et aménagées par tous moyens nécessaires : débroussaillage, abattage, terrassement, ... et le matériel affecté est laissé au choix de l'entreprise (celui-ci privilégiera la mécanisation). L'implantation se fera sur le terrain, en accord avec le CSPS et le maître d'œuvre. Les dépenses d'occupation des terrains accueillant les installations, les éventuels frais d'aménagement des accès en accord avec les propriétaires concernés ainsi que toutes redevances relatives à l'utilisation des terrains et des accès sont à la charge de l'entreprise.

**Pendant toute la durée du chantier, un engin adapté pour le déblaiement des matériaux est présent dans le périmètre du chantier pour les besoins de l'entreprise et le bon déroulement des travaux (notamment pour rendre la chaussée en fonction des conditions de circulation).**

L'entreprise prendra toutes les dispositions nécessaires à l'amenée-replis du matériel, à l'approvisionnement en matériaux et au stockage, à l'alimentation énergétique de la base vie et du chantier, ainsi qu'aux déplacements de son personnel. Elle pourra notamment avoir recours à un moyen de levage spécifique tel que l'hélicoptère.

Il appartiendra à l'entreprise de réaliser ou faire réaliser tout système, toute modification d'engins ou de matériels lui permettant d'accéder aux zones de travail.

Le stockage des matériaux garantira la conservation de leur qualité tout au long du chantier (par exemple pour le ciment). La technique de stockage des matériaux, au niveau de la chaussée comme en versant, n'occasionnera aucune pollution. De même que tout appareil sera maintenu en bon état de fonctionnement, notamment vis-à-vis de fuites hydrauliques, fuites de carburant et autres. L'entreprise suivra l'évolution de son matériel tout au long du chantier et mènera toute action correctrice. De manière préventive, l'entreprise mettra en place sous chaque machine un dispositif de récupération des polluants. Dans leur manutention comme dans leur attitude, le personnel d'exécution veillera au respect de l'environnement. Le volet environnemental, particulièrement sensible ici, fera l'objet d'un contrôle de la part de l'entreprise. La propreté du chantier sera irréprochable tout au long du chantier. Les déchets seront stockés dans des bacs spéciaux prévus à cet effet et séparés en fonction de leur nature. Ils feront l'objet d'une collecte régulière.

La zone de chantier, sa clôture et son balisage seront matérialisés et réalisés conformément au PGC et à la législation en vigueur, de même pour les installations (locaux, WC, etc.), qui devront être propres et entretenues.

### 3.1.3. Signalisation

**La rédaction suivante est à adapter en fonction du chantier et des contraintes spécifiques imposées.**

Les dispositions du CCAG et du PGC s'appliquent.

L'entreprise fera la demande d'arrêt de circulation adapté aux besoins du chantier et s'assurera de son obtention avant le démarrage des travaux.

La signalisation des sites dans les zones intéressant la circulation sur la voie publique est réalisée par le prestataire sous le contrôle du gestionnaire local compétent. Elle doit être conforme à l'instruction Interministérielle sur la signalisation routière : Livre I signalisation des routes, définie par l'arrêté du 24 novembre 1967, Livre I – 8<sup>e</sup> partie : signalisation temporaire du 6 novembre 1992 et l'ensemble des textes portant modifications.

Avant le début des travaux et pendant toute la durée de ceux-ci, le titulaire doit faire connaître nominativement au maître d'œuvre, le responsable de l'exploitation et de la signalisation du chantier, responsable qui doit pouvoir être contacté de jour comme de nuit.

Le titulaire doit soumettre à l'agrément du maître d'œuvre, les moyens en personnels, véhicules et matériels de signalisation qu'il compte utiliser. Le titulaire est notamment tenu d'avoir en permanence en réserve des piquets K10 et des fanions K1.

Lorsqu'une signalisation de chantier par deux feux de signalisation ou plus est prévue, ils sont installés au niveau de la chaussée à une distance suffisamment éloignée de la zone à risque. Ils sont maintenus en bon état de fonctionnement pendant toute la durée du chantier.

Le titulaire est tenu d'adapter la signalisation en cours de chantier.

Le personnel du titulaire travaillant sur site sous circulation doit être doté d'un gilet rétro-réfléchissant.

### 3.1.4. Aménagement des accès / Mise en sécurité du site

Un soin particulier sera apporté par l'entreprise à la mise en sécurité du site, par la réalisation de purges, d'aménagements, le débroussaillage et l'abattage d'arbres et la mise en place d'équipements permettant une évolution en sécurité du personnel amené à intervenir sur les zones de travaux (personnel entreprise, maître d'œuvre et ses assistants, éventuellement maître d'ouvrage). Ce point concerne les postes de travail, conformément au **paragraphe 3.1.5** du présent CCTP, mais également les accès à ces derniers depuis la plate-forme routière ou les installations de chantier, dont l'exposition aux aléas naturels fera l'objet d'une analyse par l'entreprise.

Ces aménagements pourront comprendre (liste non exhaustive) :

- plate-formes ;
- marches d'escalier ;
- échelles ;
- mains-courantes ;
- barrières grillagées et/ou géotextile provisoire ;
- etc.

et l'ensemble des dispositifs de boulonnage associés.

### 3.1.5. Protections provisoires du chantier vis-à-vis des environnants et des postes de travail

Leur fonction est d'assurer, en toute sécurité, la protection des personnes et des biens environnants pendant l'exécution des différents travaux en versant ou en falaise (débroussaillage, purges, reprofilage, minage, déroulage du grillage, etc.), mais également la protection des personnels de l'entreprise lorsqu'ils sont sur leur poste de travail.

Ces protections pourront être de différentes natures **(Le rédacteur du CCTP définit et quantifie les besoins minimum que le candidat prendra en compte lors de la remise de son offre).**

Les dispositifs énumérés ci-dessous constituent des exemples de protection qu'il convient d'adapter au contexte du chantier.

Une fois la liste établie, il convient de supprimer les éléments inutiles de la liste.

### 3.1.5.1. Protections (À mettre en cohérence avec le paragraphe 1.1)

- **protection surfacique** de la chaussée et de tous les autres ouvrages :
  - bottes de pailles (pour parapets, encorbellements et autres),
  - tapis terre constitué de matériaux tout-venant (pour chaussée notamment),
  - assemblage de pneus d'une épaisseur d'environ 70 cm (pour chaussée notamment),

L'entreprise peut soumettre à l'agrément du maître d'œuvre d'autres dispositifs :

- glissière béton type GBA BT4 : ces éléments seront équipés d'un dispositif de fixation permettant un liaisonnement des éléments entre eux ;
- **blocs de béton, encastrés ou liaisonnés, type « Famy », « Légo » ou autres** : de dimensions variables, généralement mis à mi-chaussée pour circulation alternée ou en bord amont de chaussée. Ces blocs sont équipés de points de levage ou sont levables par une pince. A la demande du maître d'œuvre, et dès lors que le nombre de rangées sera supérieur ou égal à 2, un liaisonnement entre les blocs pourra être mis en place. Pour les blocs de largeur 80 cm, on se limitera à 3 rangées, soit 2,4 m de hauteur ;
- **écran grillagé de protection** : ancré dans le sol, scellé au rocher ou fixé aux éléments béton pré-cités, de 2 m de hauteur hors sol, minimum, avec les caractéristiques minimales suivantes :
  - support de grillage en acier  $\Phi$  32 mm équipé pour reprendre des câbles à mi-hauteur, en tête et en pied (boucle soudée),
  - trois lignes de câbles support horizontaux (tête, pied et mi-hauteur) de diamètre 12 mm repris sur les barres support,
  - grillage double torsion galvanisé, maille 100 x 120 mm, fil 3 mm, déployé entre les poteaux et ligaturé aux câbles de support,
  - géotextile de type « Bidim » en doublage.

Les dispositions énumérées ci-dessus ne constituent que des exemples de dispositions de mise en sécurité, l'entreprise s'assurera que les dispositifs qu'elle compte mettre en œuvre sont compatibles avec l'analyse des risques qu'elle a faite du chantier.

Il appartiendra à l'entreprise de s'assurer en permanence :

- que les travaux en cours ne présentent pas un risque pour les usagers en les exposant à des chutes de blocs dépassant la capacité de retenue de la protection provisoire (écran grillagé, blocs béton) ;
- que la protection provisoire est maintenue en bon état de fonctionnement sur toute sa surface, notamment après sollicitation.

### 3.1.5.2. Dispositifs de surveillance

#### Vigie

Sur certains chantiers, le recours à une vigie pourra être exigé. Elle prévient le personnel d'exécution de tout aléa remettant en cause leur sécurité. Il s'agit de personnels qualifiés dans le domaine des risques naturels et notamment des chutes de blocs, à même d'analyser rapidement l'amorce de tout phénomène. Ils peuvent être présents ponctuellement pour certaines opérations ou en permanence sur le chantier.

Ils sont en liaison radio directe avec le chef de chantier et les équipes de cordistes et sont positionnés sur la route ou en versant. Ils disposent de moyens d'alerte particulier leur permettant de faire passer l'alerte rapidement, ces moyens peuvent être des cornes de brume, etc.

Dispositifs automatisés d'alerte

- Mise en œuvre d'une instrumentation effective au démarrage du chantier et définition de seuils

**Note au rédacteur du CCTP :**

**Dans le cas de la mise en œuvre d'un dispositif automatisé d'alerte, le calage des seuils doit avoir été réalisé en amont sur une période représentative) de manière à pouvoir être pris en considération lors de la remise des offres.**

Procédure météo

**Note au rédacteur du CCTP :**

**Dans le même esprit que pour la mise en œuvre d'un dispositif automatisé d'alerte, il convient d'avoir établi avant la rédaction du présent CCTP, des seuils « d'arrêt » et de reprise du chantier ainsi que les diverses procédures (fréquence d'acquisition et de transmission des informations, stations météorologiques et pluviomètres concernés, etc.).**

**Il est nécessaire, ici, de décrire ces procédures (sources et fréquence des données, traitement des informations, seuils de pré-alerte et d'arrêt du chantier, condition de reprise du chantier, etc.**

### 3.1.6. Implantation

La position des ouvrages sera tracée à la peinture sur le terrain naturel avec l'identifiant de la zone à traiter (ou le numéro définitif de l'ouvrage), et éventuellement des numéros de forage. Cette implantation pourra être faite contradictoirement avec le maître d'œuvre ou soumise à validation par celui-ci, ces indications sont reportées sur un plan de suivi tenu à jour.

### 3.1.7. Remise en état des lieux

L'entreprise devra procéder au nettoyage des points de travail au fur et à mesure de l'avancement des travaux et du déplacement des zones de travaux. Aucun matériau, gravats ou déchet ne devra être abandonné sur les lieux du chantier.

Les dégradations éventuelles occasionnées pendant le chantier devront être réparées avant la fin du chantier.

La remise en état du terrain comprend également l'enlèvement de toutes les lignes de vie (seuls les spits resteront en place), ainsi que de tous les grillages (y compris leurs supports) installés provisoirement en contrebas des zones de travaux, sauf demande expresse du maître d'œuvre. Les matériaux stockés dans ces grillages seront régalez manuellement.

En fin de travaux, l'entreprise devra procéder aux opérations de reconstitution à l'identique du modelé du terrain naturel.

## 3.2. Travaux

### 3.2.1. Débroussaillage / Bucheronnage

#### 3.2.1.1. Débroussaillage

Le débroussaillage est réalisé dans des versants à forte pente et des ressauts rocheux sub-verticaux. Il concerne :

- la préparation des accès et des zones d'installation ;
- le dégagement des têtes de talus ;
- le dégagement des emprises pour un ouvrage neuf ;
- le dégagement d'un ouvrage, notamment avant une visite détaillée ou pour des réparations.

L'entreprise met en œuvre tous les moyens pour l'arasage de la végétation (arbres jusqu'à 10 cm de diamètre mesuré à 1 m de hauteur par rapport au terrain naturel), l'ébranchage / débitage et l'évacuation des produits. Cette prestation nécessite, au-delà du petit matériel, débroussailleuses et tronçonneuses.

Les emprises des zones à débroussailler sont implantées avec le maître d'œuvre et seront strictement respectées. Les lieux de dépôt provisoire seront soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

Les produits issus du débroussaillage seront évacués / broyés. Les produits de broyage sont laissés sur place / évacués vers un lieu de stockage.

L'incinération des broussailles sur place est interdite.

#### 3.2.1.2. Bucheronnage

Cette prestation concerne les travaux d'abattage, démontage, élagage et débardage d'arbres de diamètre supérieur à 10 cm mesuré à 1 m de hauteur par rapport au terrain naturel. Les arbres sont ébranchés, le bois évacué vers une zone désignée par le maître d'œuvre pour mise à disposition du propriétaire ou mis en andains sur place selon les prescriptions du maître d'œuvre. Les branches seront traitées avec les produits issus du débroussaillage.

Cette prestation est susceptible d'être commandée :

- sur des chablis, arbres sous tension, en enchevêtrement avec des bloc ;
- dans des glissements de terrain, en forte pente et paroi rocheuse, etc.

Elle concerne :

- la préparation des accès et des zones d'installation ;
- le dégagement des têtes de talus ;
- le dégagement des emprises pour un ouvrage neuf ;
- le dégagement d'un ouvrage, notamment avant une visite détaillée ou pour des réparations.



En plus des techniques traditionnelles d'abattage, l'utilisation de treuils peut être rendue nécessaire pour orienter l'abattage ou reprendre des tensions.

L'attention de l'entreprise est attirée sur l'importance du niveau de maîtrise du personnel affecté à ces tâches. Pour les opérations relatives à l'abattage, le personnel aura les habilitations requises. Le personnel affecté à cette tâche peut être amené à travailler en co-activité avec des engins de débardage (tracteurs forestiers, blondins, etc.). Le personnel affecté à cette tâche pourra être amené à travailler sur cordes.

Les produits issus du bûcheronnage sont **broyés/évacués vers un lieu de stockage**. Les produits de broyage sont **laissés sur place / évacués vers un lieu de stockage**.

## 3.2.2. Purges

### 3.2.2.1. Purge manuelle

Les travaux de purges manuelles concernent l'élimination de masses rocheuses. Ils interviennent, entre autres, pour :

- la mise en sécurité du chantier ;
- le traitement de l'aléa résiduel suite à un évènement « chute de blocs / éboulement » ;
- le nettoyage préalablement à la pose d'un ouvrage ;
- les finitions suite à reprofilage mécanique ou par minage ;
- le traitement spécifique d'une instabilité rocheuse.

Les travaux de purge manuelle sont limités à l'élimination des éléments les plus instables ou les plus déconsolidés, répartis sur l'ensemble des différentes zones ainsi qu'au nettoyage des matériaux éboulés restés en versant. Ils n'ont pas pour objectif d'éliminer toutes les masses rocheuses susceptibles d'être déstabilisées, mais de parvenir (par l'élimination sélective des éléments les plus déconsolidés) à un risque d'instabilité moindre.

Les surfaces à traiter sont délimitées au préalable contradictoirement par le maître d'œuvre et l'entreprise. Ces surfaces sont contrôlées au fur et à mesure des travaux, et reconsidérées au besoin.

Ces travaux nécessitent une attention et une compétence particulière de la part des équipes. Ils devront, en outre, être exécutés avec précaution pour éviter de déstabiliser les éléments voisins ou de causer des dommages non prévus à l'aval. Ces travaux nécessitent généralement l'utilisation de marteaux, pieds de biche, pelles et pioches ainsi que cannes à purge.

### 3.2.2.2. Purge mécanique

Les travaux de purges mécaniques concernent le même type de prestation que les purges réalisées manuellement, avec les mêmes objectifs.

Les travaux de purge mécaniques sont limités à l'élimination des éléments les plus instables ou les plus déconsolidés n'ayant pas pu être traités par purge manuelle. Les volumes à traiter sont délimités au préalable contradictoirement par le maître d'œuvre et l'entreprise. Ces volumes sont contrôlés au fur et à mesure des travaux, et reconsidérés au besoin.

Ces travaux nécessitent une attention et une compétence particulière de la part des équipes. Ils devront, en outre, être exécutés avec précaution pour éviter de déstabiliser les éléments voisins ou de causer des dommages non prévus à l'aval. Ces travaux nécessitent généralement l'utilisation de vérins hydrauliques, de coussins et plus généralement d'outillage pneumatique et hydraulique.

## 3.2.3. Reprofilage

Il a pour objectif le reprofilage dans des matériaux meubles ou rocheux. Il s'agit principalement de volumes en limite de stabilité, de masses en surplomb ainsi que les principaux compartiments les plus instables. Les conditions d'accès sont généralement difficiles. Les travaux se font à la pelle araignée ou à la pelle mécanique avec recours possible au Brise Roche Hydraulique.

Les volumes et surfaces à traiter sont déterminés par le maître d'œuvre en concertation avec l'entreprise. L'entreprise rend compte de l'avancement du reprofilage au maître d'œuvre. Celui-ci peut arrêter les opérations de reprofilage quand le résultat lui semble satisfaisant. Un complément de purge manuelle ou mécanique pourra être réalisé pour finition.

Les lieux de passage de la pelle sont remis en état.

### 3.2.4. Rescindement / Fragmentation

Le rescindement a pour objectif de réduire le volume des compartiments isolés sur des talus en pente afin de réduire les conséquences d'une remobilisation de ces compartiments.

Le rescindement peut être obtenu à l'aide de ciment expansif ou de tout dispositif (notamment pneumatique ou hydraulique (éclateur, écarteur)) permettant la réduction des compartiments en éléments de volume inférieur ou égal à 250 dm<sup>3</sup>. La blocométrie recherchée pourra être précisée, ici, par le rédacteur du CCTP.

### 3.2.5. Minage - Emploi de l'explosif

#### 3.2.5.1. Généralités

Le minage devra être exécuté par du personnel qualifié pour les travaux avec l'utilisation d'explosifs.

Ces travaux de minage devront mener au nettoyage complet de la zone jusqu'à suppression de la masse jugée instable. À la suite du minage, l'entreprise prévoira, le nettoyage de la paroi en aval de la zone minée. Les produits issus du minage seront évacués vers le pied du versant et évacués en décharge autorisée.

Le minage doit permettre l'obtention d'éléments rocheux unitaires de volume inférieur ou égal à 250 dm<sup>3</sup>. La blocométrie recherchée pourra être précisée, ici, par le rédacteur du CCTP.

#### 3.2.5.2. Autorisations administratives, qualifications

L'entreprise devra réaliser toutes les autorisations administratives légales et nécessaires à la réalisation de ces travaux de minage, notamment les demandes de coupure de route et les certificats d'acquisition dont le délai est aléatoire.

Celle-ci devra se soumettre à la réglementation en vigueur (notamment au Décret n° 81-972 du 21 octobre 1981, modifié par le décret 2005-1137 du 08 septembre 2005 relatif « au marquage, à l'acquisition, à la livraison, à la détention, au transport et à l'emploi des produits explosifs »).

Les tirs, le maniement d'explosifs ou d'artifices de mise à feu ne seront confiés qu'à des préposés titulaires du Certificat de Préposé au Tir institué par l'arrêté français du 26 mai 1997.

L'entreprise devra fournir, pour chaque boutefeux :

- le CPT à jour des recyclages ;
- le permis de tir, délivré par l'employeur et valable 3 ans ;
- l'habilitation préfectorale pour l'emploi, le gardiennage, la manutention et le transport d'explosif ;
- l'agrément préfectoral, valable 5 ans.

De plus pour chaque tir, devront être fournis :

- le plan de tir ;
- le dossier de prescription du tir.

Enfin, l'entreprise doit être en possession d'un certificat d'acquisition C.A., ou d'un U.D.R. (utilisation dès réception) ou du bon de commande pour les quantités inférieures à 25 kg.

#### 5.2.5.3. Responsabilité de l'entreprise

L'entreprise sera entièrement responsable des dégâts provoqués par les explosions, sur les constructions et ouvrages aériens ou enterrés, autour du chantier.

Ces dégâts peuvent être provoqués par des projections ou chutes de matériaux et par les vibrations transmises par l'air ou le sol.

La technique retenue pour le forage des masses rocheuses à supprimer est laissée à l'initiative de l'entreprise. Le mode de foration devra limiter au maximum toutes vibrations susceptibles de provoquer la chute de pierres ou de blocs en phase préparatoire. La technique de minage retenue par l'entreprise doit être celle qui émet le moins de projection possible.

### 3.2.5.4. Cubage

Un cubage de la masse sera réalisé et soumis au maître d'œuvre avant tout démantèlement dans le cadre du plan de tir.

### 3.2.5.5. Problèmes liés à l'utilisation d'explosifs

L'utilisation de l'explosif devra être effectuée de manière à respecter les points suivants :

- critères de vibration sur avoisinants définis ci-après :
  - **faire figurer les seuils de vibration et les dispositions de mesures, ces seuils sont obligatoirement établis par une étude de vibration préalable au lancement du marché,**
- limitation des effets arrière de vibrations sur le massif rocheux restant en place ;
- éviter les projections de blocs ou cailloux quelle que soit leur dimension ;
- éviter la formation au cours du minage de gros blocs rocheux susceptibles d'entraîner lors de leur chute une détérioration importante des ouvrages situés à l'aval.

En cas d'orage au voisinage du chantier, les opérations de chargement seront différées, les manipulations d'explosifs amorcés et des amorces seront interdites, et dans le cas d'un chargement déjà commencé, tout le personnel travaillant à l'avancement sera replié et mis à l'abri des conséquences d'une explosion prématurée. Le boutefeu ne pourra pas quitter l'enceinte du chantier.

### 3.2.5.6. Transport des explosifs

Les produits explosifs doivent être transportés dans des emballages agréés et fermés. La quantité maximale par emballage ne doit pas dépasser 25 kg. Les explosifs et les détonateurs ne doivent pas être mélangés durant le transport.

La quantité maximale pouvant être transportée par un camion est de 16 tonnes.

Toute personne qui transporte des explosifs doit être habilitée au transport des matières dangereuses et avoir obtenu une autorisation préalable du préfet.

Les reliquats d'explosifs, à l'issue du chantier, ne peuvent pas être réutilisés.

En cas d'UDR, ils seront repris par le fournisseur. En cas de bon de commande, ils seront détruits ou mis en dépôt de consignation.

Tout utilisateur d'explosif doit tenir un registre de réception et de consommation des explosifs, qui doit être conservé pendant au moins 10 ans.

### 3.2.5.7. Élaboration des plans de tirs

Tous les tirs d'explosifs devront faire l'objet de l'élaboration et la présentation d'un plan de tir détaillé.

Le foreur informera le boutefeu des incidents et aléas géologiques rencontrés en cours de foration.

Le plan de tir doit être rédigé avant le début des opérations de chargement et doit être remis à jour si nécessaire après le chargement afin de prendre en compte les incidents et chargement et les éventuelles adaptations.

Les plans de tir devront comporter les indications suivantes :

- la définition géométrique précise des masses à abattre. Cette définition pourra nécessiter, pour l'entreprise, l'exécution de levés topographiques complémentaires ;
- la maille et l'implantation des trous (épaisseur des banquettes, espacement des trous) ;
- le diamètre de forage des trous et leur inclinaison ;
- la nature, le type et la quantité d'explosifs dans chaque trou ;
- les modalités de chargement des trous ;
- la nature, la position et la longueur des bourrages ;
- le plan d'amorçage ;
- la charge totale, par tir et la charge unitaire par numéro de retard ;
- la charge d'explosif au mètre cube extrait.

### 3.2.5.8. Chargement

Un espacement minimum de 10 m doit être respecté entre deux équipes en cours de chargement.

Les explosifs encartouchés doivent avoir un diamètre inférieur d'au moins 10 mm au diamètre du trou de forage.

Le poids des cartouches mis en œuvre en chute libre au-dessus d'une cartouche amorce ne doit pas avoir un poids supérieur à 5 kg pour les dynamites et 10 kg pour les nitrates.

Le trou doit être contrôlé avant la mise en œuvre des explosifs :

- contrôle de la profondeur à l'aide d'un bourroir à corde et d'un décimètre ;
- si le trou est trop profond, régler à la côte voulue en rajoutant du gravier ;
- si le trou manque de profondeur, il faut modifier les charges.

Les incidents de chargement de type eau, faille, poche de terre, sous cavage doivent être reportés sur le plan de tir.

Le bourrage des trous de mines sera obligatoirement réalisé avec du gravier de granulométrie comprise entre 6 et 10 mm, matériaux susceptibles de s'écouler par simple gravité. L'utilisation des cuttings du forage n'est pas acceptée.

La hauteur du bourrage doit être au minimum égale à la banquette ou à une demi-banquette en cas d'amorçage par fond de trou.

Après chaque raccordement, un contrôle à l'ohmmètre doit être réalisé. L'ohmmètre doit être digital et agréé pour le contrôle à front. Il doit être contrôlé une fois par an.

### 3.2.5.9. Règles de sécurité

Avant le tir, le boute-feu doit faire évacuer les personnes et les matériels vers les abris définis par la consigne de tir.

Après le tir, le boute-feu doit respecter le délai d'attente réglementaire de 3 minutes avant de se rendre sur le tir et faire une reconnaissance du chantier.

## 3.2.6. Démontage d'ouvrages

*Il convient, ici, de décrire, le plus précisément possible, les ouvrages à démonter. Le rédacteur doit adapter le paragraphe suivant en fonction des ouvrages qui doivent être démontés.*

### 3.2.6.1. Définition des ouvrages à démonter

Les ouvrages à démonter sont répertoriés dans le **Tableau 16** suivant.

Typologie d'ouvrage	N° d'ouvrage	Position de l'ouvrage	Marque Fabricant	Extension Dimensions	Dimensions			Interaction avec d'autres ouvrages	Observations
					Poteaux	Filet	Grillage		
Déflecteur Pendu à nappe de grillage	DP1-g	Falaise déportée	Inconnu	H : 20 m L : 25 m	Sans objet	Sans objet	60 x 80 mm double torsion	Ec1 situé à l'amont	Câble de pied arraché
	DP2-g	Falaise proche En surplomb de la chaussée	Inconnu	H : 15 m L : 250 m	Sans objet	Sans objet	80 x 100 mm simple torsion	Sans objet	Grillage troué
	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Déflecteur Avaloir à nappe de grillage	DAV1-g	Falaise proche	GEOBRUGG	H : 20 m L : 25 m	Sur-longueur du boulon (F=28 mm) de 1 m	Sans objet	60 x 80 mm double torsion	Situé par-dessus FP2	Poteaux centraux impactés
	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ouvrage plaqué à nappe de grillage	GP1	Falaise inférieure	AVAROC	H : 10 m L : 10 m	Sans objet	Sans objet	50 x 50 mm	Sans objet	Grillage en charge
	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Barrière grillagée	BG1	Bord de chaussée	CAN ELSA	L : 50 m	HEA 120 scellé H : 1.5 m	Sans objet	50 x 50 mm	Sans objet	En charge
	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Échelle de perroquet	EP1	Bord de chaussée	Inconnu	L : 20 m	HEA 200 scellé H : 1.5 m	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Traverses cassées - En charge
	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Déflecteur Pendu à nappe de filet	DP1-f	Falaise déportée	CAN	H : 50 m L : 35 m	Sans objet	Anneau T+6 F anneau: 350 mm F tonon : 12 mm	Grillage de doublage 100 x 120 mm simple torsion	Limite droite commune avec DP8-f	Sans objet
	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Déflecteur Avaloir à nappe de filet	DAV1-f	Falaise déportée	GTS	H : 20 m L : 80 m	Tubulaire [H / F / e] [6 m/350 mm/3 mm]	Élite	Sans objet	Sans objet	Blocs coinés (~ 0.5 m³) sous filet
	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ouvrage plaqué à nappe de filet	FP1	Falaise déportée	HYDROKARST	H : 15 m L : 15 m	Sans objet	Filet de câble Maille : 150 x 150 mm F câble : 8 mm	Sans objet	Sans objet	En charge
	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Écran pare-bloc	Ec1	Versant intermédiaire	Élite	L : 120 m	HEA 250 H : 4 m	Élite ...	Grillage de doublage 6 x 80 mm simple torsion	Sans objet	Classe IV (ETAG 27) En charge - petits éléments Falaise supérieure particulièrement active
	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Tableau 16 : Définition et caractéristiques des ouvrages à démonter

Le tableau ci-dessus ne constitue qu'un exemple. Il convient de le mettre en cohérence avec les ouvrages à démonter. Il convient d'être le plus exhaustif possible sur la description des ouvrages à démonter.

### 3.2.6.2. Objectifs de démontage

Pour chaque type d'ouvrage considéré, l'entreprise proposera, à l'appui de son offre et après visite des ouvrages à démonter, une procédure de démontage qui tiendra compte des spécificités de l'ouvrage et garantira la sécurité des employés en charge du démontage ainsi que celle des riverains et des usagers de l'infrastructure. L'entreprise précisera, notamment, quels moyens elle compte mettre en œuvre afin de reprendre et démonter les éléments sous tension / en charge.

Les ouvrages seront entièrement démontés, les matériaux de démontage seront triés par famille dans une zone de stockage dédiée au niveau des installations de chantier.

Une fois les ouvrages démontés, l'entreprise procédera au recépage de tous les boulons d'amarrage des ouvrages au niveau du terrain naturel.

### 3.2.6.2. Destination des produits de démontage

Les produits issus du démontage des ouvrages spécifiés au présent CCTP seront pris en charge par l'entreprise qui se chargera de son élimination / recyclage.

## 3.2.7. Maintenance d'ouvrages / Remplacement de pièces d'ouvrages

*Il convient, ici, de décrire, le plus précisément possible, les ouvrages devant faire l'objet de maintenance. Le rédacteur doit adapter le paragraphe suivant en fonction des ouvrages qui doivent être réparés.*

### 3.2.7.1. Définition des ouvrages à réparer

Les ouvrages à réparer sont répertoriés dans le **Tableau 17** suivant.

Typologie d'ouvrage	N° d'ouvrage	Position de l'ouvrage	Marque Fabricant	Extension Dimensions	Dimensions			Interaction avec d'autres ouvrages	Observations	Objet de la réparation
					Poteaux	Filet	Grillage			
Déflecteur Pendu à nappe de grillage	DP1-g	Falaise déportée	Inconnu	H : 20 m L : 25 m	Sans objet	Sans objet	60 x 80 mm double torsion	Ec1 situé à l'amont	Câble de pied arraché	Câble de pied à remplacer
	DP2-g	Falaise proche En surplomb de la chaussée	Inconnu	H : 15 m L : 250 m	Sans objet	Sans objet	80 x 100 mm simple torsion	Sans objet	Grillage troué	Grillage à remplacer (7 x 8 m)
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Déflecteur Avaloir à nappe de grillage	DAV1-g	Falaise proche	GEOBRUGG	H : 20 m L : 25 m	Sur-longueur du boulon (F=28 mm) de 1 m	Sans objet	60 x 80 mm double torsion	Situé par-dessus FP2	Poteaux centraux impactés	3 boulons avaloir à relaire Grillage à remplacer (4 x 5 m)
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ouvrage plaqué à nappe de grillage	GP1	Falaise inférieure	AVAROC	H : 10 m L : 10 m	Sans objet	Sans objet	50 x 50 mm	Sans objet	Grillage en charge	Fragmentation des éléments coincés - Purge du grillage
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Barrière grillagée	BG1	Bord de chaussée	CAN ELSA	L : 50 m	HEA 120 scellé H : 1.5 m	Sans objet	50 x 50 mm	Sans objet	En charge	Câble intermédiaire à remplacer Traitement anti-corrosion des boulons Purge de la barrière
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Echelle de perroquet	EP1	Bord de chaussée	Inconnu	L : 20 m	HEA 200 scellé H : 1.5 m	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Traverses cassées - En charge	4 traverses à remplacer Traitement anti-corrosion des poteaux
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Déflecteur Pendu à nappe de filet	DPI-f	Falaise déportée	CAN	H : 50 m L : 35 m	Sans objet	Anneau 1+6 F anneau: 350 mm F toron : 12 mm	Grillage de doublage 100 x 120 mm simple torsion	Limite droite commune avec DP8-f	Sans objet	Fragmentation et purge des éléments coincés
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Déflecteur Avaloir à nappe de filet	DAV1-f	Falaise déportée	GTS	H : 20 m L : 80 m	Tubulaire [H / F / e] [6 m/350 mm/3 mm]	Elite	Sans objet	Sans objet	Blocs coincés (- 0.5 m3) sous filet	2 poteaux à remplacer
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ouvrage plaqué à nappe de filet	FP1	Falaise déportée	HYDROKARST	H : 15 m L : 15 m	Sans objet	Filet de câble Maille : 150 x 150 mm F câble : 8 mm	Sans objet	Sans objet	En charge	Fragmentation et purge des éléments éboulés Ajout d'éléments de plaquage (boulons + câbles)
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ecran pare-bloc	Ec1	Versant intermédiaire	Elite	L : 120 m	HEA 250 H : 4 m	Elite...	Grillage de doublage 6 x 80 mm simple torsion	Sans objet	Classe IV (ETAG 27) En charge - petits éléments Falaise supérieure particulièrement active	Remplacement de 2 poteaux Remplacement des dissipateurs d'énergie Remise en tension des câbles Purge des éléments à l'amont de l'écran
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Tableau 17 : Définition et caractéristiques des ouvrages à réparer

**Le tableau ci-dessus ne constitue qu'un exemple. Il convient de le mettre en cohérence avec les ouvrages à réparer. Il convient d'être le plus exhaustif possible sur la description des ouvrages à réparer.**

### 3.2.7.2. Compatibilité des matériaux de réparation / remplacement avec les matériaux d'origine

Dans la mesure du possible, les matériaux de remplacement seront de même nature (dimension, caractéristiques mécaniques, protection contre la corrosion, etc.) que les matériaux constitutifs de l'ouvrage à réparer. A défaut, l'entreprise s'engage sur la compatibilité des matériaux entre eux.

En ce qui concerne le remplacement des éléments d'écrans de filets pare-blocs certifiés ETAG 27, les matériaux de réparation doivent être les mêmes que les éléments d'origine, à défaut l'entreprise doit fournir un certificat du fabricant qui s'engage sur la compatibilité des nouveaux matériaux avec les matériaux d'origine.

**Note au rédacteur : Une attention toute particulière doit être portée sur le remplacement des éléments « frein » des écrans pare-blocs.**

### 3.2.7.3. Destination des produits de démontage

Les produits issus du démontage des ouvrages spécifiés au présent CCTP seront pris en charge par l'entreprise qui se chargera de son élimination / recyclage.

## 3.2.8. Boulons

Les boulons seront de type passifs scellés sur toute leur longueur.

### 3.2.3.1. Démarche d'exécution

L'implantation des boulons est déterminée de manière contradictoire avec le maître d'œuvre.

**Si des spécifications particulières d'orientation ou d'ordre de réalisation des boulons sont prévues, il convient de les signaler ici. Toute modification par rapport à ces spécifications devra faire l'objet d'un accord préalable du maître d'œuvre.**

L'entreprise fournit une fiche par boulon qui contient :

- identification du boulon (relativement aux plans d'exécution) ;
- date de foration ;
- date de scellement ;
- coupe géologique : nature des terrains, fractures / cavités, profondeurs associées ;
- diamètre de foration ;
- longueur de foration,
- matériel utilisé (foreuse, taillant, pompes et surpresseurs, etc.) ;
- caractéristiques du scellement (ciment, rapport C/E, etc.) ;
- volumes injectés, compléments éventuels ;
- présence de chaussette géotextile ;
- barre, écrou et plaque utilisés ;
- toute information complémentaire (incident, venue d'eau, etc.).

### 3.2.3.2. Foration

La foration mécanique est privilégiée. La foration au marteau à main devra être justifiée.

La longueur de la foration sera majorée de 20 cm à 50 cm, selon les terrains rencontrés, par rapport à la longueur nominale du boulon pour garantir le scellement de la totalité de la barre. Le fond du trou est soigneusement soufflé. Le diamètre de foration respectera un espace annulaire de :

- 15 mm minimum pour les barres de diamètre nominal inférieur ou égal à 25 mm ;
- 20 mm minimum pour les barres de diamètre nominal supérieur à 25 mm ;
- 15 mm minimum en cas d'utilisation d'un manchon.

En cas de scellement à la résine, les prescriptions du fabricant seront scrupuleusement respectées.



L'entreprise pourra proposer à l'agrément du maître d'œuvre le recours au tubage du trou de foration avec scellement au fur et à mesure du retrait du tubage, le recours à une boue de forage ou équivalent. **En dernier recours, l'entreprise pourra proposer à l'agrément du maître d'oeuvre le recours au dispositif auto-foreur. Ce dispositif ne sera en aucune façon accepté pour la foration dans des matériaux permettant une tenue correcte des parois du forage. Le rédacteur du CCTP peut également proscrire le recours aux dispositifs auto-foreurs.**

Quelle que soit la technique retenue, l'entreprise devra soumettre au visa du maître d'œuvre une procédure d'exécution décrivant la technique projetée. Cette technique sera, éventuellement, validée par un essai de contrôle tel que défini au **paragraphe 4.5.5.**

### 3.2.8.3. Équipement de la barre

La barre sera introduite dans la continuité de la foration. Toute demande de dérogation devra être justifiée par l'entreprise.

La longueur nominale correspond à la longueur de barre scellée, la sur-longueur extérieure n'en fait pas partie. Elle est soumise aux contraintes du site et permet d'avoir **X diamètres/20 cm** de barre libre après l'écrou. Les plaques sont bloquées au terrain après serrage des écrous, **conformément aux éventuelles prescriptions du fabricant.**

La barre est exempte de graisse. Elle est équipée d'un centreur tous les 1,5 m et au minimum de 2 centreurs. Les 2 extrémités des centreurs sont fixées à la barre au recuit.

La canule est fixée jusqu'à 20 cm maximum de l'extrémité. L'extrémité de la canule, en fond de trou, est biseautée.

La mise en œuvre d'une chaussette géotextile pourra être décidée de manière contradictoire. Elle sera mise en œuvre au-dessous des autres équipements de la barre, notamment des centreurs. Dans ce cas, il conviendra de mettre en place une canule de retour pour la circulation du coulis au niveau des centreurs.

Les têtes de boulon sont protégées contre la corrosion par 2 couches de peinture minimum, conformément à la certification ACQPA du système de peinture :

- une première avant introduction de la barre de la tête jusqu'à 50 cm minimum dans le scellement ;
- une seconde après serrage de l'écrou.

### 3.2.8.4. Scellement

Le scellement sera réalisé dans la continuité de l'équipement du trou de foration **dans la limite de 48 h.** Toute demande de dérogation devra être justifiée par l'entreprise.

L'injection se fait en fond de trou par canules fixes.

Le coulis de ciment est préparé dans un malaxeur haute-turbulence et envoyé via une pompe. Un surpresseur pourra également être employé. Le coulis est dosé à C/E dans une gamme comprise entre 1.8 & 2,2. Tout retrait entraînera un complément de coulis.

Au-delà de 5 fois le volume théorique injecté, l'entreprise alertera le maître d'œuvre (**ouverture d'une FNC**) pour adapter la procédure de scellement.

Le choix définitif d'une technique de scellement alternative à la solution de base se fera sur la base de la réalisation d'une planche d'essai.

Lorsque la température mesurée sur chantier est comprise entre -5 °C et +5 °C, un mode opératoire spécifique, qui tiendra compte des caractéristiques des matériaux, devra être proposé par l'entreprise. Il sera soumis au visa du maître d'œuvre.

Lorsque la température mesurée sur chantier est inférieure à -5 °C, le scellement n'est pas autorisé.

**Il conviendra d'attendre 7 jours minimum pour mettre en tension un ouvrage sur les ancrages.**

**Le maître d'œuvre peut réduire à 4 jours ce délai d'attente ; il conviendra, cependant, qu'il demande des essais de résistance sur éprouvettes à 2 jours.**

### 3.2.8.5. Scellement dans éboulis crus

*(Le rédacteur du CCTP doit évaluer, sur la base du dossier de projet ou de sa connaissance du site, de la nécessité d'alerter l'entreprise sur l'éventualité de scellement dans des zones d'éboulis crus, notamment pour les boulons d'écrans pare-blocs.)*

Environ X % des boulons nécessaires à la mise en œuvre des ouvrages seront situés dans des éboulis crus. L'attention de l'entreprise est attirée sur la difficulté de scellement dans ces zones d'éboulis, notamment afin d'obtenir les capacités de résistance au niveau des boulons compatibles avec les exigences des fabricants.

L'entreprise doit remettre, à l'appui de son offre, une procédure de scellement dans les éboulis crus.

### 3.2.8.6. Boulon câbles

Dans le cadre de boulons réalisés par câbles, ils seront mis en œuvre selon les recommandations du fabricant. À défaut, ils seront mis en œuvre selon les spécifications du présent **paragraphe 3.2.8** relatif aux boulons traditionnels.

### 3.2.8.7. Pieux explosés

La mise en œuvre est la suivante :

- **foration** d'un diamètre égal ou légèrement supérieur à celui du tube ;
- **fonçage** (manuel ou mécanique) du tube métallique dans le trou. Si le tube est écrasé ou recépé, le maître d'œuvre refusera le boulon et l'entreprise le refera à ses frais ;
- **descente d'une charge** d'explosif à 10 cm du fond du tube ;
- **bouillage** à l'eau ou au coulis de ciment ;
- **mise à feu** : formation du camouflet à l'endroit de la charge ;
- **mise en place de l'armature** en barre pleine ou câble (sur-longueur extérieure de 25 cm en cas de barre pleine) ;
- **scellement** au mortier ou au coulis de ciment en fond de trou jusqu'à refus et complément si nécessaire.

Ils seront réalisés suivant le guide technique « ancrages passifs en montagne » de Mai 2004.

## 3.2.9. Cablage

### 3.2.9.1. Utilisation

Les câbles sont utilisés pour :

- les déflecteurs pendus à nappes de grillage ou de filet ;
- les déflecteurs avaloirs à nappe de grillage ou de filet ;
- les ouvrages plaqués à nappe de grillage ou de filet ;
- les barrières grillagées ;
- les écrans pare-blocs.

### 3.2.9.2. Boucles de câble

Les câbles sont liaisonnés entre eux par des boucles. La jonction « brin sur brin » n'est pas acceptée.

Les câbles sont mis en tension au tirefort ou autre.

Les boucles de câble sont équipées de cosse-cœur et fermées par des serre-câbles selon les spécifications des normes appelées aux **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7**.

Le nombre et l'espacement des serre-câbles en fonction du diamètre de câble et du type de serre-câbles sera conforme aux spécifications de la norme, de même que le couple de serrage.

Pour mémoire, les étriers recouvrent le brin mort.

## 3.2.10. Ouvrages déflecteurs

### 3.2.10.1. Constituants

Ces ouvrages sont constitués de nappes de grillage ou de filet, désignées « **nappes** », de câbles, de boulons et d'accastillage ainsi que d'éventuels poteaux tels que définis au **Chapitre 2**.

### 3.2.10.2. Implantation

L'implantation des différentes nappes devra être adaptée à la topographie du versant. L'implantation définitive de l'ouvrage sera arrêtée après l'achèvement des travaux de purge et de reprofilage de la partie supérieure de la pente.

La mise en place sera effectuée en tenant compte des recouvrements latéraux nécessaires, si les développements latéraux de la paroi sont variables, avec les découpes en pied et les éventuelles découpes biaisées en tête ou en paroi.

### 3.2.10.3. Mise en œuvre des Déflecteurs Pendus

#### 3.2.10.3.1. Déflecteur Pendu à nappe de grillage

Les caractéristiques des nappes de grillage, des différents câbles et des boulons sont respectivement définies aux **paragraphes 2.14, 2.12 et 2.10**. La longueur de scellement des boulons d'amarrage est définie au **Tableau 18** ci-après.

*Note au rédacteur du CCTP : Pour des déflecteurs de grande taille, il est important de faire réaliser une étude d'exécution pour les boulons d'amarrage.*

La ligne de rive supérieure est disposée, en règle générale, entre **2 à 5 m**, en amont du plan de la paroi ou de la limite amont de l'arrondi de tête de falaise (s'il existe). Elle est fractionnée par brins de **10 / 20 m**.

La ligne de rive supérieure sera déroulée à l'arrière des boulons d'amarrage (espacés tous les 3 m) et fixée à ces derniers à l'aide de plaques d'appui. La boucle d'extrémité sera réalisée à l'aide de cosse-cœur et de serre-câbles. La longueur du brin mort sera adaptée au diamètre du câble ainsi qu'au nombre de serre-câbles utilisés.

Les nappes de grillage seront repliées sur au moins cinquante (50) centimètres autour de la ligne de rive supérieure et ligaturées maille à maille. Les fils sont repliés contre le terrain pour limiter le risque d'accrochage.

Le grillage sera déroulé par bandes et la continuité entre celles-ci sera assurée par ligature maille à maille par des agrafes.

Toutes les précautions nécessaires seront prises afin de ne pas endommager le revêtement du fil, tant pendant les manutentions que pendant la mise en œuvre.

Pour le montage et la ligature, les agrafes adaptées seront mises en place à l'aide de pinces ou d'outils pneumatiques et devront être refermés en recouvrement sur au moins la moitié de leur périmètre.

Les grillages de protection devront être installés de manière à assurer une protection contre les chutes de pierres efficace et durable dans le temps.

Les boucles de câble et les liaisons entre câbles seront assurées par des serre-câbles et des cosse-cœurs. Ces derniers, les câbles et plus généralement l'accastillage seront tels que définis au **Chapitre 2**.

Le pied du déflecteur pendu à nappe de grillage sera traité par **lest / ligne de rive inférieure**.

*Le paragraphe suivant est à adapter en fonction du choix fait ci-dessus (« lest », « ligne de rive inférieure »). Le rédacteur du CCTP doit choisir, dans les 2 paragraphes suivants, celui qui convient et l'adapter éventuellement.*

Le lest du déflecteur pendu à nappe de grillage pourra se faire à l'aide de tubes acier galvanisés de 40 mm de diamètre remplis de coulis. La longueur de tubes doit s'adapter à la morphologie du pied de talus.

La ligne de rive inférieure sera positionnée à 1,2 m par rapport au niveau de la chaussée. Elle est fractionnée par brins de 20 m environ, elle est reprise par des boulons d'amarrage espacés tous les 10 m.

Les nappes de grillage seront repliées de cinquante (50) cm autour du câble de pied et ligaturées maille à maille. Les fils sont repliés contre le terrain pour limiter le risque d'accrochage.

### 3.2.10.3.2. Déflecteur Pendu à nappe de filet

Les caractéristiques des nappes de filet, des différents câbles et des boulons sont respectivement définies aux paragraphes 2.13, 2.12 et 2.10. La longueur de scellement des boulons d'amarrage est définie au Tableau 18 ci-après.

La ligne de rive supérieure est disposée, en règle générale, entre 2 à 5 m, en amont du plan de la paroi ou de la limite amont de l'arrondi de tête de falaise (s'il existe). Elle est fractionnée par brins de 10 / 20 m.

Les nappes de filet seront reprises sur le câble de rive supérieur. Le câble de rive supérieur passe directement dans les mailles des nappes de filet / est relié aux nappes de filets au niveau de chaque maille par l'intermédiaire de manille 3,25 T.

La ligne de rive supérieure sera positionnée à l'arrière des boulons d'amarrage (espacés tous les 3 m) et fixée à ces derniers à l'aide de plaques d'appui. La boucle d'extrémité sera réalisée à l'aide de cosse-cœur et de serre-câbles. La longueur du brin mort sera adaptée au diamètre du câble ainsi qu'au nombre de serre-câbles utilisés. Pour tenir compte de la topographie à l'amont de la ligne de rive supérieure, les boulons d'amarrage pourront être reculés de 2 à 4 m, la liaison entre la ligne de rive supérieure et les boulons d'amarrage se fera alors par l'intermédiaire de câbles d'amarrage.

La liaison maille à maille des nappes de filets voisines se fera au fur et à mesure de la pose des nappes par l'intermédiaire de manilles adaptées.

Les boucles de câble et les liaisons entre câbles seront assurées par des serre-câbles et des cosse-cœurs. Ces derniers, les câbles et plus généralement l'accastillage seront tels que définis au Chapitre 2.

Le pied du déflecteur pendu à nappe de filet sera laissé libre / traité par ligne de rive inférieure / contrôle de sortie.

*Le paragraphe suivant est à adapter en fonction du choix fait ci-dessus (« libre », « ligne de rive inférieure », « contrôle de sortie »). Le rédacteur du CCTP doit choisir, dans les 3 paragraphes suivants, celui qui convient et l'adapter éventuellement.*

*Le pied du déflecteur pendu à nappes de filet sera laissé libre sous son poids propre. Lorsque l'espace en pied de paroi est important et que le débattement des nappes de filets n'interfère pas avec l'exploitation de l'infrastructure.*

*La ligne de rive inférieure sera positionnée à 1,2 m par rapport au niveau de la chaussée. Elle est fractionnée par brins de 20 m environ, elle est reprise par des boulons d'amarrage espacés tous les 10 m. Lorsque l'espace en pied de paroi est inexistant et que les blocs doivent être contenus dans l'ouvrage. Cela nécessite des opérations de maintenance après chaque éboulement.*

*Le pied du déflecteur pendu à nappes de filets est muni d'un dispositif de limitation du débattement composé d'un câble de limitation du débattement, disposé verticalement et relié à ses extrémités à des boulons de limitation du débattement. Ce système fonctionne par coulissement d'une maille inférieure des nappes de filet le long du câble de limitation du débattement. L'espacement entre les boulons est fonction de la longueur de débattement préconisée. Lorsque l'espace en pied de paroi est suffisant pour accueillir les blocs et que le débattement des nappes de filet peut être préjudiciable à l'exploitation de l'infrastructure.*

#### Notes au rédacteur du CCTP :

- lorsque les déflecteurs pendus à nappes de filets dépassent 30 m de hauteur, il est nécessaire de prévoir des dispositifs de suspension complémentaire, amarrés sur des boulons spécifiques pour reprendre une partie du poids propre de l'ouvrage. (dans ce cas, une note d'exécution sera à rédiger par l'entreprise) ;*
- lorsque les déflecteurs pendus à nappes de filets sont très élancés, un phénomène d'effacement des bordures latérales du déflecteur est à craindre. Ce phénomène est à prendre en considération soit par l'ajout de nappes latérales de filet pour que l'effacement permette tout de même l'interception des blocs dans la zone considérée comme instable, soit par l'ajout d'une ligne de rive latérale reliée à des boulons d'amarrage latéraux par l'intermédiaire de câbles d'amarrage latéraux pour maintenir les nappes de filets en position lors de l'éboulement.*

### 3.2.10.4. Mise en œuvre des déflecteurs avec avaloir

#### 3.2.10.4.1. Déflecteur Avaloir à nappe de grillage

Les caractéristiques des nappes de grillage, des différents câbles, des boulons et des poteaux sont respectivement définies aux paragraphes 2.14, 2.12, 2.10 & 2.16. La longueur de scellement des boulons d'amarrage est définie au Tableau 18 ci-après.

La fixation des nappes de grillage s'effectuera sur une ligne de rive supérieure porteuse passant dans les têtes de poteaux haubanés. Les poteaux seront espacés de 5 à 10 mètres et équipés de haubans amont et aval et de haubans latéraux en extrémité d'ouvrage, ces haubans seront conformes au **Tableau 10** du **paragraphe 2.12**. La ligne de rive supérieure est fractionnée tous les 3 poteaux. De part et d'autre des supports avaloirs d'extrémité, la ligne de rive supérieure sera fixée à des boulons d'extrémité, avec un retournement autour de ces boulons adapté au diamètre du câble.

Les poteaux seront ancrés au sol par l'intermédiaire de platines / directement dans des forations d'un diamètre adapté, de façon à créer un avaloir pour les blocs en provenance de l'amont. L'avaloir sera positionné entre 2 & 5 m en amont du plan de la paroi ou de la rupture de pente.

Les nappes de grillage seront repliées sur au moins cinquante (50) centimètres autour du câble de rive supérieur et ligaturées maille à maille. Les fils sont repliés pour limiter le risque d'accrochage.

Le grillage sera déroulé par bandes et la continuité entre celles-ci sera assurée par ligature maille à maille.

Le pied du déflecteur avaloir à nappes de grillage sera traité par **lest / ligne de rive inférieure**.

**Le paragraphe suivant est à adapter en fonction du choix fait ci-dessus (« lest », « ligne de rive inférieure »). Le rédacteur du CCTP doit choisir, dans les 2 paragraphes suivants, celui qui convient et l'adapter éventuellement.**

Le lest du déflecteur avaloir à nappe de grillage pourra se faire à l'aide de tubes acier galvanisés de 40 mm de diamètre remplis de coulis. La longueur de tubes doit s'adapter à la morphologie du pied de talus.

La ligne de rive inférieure sera positionnée à 1,2 m par rapport au niveau de la chaussée. Elle est fractionnée par brins de 20 m environ, elle est reprise par des boulons d'amarrage espacés tous les 10 m.

Les nappes de grillage seront repliées de cinquante (50) cm autour du câble de rive inférieur et ligaturées maille à maille. Les fils sont repliés contre le terrain pour limiter le risque d'accrochage.

Toutes les précautions nécessaires seront prises afin de ne pas endommager le revêtement du fil, tant pendant les manutentions que pendant la mise en œuvre.

Pour le montage et la ligature, les agrafes adaptées seront mises en place à l'aide de pinces ou d'outils pneumatiques et devront être refermés en recouvrement sur au moins la moitié de leur périmètre.

Les grillages de protection devront être installés de manière à assurer une protection contre les chutes de pierres efficace et durable dans le temps.

Les boucles de câble et les liaisons entre câbles seront assurées par des serre-câbles et des cosse-coeurs. Ces derniers, les câbles et plus généralement l'accastillage seront tels que définis au **Chapitre 2**.

#### **3.2.10.4.2. Déflecteur Avaloir à nappe de filet**

Les caractéristiques des nappes de filet, des différents câbles, des boulons et des poteaux sont respectivement définies aux **paragraphes 2.13, 2.12, 2.10 & 2.16**. La longueur de scellement des boulons d'amarrage est définie au **Tableau 18** ci-après.

La fixation des nappes de filet s'effectuera sur une ligne de rive supérieure porteuse passant dans les têtes de poteaux haubanés. Les poteaux seront espacés de 5 à 10 mètres et équipés de haubans amont et aval et de haubans latéraux en extrémité d'ouvrage, ces haubans seront conformes au **Tableau 10** du **paragraphe 2.12**. La ligne de rive supérieure est fractionnée tous les 3 poteaux. De part et d'autre des supports avaloirs d'extrémité, la ligne de rive supérieure sera fixée à des boulons d'extrémité, avec un retournement autour de ces boulons adapté au diamètre du câble.

Les poteaux seront ancrés au sol par l'intermédiaire de platines / directement dans des forations d'un diamètre adapté, de façon à créer un avaloir pour les blocs en provenance de l'amont. L'avaloir sera positionné entre 2 & 5 m en amont du plan de la paroi ou de la rupture de pente.

Le câble de rive supérieur **passera directement dans les mailles des nappes de filet / est relié aux nappes de filets au niveau de chaque maille par l'intermédiaire de manille 3,25 T**.

La liaison maille à maille des nappes de filets voisines se fera au fur et à mesure de la pose des nappes par l'intermédiaire de manilles adaptées.

Les boucles de câble et les liaisons entre câbles seront assurées par des serre-câbles et des cosse-coeurs. Ces derniers, les câbles et plus généralement l'accastillage seront tels que définis au **Chapitre 2**.

Le pied du déflecteur avaloir à nappe de filet sera **laissé libre / traité par ligne de rive inférieure / contrôle de sortie**.

Le paragraphe suivant est à adapter en fonction du choix fait ci-dessus (« libre », « ligne de rive inférieure », « contrôle de sortie »). Le rédacteur du CCTP doit choisir, dans les 3 paragraphes suivants, celui qui convient et l'adapter éventuellement.

Le pied du déflecteur avaloir à nappes de filet sera laissé libre sous son poids propre. Lorsque l'espace en pied de paroi est important et que le débattement des nappes de filets n'interfère pas avec l'exploitation de l'infrastructure.

La ligne de rive inférieure sera positionnée à 1,2 m par rapport au niveau de la chaussée. Elle est fractionnée par brins de 20 m environ, elle est reprise par des boulons d'amarrage espacés tous les 10 m. Lorsque l'espace en pied de paroi est inexistant et que les blocs doivent être contenus dans l'ouvrage. Cela nécessite des opérations de maintenance après chaque éboulement.

Le pied du déflecteur avaloir à nappes de filets est muni d'un dispositif de limitation du débattement composé d'un câble de limitation du débattement, disposé verticalement et relié à ses extrémités à des boulons de limitation du débattement. Ce système fonctionne par coulissement d'une maille inférieure des nappes de filet le long du câble de limitation du débattement. L'espacement entre les boulons est fonction de la longueur de débattement préconisée. Lorsque l'espace en pied de paroi est suffisant pour accueillir les blocs et que le débattement des nappes de filet peut être préjudiciable à l'exploitation de l'infrastructure.

Notes au rédacteur du CCTP :

- Lorsque les déflecteurs avaloirs à nappes de filets dépassent 30 m de hauteur, il est nécessaire de prévoir des dispositifs de suspension complémentaire, amarrés sur des boulons spécifiques pour reprendre une partie du poids propre de l'ouvrage.
- Lorsque les déflecteurs avaloirs à nappes de filets sont très élancés, un phénomène d'effacement des bordures latérales du déflecteur sont à craindre. Ce phénomène est à prendre en considération soit par l'ajout de nappe latérale de filet pour que l'effacement permette tout de même l'interception des blocs dans la zone considérée comme instable, soit par l'ajout d'une ligne de rive latérale reliée à des boulons d'amarrage latéraux par l'intermédiaire de câbles d'amarrage latéraux pour maintenir les nappes de filets en position lors de l'éboulement.

### 3.2.10.5. Mise en œuvre des déflecteurs de couloir à nappes de filet

Note au rédacteur du CCTP : Deux rédactions peuvent être utilisées selon l'importance de la portée entre les points d'amarrage de tête.

Faible portée entre les points d'amarrage de tête :

Ces déflecteurs sont utilisés dans les thalwegs marqués ne permettant pas la mise en œuvre de poteaux, ils fonctionnent comme les déflecteurs avaloir mais ne disposent pas de poteaux. Les boulons latéraux du câble de rive supérieur sont directement ancrés au rocher.

Les caractéristiques des nappes de filet, des différents câbles et des boulons sont respectivement définies aux paragraphes 2.13, 2.12 & 2.10. La longueur de scellement des boulons d'amarrage est définie au **Tableau 18** ci-après.

Une fois le câble de rive supérieur, équipé de la première nappe de filet, mis en tension entre les boulons d'amarrage, les nappes de filets suivantes sont mises en place et liaisonnées maille à maille aux nappes supérieure par des manilles 3,25 T.

Pour éviter l'effacement des nappes de filets, l'ouvrage sera muni de deux lignes de rive latérale, reliées aux boulons d'amarrage réalisés dans le rocher d'ancrage par l'intermédiaire de câbles d'amarrage latéral. Les câbles d'amarrage latéraux reprennent, du côté des nappes de filet, le câble de rive latéral ainsi qu'une maille. Ces câbles permettent de maintenir en position les nappes de filet lors d'un éboulement.

Le pied du déflecteur de couloir est laissé libre sous son poids propre.

Portée importante entre les points d'amarrage de tête :

Ces déflecteurs sont utilisés dans les thalwegs marqués ne permettant pas la mise en œuvre de poteaux, ils fonctionnent comme les déflecteurs avaloir mais ne disposent pas de poteaux. Cet ouvrage est muni d'un système de suspension qui permet l'amarrage du déflecteur sur deux massifs d'ancrages situés de part et d'autre d'un thalweg sans générer de flèche sur la ligne de rive supérieure.

Ce dispositif se compose de :

- **câble de suspension** : câble situé entre les ancrages amont des élingues de suspension. C'est ce câble qui va avoir la flèche nécessaire à la bonne transmission des efforts à la place de la ligne de rive supérieure du déflecteur ;
- **élingues de suspension** : câbles de liaison entre le câble de suspension et la ligne de rive supérieure du déflecteur. Leurs différentes longueurs permettent de maintenir rectiligne la ligne de rive supérieure ce qui permet d'optimiser la hauteur d'interception et la pose des nappes. L'élingue doit être fixée sans possibilité de translation sur le câble de suspension.

Les caractéristiques des nappes de filet, des différents câbles et des boulons sont respectivement définies aux paragraphes 2.13, 2.12 & 2.10. La longueur de scellement des boulons d'amarrage est définie au Tableau 18 ci-après.

Les boulons latéraux du câble de suspension sont fixés au rocher.

Les boulons latéraux du câble de rive supérieur sont directement ancrés au rocher.

Le câble de rive supérieur, équipé de la première nappe de filet, est relié aux boulons d'amarrage et mis en tension sur ces derniers. Le câble de rive supérieur est alors repris au câble de suspension par les élingues de suspension. Ces dernières sont maintenues en place par des serre-câbles. Elles sont réglées de manière que le câble de rive supérieur soit horizontal.

Les nappes de filets suivantes sont alors mises en place et liaisonnées maille à maille aux nappes supérieure par des manilles 3,25 T. Après la pose de chaque nouvelle rangée de nappes de filets, le réglage des élingues de suspension doit être repris afin que le câble de rive supérieur reste horizontal.

L'opération d'ajout de rangée de nappes de filets ainsi que le réglage (au fur et à mesure) des élingues de suspension doit se poursuivre jusqu'à ce que l'ouvrage soit conforme à l'étude projet / à l'étude d'exécution.

Pour éviter l'effacement des nappes de filets, l'ouvrage sera muni de deux lignes de rive latérale, reliées aux boulons d'amarrage réalisés dans le rocher d'ancrage par l'intermédiaire de câbles d'amarrage latéral. Les câbles d'amarrage latéraux reprennent, du côté des nappes de filets, le câble de rive latéral ainsi qu'une maille. Ces câbles permettent de maintenir en position les nappes de filet lors d'un éboulement.

Le pied du déflecteur de couloir est laissé libre sous son poids propre.

### 3.2.10.6. Caractéristiques des boulons passifs pour ouvrages déflecteurs

Les profondeurs des boulons (dont les caractéristiques géométriques et mécaniques sont rappelées au chapitre 2.10), selon la sollicitation de ces derniers et les caractéristiques des terrains d'ancrage, devront être conformes au Tableau 18 suivant :

Ouvrage de destination	Fonction du boulon	Profondeur d'ancrage minimale
<b>Défecteur Pendu à nappe de grillage</b>		
DP1-g, DP3-g, ...	Boulon de rive supérieure	2 m
	Boulon de rive inférieure	1,5 m
...	...	...
<b>Défecteur Pendu à nappe de filet</b>		
DP2-f	Boulon de rive supérieure	3 m
	Boulon de rive inférieure	1,5 m
	Boulon de rive latéral	1 m
...	...	...

Tableau 18 : Profondeur minimale des boulons pour ouvrages déflecteurs

Des exemples de profondeurs classiques d'ancrage sont données dans le Tableau 36 du Chapitre 8, en fonction des ouvrages de destination. Ces valeurs doivent être adaptées en fonction des efforts à reprendre (prescription de l'étude projet) et des caractéristiques des sols (q).

## 3.2.11. Ouvrages plaqués

### 3.2.11.1. Constituants

Ces ouvrages sont constitués de nappes de grillage ou de filet, désignées « nappes », de câbles, de boulons et d'accastillage tels que définis au Chapitre 2.



### 3.2.11.2. Implantation

L'implantation des différentes nappes devra être adaptée à la topographie du versant. L'implantation définitive de l'ouvrage sera arrêtée après l'achèvement des travaux de purge et de reprofilage de la partie supérieure de la pente.

La mise en place sera effectuée en tenant compte des recouvrements latéraux nécessaires, si les développements latéraux de la paroi sont variables, avec les découpes en pied et les éventuelles découpes biaisées en tête ou en paroi.

### 3.2.11.3. Mise en œuvre des ouvrages plaqués

#### 3.2.11.3.1. Grillages plaqués

Les caractéristiques des nappes de grillage, des différents câbles et des boulons sont respectivement définies aux **paragraphes 2.14, 2.12 & 2.10**. La longueur de scellement des boulons d'amarrage est définie au **Tableau 19** ci-après.

Le câble de tête sera disposé entre 2 et 5 m, en amont du plan de la paroi ou de la limite amont de l'arrondi de tête de falaise (s'il existe). Il est fractionné par brins de 12 m environ.

Le câble de tête sera déroulé à l'arrière des boulons d'amarrage (espacés tous les 3 m) et fixé à ces derniers à l'aide de plaques d'appui, avec retournement adapté au diamètre du câble et au nombre de serre-câbles utilisés autour des boulons d'extrémité, avec assemblage par boucles, cosse-cœurs et serre-câbles.

Les lés de grillage seront ancrés solidement et repliés sur au moins cinquante (50) centimètres autour du câble de tête et ligaturés maille à maille. Les fils sont repliés contre le terrain pour limiter le risque d'accrochage.

Le câble de pied sera positionné, au plus bas, à 1,2 m du niveau de la chaussée. Il est fractionné par brins de 20 m environ, il est repris par des boulons d'amarrage espacés tous les 5 m.

Les lés de grillage seront repliés de cinquante (50) cm autour du câble de pied et ligaturés maille à maille. Les fils sont repliés contre le terrain pour limiter le risque d'accrochage.

Deux câbles latéraux peuvent, éventuellement, être adjoints au dispositif.

La répartition des boulons le long des câbles latéraux sera égale à 3 m.

Des boulons supplémentaires de plaquage seront réalisés à raison de  $1u / 4 m^2$ , leur densité pourra être adaptée au relief et aux masses à plaquer. Des câbles de placage verticaux ou obliques, reliant les boulons de tête aux boulons de pied, et passant par les boulons de placage, pourront être positionnés, tendus et plaqués afin d'obtenir un emmaillotement maximal de la paroi et éviter la mise en mouvement de blocs (implantation à définir après purges, au moment de la pose du grillage).

Le grillage sera déroulé par bandes et la continuité entre celles-ci sera assurée par ligature maille à maille.

Toutes les précautions nécessaires seront prises afin de ne pas endommager le revêtement du fil, tant pendant les manutentions que pendant la mise en œuvre.

Pour le montage et la ligature, les agrafes adaptées seront mises en place à l'aide de pinces ou d'outils pneumatiques et devront être refermés en recouvrement sur au moins la moitié de leur périmètre.

Les boucles de câble et les liaisons entre câbles seront assurées par des serre-câbles et des cosse-cœurs. Ces derniers, les câbles et plus généralement l'accastillage seront tels que définis au **Chapitre 2**.

#### 3.2.11.3.2. Filets plaqués

Il s'agit de la pose et mise en tension de filets plaqués sur des zones spécifiques des fronts rocheux.

Les caractéristiques des nappes de filet, du câble de pourtour, des boulons d'amarrage et des éventuels câbles d'amarrage ont été respectivement spécifiées aux **paragraphes 2.13, 2.12 et 2.10**. La longueur de scellement des boulons d'amarrage est définie au **Tableau 19** ci-après. Les nappes de filet, les boulons et les câbles réalisés seront conformes aux prescriptions de l'étude d'exécution préalablement validée par le maître d'œuvre.

La nappe de filet englobera totalement et épousera au mieux la zone définie comme instable. Son implantation définitive sera déterminée sur le site en cours de chantier et soumise à validation du maître d'œuvre. Elle sera ensuite fixée, puis mise en tension sur les points de boulonnage préalablement réalisés à sa périphérie.

Le résultat recherché est le blocage à long terme des masses repérées et réputées instables.

La nappe de filet sera munie d'un câble de pourtour qui sera fixé à la paroi par des boulons d'amarrage éventuellement associés à des câbles d'amarrage (élingues).



Les boulons d'amarrage seront espacés de 1 à 3 m, soit 2 m en moyenne, pour tenir compte de la forme de l'instabilité à conforter et de la fracturation du rocher. Ces boulons pourront être positionnés en retrait de 1 à 5 m du câble de pourtour en respectant les géométries définies à l'étude PRO et précisée en EXE (sous validation du maître d'œuvre).

Une fois les boulons d'amarrage réalisés, la nappe de filet peut être maintenue provisoirement aux boulons amont par l'intermédiaire des câbles d'amarrage. La nappe de filet est équipée d'un câble de pourtour qui est liaisonné sur lui-même avec des serre-câbles afin de former une boucle. Lorsque plusieurs nappes de filet sont nécessaires, celles-ci sont liaisonnées maille-à-maille à l'aide de manille 3.25 T avant la mise en place du câble de pourtour.

Les câbles d'amarrage sont dotés d'une boucle cossée manchonnée à une extrémité (qui sera mise en place sur les boulons d'amarrage) et d'une boucle en serre-câbles de l'autre.

Côté filet, le câble d'amarrage reprend le câble de pourtour ainsi qu'une maille du filet. Les câbles d'amarrage sont ensuite mis sous tension à l'aide de palan à chaîne, de manière à exercer une traction régulière sur tout le filet.

Des boulons de plaquage, dont la longueur de scellement est définie au **Tableau 19** ci-après, pourront être réalisés dans l'emprise du filet plaqué afin d'améliorer le dispositif. Le positionnement de ces boulons sera soumis à l'approbation du maître d'œuvre.

Selon les configurations de terrain rencontrées, des câbles de rappel ou des câbles de plaquage supplémentaires seront mis en œuvre pour améliorer le dispositif. Ces câbles seront soit rattachés aux boulons existants, soit positionnés sur de nouveaux boulons.

Des boulons de confortement sont prévus en complément du filet plaqué, la longueur de scellement de ces boulons de confortement est définie au **Tableau 19** ci-après.

#### 3.2.11.4. Caractéristiques des boulons passifs

Les profondeurs des boulons (dont les caractéristiques géométriques et mécaniques sont rappelées au **chapitre 2.10**), selon la sollicitation de ces derniers et les caractéristiques des terrains d'ancrage, devront être conformes au **Tableau 19** suivant :

Ouvrage de destination	Fonction du boulon	Profondeur d'ancrage minimale
<b>Ouvrage Plaqué à nappe de grillage</b>		
GP1, GP3	Boulon de pourtour	3 m
	Boulon de plaquage	1,5 m
	Boulon de confortement	4 m
...	...	...
<b>Ouvrage Plaqué à nappe de filet</b>		
FP2, FPS	Boulon de pourtour	3 m
	Boulon de plaquage	1,5 m
	Boulon de confortement	4 m
...	...	...

Tableau 19 : Profondeur minimale des boulons pour ouvrages plaqués

Les valeurs données dans le tableau sont des valeurs classiques que le rédacteur du CCTP doit mettre en cohérence avec les efforts à reprendre (prescription de l'étude projet) et les caractéristiques des sols ( $q_s$ ).

#### 3.2.12. Confinement de terrain

Il a pour objet un fort confinement du terrain, en cas de glissement superficiel. L'ouvrage devra faire l'objet d'un dimensionnement, notamment dans le cas de stabilisation de mouvements généralisés. Le filet est plaqué et mis en précontrainte au plus près du terrain par des boulons de placage et, éventuellement, des câbles. Les boulons sont équipés de plaques à griffes (ou équivalent), conformément aux spécifications du fabricant. Des plaques à griffes (ou équivalent) disposées sur les boulons périphériques et liaisonnant ces derniers avec le câble de pourtour peuvent être mises en œuvre, toujours selon les préconisations du fabricant.

L'ensemble de la mise en œuvre : implantation des points de forage, creusement des cuvettes (pour application de la précontrainte), dégagement de la tête des boulons, pose et raccordement des nappes de filets, montage des câbles de pourtour, montage des plaques à griffes et application de la précontrainte sera réalisé selon les spécifications du fabricant.

La foration et le scellement des boulons actifs seront exécutés conformément au **paragraphe 3.2.8** du présent CCTP.

L'attention de l'entreprise est attirée notamment sur :

- les liaisons verticales entre nappes de filets qui seront assurées par la mise en place, maille à maille, d'agrafes adaptée au filet, dont la résistance et les dimensions sont préconisées par le fabricant ; ces agrafes seront protégées par une galvanisation de classe A. Elles assureront une transmission des efforts d'une nappe à l'autre ;
- les liaisons horizontales entre nappes seront assurées par la mise en place, maille à maille, d'agrafes de liaison ;
- les bords supérieur, inférieur et latéraux du filet seront agrafés toutes les deux mailles au câble de pourtour ;
- les plaques à griffes qui seront positionnées transversalement à la maille et de façon à être en contact avec le filet sur toute leur surface ;
- la mise en tension des boulons au moyen d'une clé dynamométrique ou d'un vérin pour obtenir une précontrainte minimale de 30 kN afin de plaquer le filet à haute performance.

### 3.2.13. Traitement des zones d'érosion superficielles / Protection contre le ravinement

#### 3.2.13.1. Géotextiles naturels et géogrille

Le géotextile naturel est adapté aux surfaces terreuses de pente réduite et sans venue d'eau non drainée, ainsi que dans les terrains susceptibles d'être re-végétalisés.

Les lés sont déroulés dans le sens de la pente et fixés au sol par des épingles (fer à béton) à raison de **1 unité par m<sup>2</sup>**. La longueur des épingles devra être adaptée à la nature des terrains d'ancrage.

Le géotextile naturel pourra également être mis en œuvre sous un grillage, auquel cas il est adapté aux surfaces plus ou moins terreuses de pente moyenne à forte, sans venue d'eau non drainée susceptible d'engendrer la création de poches de matériaux, ainsi que dans les terrains susceptibles d'être re-végétalisés. La mise en œuvre est similaire avec ou sans grillage.

#### 3.2.13.2. Géogrille incorporé à un grillage double torsion

Il est adapté aux surfaces plus ou moins terreuses de pente moyenne à forte, sans venue d'eau non drainée susceptible d'engendrer la création de poches de matériaux, ainsi que dans les terrains susceptibles d'être re-végétalisés.

Sa mise en œuvre est identique à celle des grillages plaqués.

### 3.2.14. Barrières grillagées

#### 3.2.14.1. Mise en œuvre des barrières grillagées

Les barrières grillagées seront conformes à l'étude d'exécution validée par le maître d'œuvre. Elles seront adaptées à la morphologie du versant selon les recommandations des fiches techniques fournisseurs.

Les caractéristiques des nappes de grillage, des différents câbles, des boulons et des poteaux sont respectivement définies aux **paragraphes 2.14, 2.12, 2.10 & 2.16**. La longueur de scellement des boulons d'amarrage est définie au **Tableau 20** ci-après.

Les poteaux seront espacés de **3 à 10** mètres et équipés de haubans latéraux en extrémité d'ouvrage et d'éventuels haubans amont et aval ; ces haubans seront conformes au **Tableau 10** du **paragraphe 2.12**. Les poteaux seront ancrés au sol **par l'intermédiaire de platines / directement dans des forations d'un diamètre adapté**. Les lignes de rive passeront à l'intérieur des poteaux.

La ligne de rive supérieure est fractionnée tous les **3** poteaux. De part et d'autre des poteaux d'extrémité, la ligne de rive supérieure sera fixée à des boulons d'extrémité, avec un retournement autour de ces boulons adapté au diamètre du câble.

Une nappe de grillage sera mise en œuvre avec retournement de **trente (30)** centimètres autour des lignes de rives supérieure et inférieure. Les nappes seront ligaturées maille à maille entre elles ainsi que toutes les mailles sur les câbles support. Les fils sont repliés pour limiter le risque d'accrochage. **La nappe de grillage sera doublée.**

Toutes les précautions nécessaires seront prises afin de ne pas endommager le revêtement du fil, tant pendant les manutentions que pendant la mise en œuvre.

Pour le montage et la ligature, les agrafes adaptées seront mises en place à l'aide de pinces ou d'outils pneumatiques et devront être refermés en recouvrement sur au moins la moitié de leur périmètre.

Les boucles de câble et les liaisons entre câbles seront assurées par des serre-câbles et des cosse-coeurs. Ces derniers, les câbles et plus généralement l'accastillage seront tels que définis au **Chapitre 2**.

Lors de l'implantation des ouvrages, s'il s'avère que la barrière est susceptible de laisser passer des blocs sous elle, elle sera complétée par une bavette de même nature que le grillage constitutif de la barrière. La liaison entre le grillage de la barrière et la bavette sera réalisé maille à maille par du fil de même nature que celui du grillage ou par agrafage. Cette bavette de pied de barrière grillagée devra stopper les blocs de petite taille sur la zone comprise entre le sol et l'ouvrage.

### 3.2.14.2. Caractéristiques des boulons

Les profondeurs d'ancrage, dont les caractéristiques géométriques et mécaniques sont rappelées au **paragraphe 2.10** devront être conformes au **Tableau 20** suivant :

Ouvrage de destination	Profondeur d'ancrage minimale
Hauban (éventuels)	2 m
Poteaux	1,5 m
Latéraux	2 m

Tableau 20 : Profondeur minimale des boulons pour barrières grillagées

## 3.2.15. Écrans Pare-blocs

### 3.2.15.1. Généralités

**L'entreprise devra respecter le principe de montage et la géométrie prévus par le fabricant et défini par les plans de montage du dispositif pare-blocs. Elle devra utiliser exclusivement le matériel stipulé dans la nomenclature du fabricant et testé selon l'EAD ou selon l'ETAG 027 utilisé comme EAD.**

L'entreprise devra prendre en compte la topologie du site et si besoin des banquettes pourront être réalisées le long de l'ouvrage pour la mise en place des poteaux. L'implantation devra tenir compte de l'allongement des ouvrages lors d'un impact. **Cela fait partie des caractéristiques de l'ouvrage.**

**Aucune modification du dispositif ne sera admise sauf autorisation dûment justifiée par le fabricant et agréée par le maître d'œuvre.**

**Toute modification ou réglage sur le chantier de pièces ayant fait l'objet d'un réglage ou tarage en usine est interdite.**

L'entreprise présentera des fiches de suivi relatives à la mise en place et au contrôle du serrage des serre-câbles et de toutes pièces participant à la résistance de l'ouvrage.

Le maître d'œuvre se réserve le droit de procéder à des contrôles de serrage des serre-câbles.

Les boulons, dimensionnés relativement aux efforts fournis dans la notice du fabricant selon les stipulations du **paragraphe 1.3.3**, seront conformes aux **paragraphes 2.10 & 3.2.8**.

### 3.2.15.2. Amarrage

L'amarrage des écrans au terrain sera réalisé prioritairement par boulon de type passif scellés sur toute leur longueur (barre ou câble) ou à défaut conforme aux prescriptions du fabricant. L'effort à reprendre par le dispositif de boulonnage, les contraintes géométriques d'implantation ainsi que d'éventuelles prescriptions particulières (notamment la prise en compte de la nature des terrains rencontrés) du fabricant du dispositif pare-blocs devront être respectés pour la mise en œuvre des boulons.

### 3.2.15.3. Adaptation aux irrégularités topographiques

#### 3.2.15.3.1. Adaptation aux irrégularités topographiques de moins de 30 cm

Pour permettre l'adaptation de l'écran pare blocs aux irrégularités topographiques de moins de 30 cm, une bavette de pied d'écran sera mise en œuvre. Ses constituants seront conformes aux **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7** et respecteront les préconisations du **Tableau 12** relatif aux grillages. Cette bavette de pied d'écran devra stopper les blocs de petite taille sur la zone comprise entre le sol et l'ouvrage.

L'entreprise précisera, à l'appui de son offre, quels dispositifs elle compte mettre en œuvre pour assurer cette fonctionnalité.

**Note : Ce dispositif fait partie de l'ouvrage (inclus dans le prix de l'écran pare bloc au BP).**

#### 3.2.15.3.2. Adaptation pour creux topographique

**Ce paragraphe fait référence à la note du Cerema « Ecrans de filet pare-blocs dynamiques, recommandations pour leur spécification ». Vérifier, lors de la rédaction du CCTP, qu'elle est toujours d'actualité !**

Lorsque les irrégularités topographiques sont supérieures à 30 cm, il est nécessaire d'adapter le produit CE pour répondre aux spécifications de l'ouvrage de protection. L'adaptation proposée peut être acceptée si l'entreprise fournit une justification du fabricant que :

- elle est constituée de composants équivalents à ceux de l'écran, en particulier même nappe de filet, même câble de rive, même dispositif de dissipation d'énergie ;
- son fonctionnement ne sollicite pas plus les fondations que l'ouvrage sans adaptation ;
- la conception est adaptée pour éviter toute sollicitation supplémentaire de l'ouvrage lors de son fonctionnement (ne pas créer de « point dur », ne pas contrarier les dispositifs de dissipation d'énergie, etc. ;
- le produit proposé est issu d'un produit marqué CE pour les spécifications principales demandées.

L'adaptation est soumise à validation par la maîtrise d'œuvre.

Les creux topographiques sont inférieurs à **1,5 m** (**à mettre en cohérence avec l'étude projet**).

**Notes au rédacteur du CCTP :**

- **Pour des creux topographiques supérieurs à 30 % de la hauteur d'arrêt efficace de l'écran pare-bloc, il faut se poser la question d'un ouvrage complémentaire ;**
- **Ces adaptations doivent faire l'objet d'un prix spécifique au BP ;**
- **Si le maître d'œuvre souhaite imposer un niveau de sécurité équivalent pour des creux topographiques inférieurs à 30 cm, la référence à ces adaptations doit être explicite et faire également l'objet d'un prix spécifique au BP**

### 3.2.15.4. Notice d'entretien

Une notice d'entretien doit être fournie. Elle précise les points importants à vérifier ainsi que les dispositions particulières à prendre lors des opérations d'entretien. Elle précise les éléments constitutifs des produits posés pour permettre au maître d'ouvrage d'assurer la maintenance.

### 3.2.15.5. Identification de l'ouvrage

Une plaque d'identification de l'ouvrage sera fixée au filet (dimension 300 mm x 200 mm), indiquant le numéro ainsi que les principales caractéristiques de l'ouvrage.

### 3.2.16. Béton projeté

Les prescriptions des normes NF EN14487-2 et NF P95-102 s'appliquent.

Les recommandations du fascicule « Mise en œuvre des bétons projetés » publié par le comité technique AsquaPRO développent les prescriptions des normes cités ci-avant.

Les qualifications et références du porteur de lance seront précisées dans la procédure d'exécution soumise à l'agrément du maître d'œuvre.

Les parements béton projeté seront mis en œuvre dans le but d'assurer la stabilité **définitive / provisoire** de l'ouvrage.

#### 3.2.16.1. Préparation de surface, cages d'armatures

Les terrassements préalables et la cure des impropres sont réalisés conformément aux plans d'exécution et selon un phasage détaillé soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

Un point d'arrêt est associé à la préparation de surface qui doit être stable et exempte de poussières. Les arrivées d'eau seront drainées.

Les bandes drainantes sont mises en œuvre inclinées à 45°, régulièrement espacées de manière à couvrir 50 % de la surface à traiter. Elles sont maintenues au terrain par des épingles.

Les cages d'armatures et éventuels coffrages perdus seront mis en œuvre selon le plan de coffrage résultant des études d'exécutions. Un point d'arrêt est associé à la réception des cages d'armatures. **Il est recommandé de demander une étude d'exécution pour ce type d'ouvrage.**

Des piges permettant le suivi de l'épaisseur du parement seront liées à la cage d'armature, à raison de 1/m<sup>2</sup>, disposées sur les pointes de la surface de parement arrière.

Le treillis soudé sera fixé sur les boulons, si nécessaire des épingles pourront être rajoutées afin de limiter les hors profils et permettre que le treillis soit positionné à 4 cm du support (terrain) et en réservant un enrobage minimal de 5 cm au parement fini extérieur.

#### 3.2.16.2. Mise en œuvre du béton projeté

La mise en œuvre sera réalisée par voie sèche.

##### 3.2.16.2.1. Projection

La pré-humidification du mélange sera définie dans la procédure d'exécution. Son absence justifie la réalisation d'une planche d'essai spécifique.

On adaptera les épaisseurs de passes pour éviter l'utilisation d'adjuvant. L'utilisation d'adjuvant nécessite une intégration à la planche d'essais.

##### 3.2.16.2.2. Reprise de bétonnage

L'humidification entre chaque couche est obligatoire.

Les reprises sont réalisées sans traitement préalable avant la fin de prise de la dernière couche. Dans le cas contraire, un traitement préalable est nécessaire. Ce type de reprise devra alors être justifié et soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

#### 3.2.16.3. Plot d'essai

Un plot d'essai de convenue de 1 m<sup>2</sup> et contenant 1 barbacane centrale sera réalisé au début de la phase de mise en œuvre du béton pour agrément du maître d'œuvre. Cette surface agréée servira de référence pour l'intégralité du chantier. Elle sera associée à la réalisation de 3 caisses de 0,6 x 0,6 x 0,1 m dans lesquelles seront carottés des éprouvettes d'essais en compression à 2,7 et 28 j.

Pour réduire les effets du retrait (fissuration), la méthode, intégrée à la planche d'essai peut consister à l'aspersion d'eau ou de brouillard d'eau pendant une durée adaptée à la formule utilisée et aux conditions atmosphériques.

#### 3.2.16.4. Drainage

Des barbacanes, éventuellement des drains sub-horizontaux, seront mis en œuvre au niveau des sorties d'eau.

## 3.2.17. Béton de comblement / Buton - Contrefort

### 3.2.17.1. Mise en œuvre des bétons

Il ne sera pas fait appel au traitement thermique du béton.

### 3.2.17.2. Réception du béton

La réception du béton doit inclure une vérification du bon de livraison avant déchargement.

Le béton doit être contrôlé visuellement pendant le déchargement. Celui-ci doit être arrêté si l'expérience conduit à juger que l'aspect du béton est anormal.

Les dégradations du béton frais telles que ségrégation, ressuage, perte de laitance ou autre doivent être minimisées pendant le chargement, le transport et le déchargement ainsi que pendant sa manutention sur le chantier.

### 3.2.17.3. Armatures pour béton armé

Les tolérances sur la position des armatures après bétonnage sont celles qui figurent à l'article 73.1.3 du fascicule 65 du CCTG.

En complément du Fascicule 65, l'enrobage de toute armature passive sera au moins égal à son diamètre nominal et au minimum de 30 mm.

Les cales d'enrobage des aciers de petites dimensions seront ligaturées aux armatures.

Les armatures en attente droites libres qui présentent un danger pour le personnel seront :

- soit munies de crosses aux extrémités ;
- soit ceinturées à leur partie haute par un cadre solidement fixé ;
- soit munies d'un acier de répartition proche des extrémités.

Les fixations du treillis soudé seront réalisées par des crochets spécialement prévus à cet effet, qui seront ancrés par cheville ou scellement.

La mise en œuvre des armatures sera conforme à l'Eurocode 2 complété par les clauses suivantes :

- la continuité des armatures est assurée par un recouvrement de 39 fois le diamètre maximal du treillis ;
- le diamètre maximal du treillis est toujours disposé horizontalement ;
- les cales d'enrobage sont en béton, ligaturées aux armatures ;
- le treillis soudé sera maintenu par des fixations scellées au mur ;
- l'enrobage minimum est de 3 cm.

Le nombre d'écarteurs devra être suffisant pour maintenir un espacement constant sur toute la surface de la paroi.

### 3.2.17.4. Mise en place et serrage

La mise en place et le serrage du béton doivent être effectués de manière à enrober convenablement les armatures et les inserts et à assurer une résistance et une durabilité satisfaisantes du béton.

Le serrage doit être effectué avec un soin particulier au droit des variations de section, dans les espaces étroits, au droit des boîtes de réservation, dans les zones encombrées par les armatures et au droit des joints de reprise de bétonnage.

La cadence de bétonnage et de serrage doit être suffisante pour éviter des joints de reprise de bétonnage non prévus tout en étant assez lente pour éviter des tassements excessifs ou un excès de charge sur les coffrages et les étalements.

Le béton doit être protégé contre l'effet dommageable des radiations solaires, des vents forts, du gel, des venues d'eau, de la pluie et de la neige pendant le bétonnage et le serrage.

### 3.2.17.5. Reprise de bétonnage

(Article 84.3 du fascicule 65 du CCTG)

Les reprises de bétonnage non prévues aux dessins d'exécution sont interdites.

Pour les parements fins en façade, les dispositions des reprises de bétonnage feront l'objet d'une étude spécifique. Les dispositions correspondantes à mettre en œuvre seront testées lors de la confection des éléments témoins.

### 3.2.17.6. Bétonnage par temps froid

Lorsque la température mesurée sur chantier est comprise entre -5 °C et +5 °C, la mise en place du béton n'est autorisée que sous réserve de l'emploi de moyens efficaces pour prévenir les effets dommageables du froid, proposés par le titulaire dans son programme de bétonnage et soumis à l'acceptation du maître d'œuvre. Lorsque la température mesurée sur chantier est inférieure à -5 °C, la mise en place du béton n'est pas autorisée.

Après une interruption de bétonnage due au froid, le béton éventuellement endommagé est démolé et repris selon les mêmes précautions qu'en cas de reprises accidentelles.

### 3.2.17.7. Bétonnage par temps chaud

L'effet nocif de certains facteurs atmosphériques (vent, ensoleillement, hygrométrie basse, etc.) est considérablement accru par temps chaud. Ces facteurs peuvent notamment compromettre l'obtention des résistances requises, augmenter le retrait, provoquer des fissurations superficielles nuisibles à l'aspect et à la durabilité du béton. Dans le cas où le programme d'exécution des travaux prévoit des bétonnages de parties d'ouvrage à des périodes où la température ambiante mesurée sur chantier est susceptible de dépasser durablement 30 °C, le titulaire soumet à l'acceptation du maître d'œuvre les dispositions qu'il propose pour limiter la température maximale du béton frais.

En l'absence de telles dispositions, la température du béton au moment de sa mise en œuvre doit être inférieure à 32 °C et à la valeur limite nécessaire à la prévention de la réaction sulfatique interne.

### 3.2.17.7. Cure du béton

La cure doit être appliquée par le titulaire le plus tôt possible après la mise en œuvre du béton. Les méthodes autorisées sont définies au 8.5.2 du fascicule 65 du CCTG.

Les procédés de cure par humidification, arrosage ou immersion sont interdits s'il y a risque de gel.

Le béton ne doit pas être exposé à des températures négatives avant d'avoir atteint au moins 15 MPa de résistance en compression.

## 3.2.18. Échelles de perroquet

### 3.2.18.1. Massifs de fondation

Le massif de fondation doit faire l'objet d'une note de calcul, il est usuellement de dimensions 0,8 m x 0,8 m à 1 m x 1 m et de profondeur égale à la moitié de la longueur extérieure du profilé. La fouille pour le massif est réalisée à l'aide d'une pelle mécanique classique ou araignée selon les conditions d'accès. Le béton de fondation est coulé en pleine fouille, selon les dimensions prescrites. Le tube PVC est installé à ce moment.

### 3.2.18.2. Profilés

Après prise du béton, les profilés, définis au **paragraphe 2.16**, sont introduits dans les fourreaux à l'aide d'un dispositif de levage approprié et le sable est ensuite coulé avec un battage à la masse à l'avancement. Le fourreau sera recouvert par une galette en béton pour se prémunir des infiltrations.

### 3.2.18.3. Structure bois

Les traverses en bois, définies au **paragraphe 2.18.2** sont mises en place entre les profilés. Un rabotage des extrémités peut s'avérer nécessaire en cas de surépaisseur vis-à-vis des ailettes du profilé. L'entreprise appliquera, au niveau des rabotages, un traitement adapté si le produit a été traité autoclave. Cette opération peut également nécessiter l'intervention de la pelle mécanique pour la mise en place des traverses.

# Chapitre 4 - Contrôles

## 4.1. Organisation de la qualité

L'entreprise proposera dans son Plan d'Assurance de la Qualité (PAQ) (**paragraphe 5.1.2**), son mode d'organisation de la qualité. Toutefois, des contrôles intérieurs et extérieurs à l'entreprise tels que décrits ci-dessous doivent être réalisés.

### 4.1.1. Contrôle intérieur (contrôles internes et externes à la chaîne de production)

Ce contrôle aura pour mission :

- d'assurer la surveillance du respect des prescriptions du marché de travaux, du BPU et du présent CCTP ;
- de vérifier que les produits et les travaux sont conformes aux spécifications du marché ;
- de superviser et réaliser les essais et contrôles qui incombent.

La mise en œuvre de ces contrôles devra être explicitée dans le PAQ qui sera établi par l'entreprise et soumis au visa du maître d'œuvre.

### 4.1.2. Contrôle extérieur

Le contrôle extérieur sera exercé sous la responsabilité du maître d'œuvre. Il comprendra :

- la vérification du respect du PAQ ;
- la validation de l'étude d'exécution ;
- le suivi du journal de chantier ;
- la validation des essais et des contrôles en cours de réalisation ;
- le rassemblement des documents émis par l'entreprise, établis au titre du PAQ, et permettant de justifier que la qualité requise a été obtenue ;
- d'éventuels contrôles de conformité exécutés de façon inopinée.

Outre les essais et contrôles définis dans le CCTP, le maître d'œuvre se réserve le droit de vérifier et de superviser les contrôles de l'entreprise.

Ces contrôles peuvent porter sur (liste non exhaustive) :

- l'état du matériel (fiabilité) ;
- le respect des modes opératoires ;
- les procédures de contrôles (lieux et époques des prélèvements, adéquations des essais, etc.).

## 4.2. Contrôle des fournitures

L'entreprise assurera la traçabilité des fournitures et s'assurera de la conformité des livraisons : conformité des caractéristiques des produits aux spécifications du marché, et conformité du bon état de livraison.

Le maître d'œuvre se réserve le droit de vérifier la conformité des fournitures et, en cas de doute, de procéder, à sa charge, à des contrôles de conformité. Si la non-conformité devait être avérée, les essais de contrôle seraient alors à la charge de l'entreprise, ainsi que la reprise de l'ouvrage concerné.



## 4.3. Coulis

Les contrôles que l'entreprise devra réaliser en cours de chantier sont les suivants :

- contrôle du dosage : en continu lors des phases de réalimentation ;
- contrôle de la densité et de la viscosité : 1 essai toutes les 4 heures ;
- contrôle de la résistance du coulis : 3 mesures de compression simple par demi-journée de scellement, composées chacune de 3 éprouvettes, deux éprouvettes étant destinées à un essai de compression simple à 7 & 28 j, la dernière éprouvette étant conservée en cas de besoin de contrôle ultérieur.

Les essais de contrôle de la densité seront réalisés à la balance baroïd.

Les résultats des contrôles de densité devront être compris dans la fourchette [1.75 ; 1.85], correspondant aux valeurs C/E comprise entre 1,8 et 2,2.

Les essais de contrôle de la viscosité seront réalisés conformément à la norme NF EN 445.

Le temps d'écoulement du coulis à l'intérieur du cône, d'ajutage 10 mm, devra être compris entre XX et YY secondes.

Les essais de compression simple du coulis seront réalisés conformément à la norme NF EN 196-1.

L'entreprise réalisera à sa charge le prélèvement des éprouvettes (dans des moules hermétiquement fermés), la réalisation des essais en laboratoire et la fourniture des procès-verbaux.

Chaque prélèvement sera consigné clairement dans le journal de chantier et sera associé à la phase de scellement en cours avec la dénomination des boulons scellés sur cette phase.

Les résistances en compression simple des coulis devront dépasser les valeurs suivantes :

- résistance à 7 jours : > 20 MPa ;
- résistance à 28 jours : > 30 MPa.

À la suite de la réalisation des essais, l'entreprise remettra au maître d'œuvre un PV d'essai sur lequel figureront les informations suivantes :

- date du prélèvement ;
- nom de la personne ayant réalisé le prélèvement ;
- le secteur de la zone de travaux et les ouvrages correspondant à la même séance d'injection ;
- date de la réalisation de l'essai ;
- laboratoire ayant réalisé l'essai ;
- valeurs de compression simple à 7 et 28 jours.

En cas d'absence de fourniture des PV d'essais de compression simple du coulis, ou en cas de non-conformité des résultats, des essais de contrôle supplémentaires sur boulons seront réalisés aux frais de l'entreprise.

## 4.4. Béton

Les contrôles que l'entreprise devra réaliser en cours de chantier sont les suivants :

- contrôle du dosage : en continu lors des phases de réalimentation ;
- contrôle sur béton frais : essai d'affaissement (NF EN 12350-2) : 1 essai par phase de réapprovisionnement ;
- contrôle sur béton durci : (NF EN 12390-3) : 3 mesures de compression par phase de réapprovisionnement et à minimum par ouvrage, composées chacune de 3 éprouvettes, deux éprouvettes étant destinées à un essai de compression simple à 7 & 28 j, la dernière éprouvette étant conservée en cas de besoin de contrôle ultérieur.

## 4.5. Essais sur boulons

### 4.5.1. Désignation des essais

En référence à l'Eurocode 7 (NF EN 1997-1), la dénomination suivante est adoptée :

- essai préalable : essai de mise en tension effectué pour établir la résistance ultime d'un boulon à l'interface coulis / terrain et pour déterminer ses caractéristiques de traction de service sur le terrain,  
*c'est un essai à la rupture réalisé avant le chantier avec une longueur de scellement réduite pour mesurer des caractéristiques de sol, notamment le  $q_s$  utilisé pour le dimensionnement des boulons,*
- essai de contrôle : essai de mise en tension in situ pour vérifier qu'un système de boulonnage particulier est adapté aux conditions particulières des terrains,  
*c'est un essai à la rupture réalisé en parallèle au chantier pour tester la conception du boulon,  
cet essai sera éventuellement réalisé, notamment pour valider des adaptations de procédures de réalisation des boulons,*
- essai de réception : essai de mise en tension *in situ* pour confirmer que chacun des boulons peut supporter la charge calculée dans le projet,  
*ces essais seront réalisés à la fin / en cours de chantier sur des boulons de l'ouvrage.*

### 4.5.2. Généralités

Le choix de l'implantation des boulons à tester sera effectué contradictoirement entre l'entreprise et le maître d'œuvre.

La réalisation des différents essais sacrificiels (préalable et contrôle) sur boulons constitue un point d'arrêt.

### 4.5.3. Dispositions techniques

Les essais seront réalisés selon le mode opératoire de la norme NF EN ISO 22477-5 pour les boulons en terrain meuble et XP P94-444 pour les boulons en terrain rocheux. En cas d'utilisation de la mauvaise norme, l'essai sera refait aux frais de l'entreprise.

Pour les pieux explosés, les essais seront réalisés selon le mode opératoire de la norme NF P95-301.

Un système de répartition devra être mis en place afin de solliciter correctement le boulon et le scellement. Ce système devra se tenir à un diamètre de 30 cm au sol autour du boulon afin de solliciter correctement le scellement du boulon. En cas de non-respect de cette distance autour de la barre, le maître d'œuvre pourra demander que l'essai soit refait aux frais de l'entreprise.

Le dispositif d'essai sera soumis à l'approbation du maître d'œuvre.

Les PV d'essai et leur interprétation seront soumis à l'approbation du maître d'œuvre, ils seront conformes à la norme de l'essai.

#### 4.5.4. Essais préalables (s'ils n'ont pas été réalisés en phase PRO)

X essais préalables seront réalisés, ils seront répartis de la manière suivante :

	Norme d'essai	Méthode d'essai	Diamètre de forage (mm)	Définition de la barre	Longueur scellée (m)	Profondeur d'ancrage (m)
Terrain meuble 1 Préciser la formation	NF EN ISO 22477-5		≥ 76	≥ HA 32	1 m	Préciser la profondeur à tester
	NF EN ISO 22477-5		≥ 76	≥ HA 32	1 m	Préciser la profondeur à tester
	NF EN ISO 22477-5		≥ 76	≥ HA 32	1 m	Préciser la profondeur à tester
Terrain meuble 2 Préciser la formation	NF EN ISO 22477-5		≥ 76	≥ HA 32	1 m	Préciser la profondeur à tester
	NF EN ISO 22477-5		≥ 76	≥ HA 32	1 m	Préciser la profondeur à tester
	NF EN ISO 22477-5		≥ 76	≥ HA 32	1 m	Préciser la profondeur à tester
Rocher 1 Préciser la formation	XP P94-444		≥ 96	≥ HA 40	1 m	Préciser la profondeur à tester
	XP P94-444		≥ 96	≥ HA 40	1 m	Préciser la profondeur à tester
	XP P94-444		≥ 96	≥ HA 40	1 m	Préciser la profondeur à tester
Rocher 2 Préciser la formation	XP P94-444		≥ 96	≥ HA 40	1 m	Préciser la profondeur à tester
	XP P94-444		≥ 96	≥ HA 40	1 m	Préciser la profondeur à tester
	XP P94-444		≥ 96	≥ HA 40	1 m	Préciser la profondeur à tester

Tableau 21 : Caractéristiques des boulons pour essais préalables

##### Note au rédacteur du CCTP :

- Nous avons indiqué, par défaut, 3 essais par type de lithologie pour réduire les facteurs de corrélation du **paragraphe 1.3.4.1**, le rédacteur du CCTP peut choisir d'en imposer moins.
- Les essais en sol meuble menés selon la norme NF EN ISO 22477-5 permettent d'accéder à la pression de fluage, la méthode d'essai 2 est préconisée. L'essai étant limité par la résistance de la barre, afin d'évaluer le plus précisément possible  $q_s$ , il convient d'opter pour d'assez gros diamètre et des longueurs scellées assez faibles.

### 4.5.5. Essais de contrôle

X essais de contrôle seront réalisés, ils seront répartis de la manière suivante :

Ouvrages	Norme d'essai	Méthode d'essai	Traction d'essai	Nombre
Ecrans pare-blocs	NF EN ISO 22477-5			2
	XP P94-444			2
Boulon d'amarrage (quel que soit le type d'ouvrage)	NF EN ISO 22477-5			1
	XP P94-444			1

Tableau 22 : Caractéristiques des boulons pour essais de réception

Note au rédacteur du CCTP :

- Les pieux explosés doivent faire l'objet d'un essai de contrôle selon le mode opératoire de la norme NF P95-301.
- Pour les boulons de confortement, le recours à un essai de contrôle n'est pas pertinent.
- La méthode d'essai 2 est préconisée pour les essais en sol meuble.
- La traction de service d'essai à appliquer sur les boulons résulte des dispositions des études de conception.

Les boulons utilisés pour la réalisation des essais de contrôle seront réalisés selon les mêmes procédures et caractéristiques que les boulons des ouvrages, leur objectif étant de valider une procédure d'exécution.

### 4.5.6. Essais de réception

#### 4.5.6.1. Généralités

X essais de réception seront réalisés, ils seront répartis de la manière suivante :

Ouvrages	Norme d'essai	Méthode d'essai	Traction d'essai	Nombre / Fréquence
Ecrans pare-blocs	NF EN ISO 22477-5			≥ 1 par ligne d'écran
	XP P94-444			≥ 1 par ligne d'écran
Boulon d'amarrage (quel que soit le type d'ouvrage)	NF EN ISO 22477-5			1 toute les 40 unités
	XP P94-444			1 toute les 40 unités

Tableau 23 : Caractéristiques des boulons pour essais de réception

Note au rédacteur du CCTP :

- Pour les boulons de confortement, le recours à un essai de réception n'est pas pertinent.
- La méthode d'essai 2 est préconisée pour les essais en sol meuble.
- La traction de service à appliquer sur les boulons résulte des dispositions des études de conception.

#### 4.5.6.2. Essais non conformes

Tout essai non conforme sera à nouveau réalisé sur un ou deux boulon(s) voisin(s) de celui testé aux frais de l'entreprise. Cet (Ces) boulon(s) sera seront désigné(s) par le maître d'œuvre. Cette procédure sera perpétuée jusqu'à la garantie que les boulons sont conformes.

#### 4.5.6.3. Boulons non conformes

En cas de doute, le maître d'œuvre se réserve le droit de faire réaliser, à la charge du maître d'ouvrage, des essais de contrôle.

Tous les boulons testés et non conformes seront repris aux frais de l'entreprise et à nouveau soumis à un essai. Dans ce cas, outre l'ouverture d'une Fiche de Non Conformité et le traitement de celle-ci, des essais de réception supplémentaires seront réalisés.

# Chapitre 5 - Documents à fournir par l'entreprise

## 5.1. Documents à fournir pendant la période de préparation

Les documents ci-dessous devront être fournis par l'entreprise dans un délai de **6 semaines à adapter en fonction du marché et du maître d'ouvrage** après la notification du marché :

- le programme d'exécution des travaux ;
- le Plan d'Assurance de la Qualité ;
- les plans et études d'exécution ;
- un PPSPS ;
- un SOGED éventuellement.

Tous ces documents, hormis le PPSPS, sont soumis au VISA du maître d'œuvre. Il retournera les documents soit accompagnés de son VISA soit accompagnés de ses observations. L'entreprise devra donc reprendre les documents dans un délai qui lui sera alors imparti.

### 5.1.1. Programme d'exécution des travaux

Le programme d'exécution des travaux comprend :

- le calendrier prévisionnel des travaux, présenté de telle sorte qu'apparaissent clairement les tâches critiques, leur enchaînement ainsi que les délais d'attente entre chaque tâche (*ce planning devra être affiché dans le local de réunion. Il est soumis au visa du maître d'œuvre*) ;
- le projet des installations de chantier, faisant apparaître le détail des protections provisoires ;
- la description des méthodes et les moyens envisagés.

### 5.1.2. PAQ (Plan d'Assurance de la Qualité)

Le PAQ présente, de manière détaillée, les dispositions de moyens et d'organisation prévues par le titulaire, et qu'il s'engage à mettre en œuvre, pour garantir l'obtention des exigences spécifiées pour les travaux lui incombant.

Le PAQ est établi spécifiquement pour l'opération objet du présent marché. Il peut intégrer des dispositions préexistantes dans le système de management de la qualité du titulaire, tout en leur apportant les modifications et compléments nécessaires pour répondre aux spécificités de l'opération.

Il comprend :

- une note d'organisation générale (NOG) qui définit :
  - les éléments d'organisation concourant à l'obtention de la qualité,
  - s'il y a lieu, les PAQ des co-traitants et sous-traitants, avec mention des articulations entre ces plans et avec le PAQ du titulaire ;
- les procédures d'exécution comprenant :
  - les procédures d'études,
  - les procédures de travaux, par partie d'ouvrage ou nature de travaux,
  - les cadres des documents de suivi d'exécution.

### 5.1.2.1. Note d'Organisation Générale (NOG) du PAQ

La Note d'Organisation Générale (NOG) du PAQ du titulaire fournit les informations suivantes :

- l'engagement du titulaire sur la mise en œuvre des dispositions prévues au sein du PAQ ;
- la présentation des intervenants : titulaires, sous-traitants, fournisseurs principaux et les prestataires en charge des opérations de contrôle intérieur s'il y a lieu, ainsi que les modalités de gestion de leurs interfaces ;
- les habilitations, et certifications de compétence du personnel ;
- la présentation de l'organisation des responsabilités et moyens, dont :
  - l'organisation et l'encadrement responsable des travaux objet du présent marché avec identification des responsables,
  - l'organisation et l'affectation des principales tâches,
  - les principaux moyens, matériels et approvisionnements,
- les modalités d'organisation du contrôle intérieur :
  - le cadre d'organisation du contrôle intérieur,
  - le plan de contrôle intérieur établi par le titulaire, qui définit les différents contrôles et, pour chacun :
    - > les exigences,
    - > les références aux spécifications d'exécution,
    - > la méthode de contrôle, de suivi ou d'essai,
    - > la définition de la zone de contrôle,
    - > la fréquence du contrôle, du suivi ou des essais,
    - > les critères d'acceptation,
    - > la documentation associée,
    - > les responsables du contrôle et les suites à donner à ce contrôle,
    - > l'implication, s'il y a lieu, de tierces parties dans le contrôle,
  - la liste des points d'arrêt et points critiques, avec :
    - > mention des délais et des documents de contrôle associés,
    - > les modalités de levée des points d'arrêt,
  - l'organisation pour la maîtrise (détection et traitement) des non-conformités, et le suivi des actions curatives et correctives, selon le niveau de gravité de l'écart constaté,
- la liste des études et procédures d'exécution, nécessaires à la réalisation des ouvrages provisoires et définitifs, et leur calendrier prévisionnel de production (échancier d'envoi et dates prévisionnelles pour l'obtention du visa du maître d'œuvre).

### 5.1.2.2. Les procédures d'études et travaux du PAQ

Relativement aux ouvrages provisoires et définitifs, et conformément à la liste des procédures d'exécution définie au sein de la note d'organisation générale, le titulaire fournit :

- les procédures d'études décrivant, pour chacune :
  - la partie des travaux, objet de la procédure,
  - les modalités de validation des études,
  - les modalités de maîtrise des modifications des études ;
- les procédures des travaux, par partie d'ouvrage ou par nature de travaux, décrivant, pour chaque procédure :
  - la partie des travaux, objet de la procédure,
  - les documents de référence,
  - la liste des ressources utilisées (personnels, matériels, produits),
  - les méthodes, modalités, modes opératoires de mise en œuvre des travaux pour assurer le respect final des exigences,
  - les plans de contrôle intérieur associés à la procédure :
    - > intervenants,
    - > épreuves à réaliser, nature et fréquence des contrôles, moyens,
    - > critères et objectifs d'acceptation,
  - s'il y a lieu, les interactions avec d'autres procédures et les conditions préalables requises pour l'exécution de certaines tâches ;
- les cadres de documents de suivi et de contrôle d'exécution :
  - fiches de suivi et de contrôle intérieur,
  - fiches de non-conformité,
  - fiches d'adaptation,
  - fiches de levées de point d'arrêt,
  - tableau de synthèse et de codification des points d'arrêt et leurs annexes.

Ces documents sont établis sur la base des modèles fournis dans le cadre du SOPAQ (dans ce cas, fournir un cadre du SOPAQ). La fiche de levée de point d'arrêt sera obligatoirement celle fournie dans le cadre du SOPAQ.

Le PAQ précise également les conditions et délais dans lesquels ces documents sont renseignés (identifiés, enregistrés), validés, exploités puis archivés.

Le PAQ est soumis au visa du maître d'œuvre. En aucun cas, il ne pourra être admis de commencer des travaux dont les fournitures, procédures et moyens de réalisation ne seraient pas visées par le maître d'œuvre.

### 5.1.2.3. Récapitulatif des points d'arrêt, des points critiques et contrôles éventuellement associés

La liste des points d'arrêt, des points critiques et des contrôles éventuellement associés ainsi que des délais de préavis et de validation sont précisés au **paragraphe 5.4**.

### 5.1.3. Études d'exécution

L'entreprise est tenue de réaliser, dans le cadre de ce marché, une mission géotechnique d'exécution, phase étude pour les ouvrages suivants : **Lister les ouvrages pour lesquels une étude d'exécution est demandée**

Ces études d'exécution devront confirmer les dimensionnements réalisés au stade Projet, à la suite de la réception des essais préalables pour les boulons de confortements, que ce soit en termes de nature de boulons que de longueurs.

Les études d'exécution comprendront les procédures de mise en sécurité du chantier.

Les études d'exécution comprendront les plans de tir.

Les études d'exécution ne comprennent pas les études trajectographiques, qui pourraient remettre en question les niveaux d'énergie des écrans.

Les études d'exécution sont soumises à la validation du maître d'œuvre. Tous travaux ayant commencé sans la validation préalable des études d'exécution par le maître d'œuvre, seront réputés sous la responsabilité de l'entreprise et pourront se voir modifiés aux frais de l'entreprise.

Les études d'exécution seront mises à jour autant de fois que nécessaire, aux frais de l'entreprise, jusqu'à aboutir à la validation par le maître d'œuvre.

Les études d'exécution devront être réalisées en prenant en compte les hypothèses décrites dans le présent cahier des charges et en s'appuyant sur les normes en vigueur, à savoir les Eurocodes.

### 5.1.4. PPSPS

L'entreprise devra fournir un Plan Particulier de Sécurité et de Prévention de la Santé (PPSPS). Ce document doit être signé par son rédacteur et porté à la connaissance de tout le personnel intervenant sur le chantier.

Un exemplaire à jour du plan de prévention doit être tenu en permanence sur le chantier. Si l'entreprise ne peut pas appliquer toutes les mesures figurant dans le plan de prévention, elle rédigera un avenant à son PPSPS dans lequel elle indiquera les mesures compensatoires d'une efficacité au moins équivalente qu'elle mettra en œuvre.

### 5.1.5. Schéma d'organisation et de gestion des déchets (éventuellement)

Ce document devra être fourni avant le démarrage du chantier et fait partie de la démarche qualité de l'entreprise. Il devra être soumis à tous les intervenants du chantier.

Le SOGED permet à l'entreprise d'explicitier :

- la nature des déchets générés par le chantier ;
- les modes de collecte (bennes, stockage, localisation sur le chantier des installations, etc.), la signalétique utilisée ;
- les centres de tri, centres de regroupement, unités de recyclage et centres de stockage vers lesquels seront acheminés les différents déchets.

Les moyens de contrôle, de suivi et de traçabilité mis en œuvre pendant les travaux.

## 5.2. Documents à fournir en phase d'exécution

### 5.2.1. Mises à jour du PAQ

Les mises à jour du PAQ du titulaire au cours des travaux sont soumises à visa du maître d'œuvre. Elles portent notamment sur :

- les procédures d'exécution non encore fournies lors de la phase de préparation ;
- les adaptations des éléments du PAQ requises par les évolutions du chantier.

#### 5.2.1.1. Résultats du contrôle intérieur

Les résultats des opérations de contrôle intérieur effectuées par le titulaire sont reportés sur les documents de contrôle. Selon les dispositions prévues au sein des pièces particulières du marché, ils sont (hormis ceux concernant les contrôles liés aux points d'arrêt et à la gestion des non-conformités ou adaptation) [tenus à la disposition du maître d'œuvre sur le chantier jusqu'à la fin des travaux / adressés au maître d'œuvre, au fur et à mesure de leur obtention.](#)

Ils seront classés dans un document de synthèse de réalisation de l'ouvrage ou partie d'ouvrage.

Ces documents sont soumis au visa du maître d'œuvre.

#### 5.2.1.2. Détection et traitement des non-conformités

La démarche de traitement des non-conformités s'articule autour des étapes suivantes :

- définition des niveaux d'anomalie ;
- le constat, qui comprend les actions immédiates, l'enregistrement ainsi que l'information des acteurs concernés ;
- l'évaluation qui consiste à identifier les causes de la non-conformité, en évaluer les effets et proposer des actions curatives (pour y remédier) et correctives (pour éviter qu'elles ne se reproduisent) ;
- l'action, qui comprend la décision d'actions, l'exécution et le contrôle des actions décidées ;
- la clôture et l'archivage des données et résultats.

Toute non-conformité, détectée par les opérations de contrôle intérieur ou de contrôle extérieur, est enregistrée : elle fait l'objet de l'ouverture, par le titulaire, d'une « Fiche de Non-Conformité ». Les modalités de traitement de la non-conformité sont soumises au visa du maître d'œuvre.

Si le traitement d'une non-conformité donne lieu à une modification d'un document d'exécution, le nouveau document d'exécution est soumis au visa du maître d'œuvre.

Sur la base des résultats du contrôle et du visa du maître d'œuvre sur son traitement technique, il peut être procédé à la levée de la non-conformité.

#### 5.2.1.3. Détection et traitement des adaptations

La démarche de traitement d'une adaptation est similaire à celle d'une non-conformité :

- définition de la nécessité d'une modification des spécifications du marché ;
- proposition d'adaptation en intégrant toutes les incidences financières, techniques et planning ;
- action, qui comprend la décision d'actions, l'exécution et le contrôle des actions décidées ;
- la clôture et l'archivage des données et résultats.

Toute adaptation est enregistrée et fait l'objet de l'ouverture, par le titulaire, d'une « Fiche d'Adaptation ». Les modalités de traitement de l'adaptation sont soumises au visa du maître d'œuvre.

Le traitement d'une adaptation donne lieu à une modification d'un document d'exécution, le nouveau document d'exécution est soumis au visa du maître d'œuvre.

Sur la base des résultats des contrôles intérieur et extérieur et du visa du maître d'œuvre l'adaptation pourra être réceptionnée.



#### **5.2.1.4. Points critiques**

Pour les points critiques, le titulaire informe le maître d'œuvre, avec un préavis suffisant, de la date de réalisation des tâches concernées, afin de lui permettre d'être présent, s'il le souhaite.

En outre, il tient à la disposition, sur les lieux du chantier, les documents de contrôle d'exécution relatifs aux tâches concernées.

#### **5.2.1.5. Points d'arrêt**

Les contrôles liés aux points d'arrêt font l'objet de plans de contrôle qui doivent avoir l'accord explicite du maître d'œuvre.

Le titulaire adresse au maître d'œuvre sa demande de levée de point d'arrêt avec un délai de préavis suffisant (72 heures minimum). Les points d'arrêt seront mentionnés sur le planning glissant à 2 semaines, ils seront confirmés 48 heures à l'avance.

La fiche de levée de point d'arrêt sera accompagnée de tous les documents attestant des contrôles intérieurs effectués lors des tâches correspondantes.

Il sera établi, lors de la période de préparation, un tableau synthétique des points d'arrêt avec la codification et les annexes à produire.

La liste des points d'arrêt prévus au DCE pourra être modifiée en fonction de l'organisation des travaux et en concertation maîtrise d'œuvre / entreprise. Ce tableau sera une annexe au(x) PAQ(s).

### **5.2.2. Planning hebdomadaire de chantier**

Le planning de chantier sera mis à jour hebdomadairement par l'entreprise et fourni lors de chaque réunion de chantier. Il pourra être fourni au format papier au maître d'œuvre lors des réunions de chantier mais devra obligatoirement être envoyé par mail au format Excel ou PDF à tous les intervenants du chantier.

Il prendra en compte :

- l'état d'avancement des travaux pour les différents ouvrages ;
- les dates des différents contrôles effectués ;
- le réajustement du planning général ;
- le détail des deux semaines suivantes par nature des travaux et par atelier ou équipe.

### **5.2.3. Journal de chantier**

Le journal de chantier sera tenu sur le site par l'entreprise. Dans ce journal, seront consignés chaque jour :

- les conditions atmosphériques constatées : vent, température, précipitation ;
- les travaux exécutés (avancement des travaux, quantités mises en œuvre), leur nature et leur localisation ;
- les fiches de forages réalisées quotidiennement (le maître d'œuvre aura été informé préalablement des jours d'injection) ;
- les horaires de travail effectués, les effectifs présents ainsi que leurs qualifications et certificats de compétence ;
- le matériel sur chantier et leur temps de marche, le matériel en panne ;
- les incidents, les arrêts de chantier et leur durée, leur cause, les défauts d'approvisionnement, etc. ;
- les prélèvements effectués sur le coulis (date, n° d'échantillon, correspondance avec un ouvrage ou un secteur de travaux) ;
- les contrôles exécutés et leurs résultats ;
- les observations concernant la sécurité du personnel et des tiers ;
- les observations sur le déroulement des travaux ;
- les matériaux et produits mis en œuvre ;
- les bordereaux d'évacuation des déchets.

Le journal de chantier sera rempli et signé chaque jour par le responsable de l'entreprise sur site. Il sera mis à disposition du maître d'œuvre. Il sera transmis au maître d'œuvre à sa demande par voie électronique dans un délai maximum de 24 heures après sa demande.

Le maître d'œuvre pourra y consigner des remarques ou observations.

## **5.3. Documents à fournir à la fin du chantier**

### **5.3.1. Management de la qualité**

En fin d'exécution, le titulaire fournit un ou plusieurs documents relatifs au management de la qualité (hormis pour les éléments déjà transmis au cours de l'exécution des travaux) incluant :

- le plan de contrôle intérieur réalisé ;
- les procédures d'exécution à jour, avec synthèse des modifications apportées au cours du chantier ;
- l'origine des matériaux et équipements, les rapports d'essai des matériaux et équipement ;
- les fiches de contrôle et levée des points d'arrêt ;
- les fiches de non-conformité ;
- les fiches d'adaptation.

Ces documents sont soumis au visa du maître d'œuvre.

### **5.3.2. Dossier des Ouvrages Exécutés**

Au plus tard un mois après la fin du chantier, l'entreprise remettra au maître d'ouvrage et au maître d'œuvre le dossier des ouvrages exécutés.

Le dossier rassemble les éléments suivants :

- les études d'exécution ;
- les plans de tir ;
- un rapport de synthèse sur l'ensemble des résultats des essais et contrôles effectués sur le chantier ;
- les plans de récolement des travaux et essais réalisés ;
- les caractéristiques du matériel et des équipements et les bordereaux de livraison associés ;
- une fiche par ouvrage réalisé précisant sa position, ses caractéristiques techniques, la nature et la longueur des boulons effectivement réalisés, les fiches de foration, la nature et le volume de coulis injecté, les éléments constitutifs ainsi que la quantité de matériaux mis en œuvre ;
- le calendrier réel d'exécution des travaux ;
- tous les résultats du contrôle interne et externe ;
- un reportage photographique de l'exécution des ouvrages.

Après approbation du dossier des ouvrages exécutés par le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage, l'entreprise remettra le dossier au maître d'ouvrage en trois exemplaires papiers et une copie en informatique sur CD ou clé USB

### **5.3.3. Dossier de maintenance des ouvrages**

L'entreprise précisera notamment dans le dossier de maintenance les accès aux ouvrages pour en assurer la surveillance et l'entretien.

## 5.4. Synthèse des documents à fournir

Phase du marché	Point de contrôle		Type de Contrôle : Interne / Externe	Point d'Arrêt	Point Critique	Préavis de transmission	Délai de transmission	Délai de réponse
Toutes phases du marché	Plan d'Assurance de la Qualité	Note d'Organisation Générale (NOG)						
		Procédures d'études						
		Procédures de travaux						
		Cadres des documents de suivi et de contrôle						
Période de préparation	Actes de sous-traitance							
	PPSPS							
	SOGED (éventuellement)							
	Programme d'exécution	Calendrier prévisionnel						
		Projet des installations de chantier						
	Plans d'exécution							
	Etudes d'exécution							
	Implantation des ouvrages							
	Essais préalables sur boulons		Externe					
	Agrément des matériaux							
Exécution des travaux	Travaux préparatoires							
	Signalisation							
	Protections provisoires							
	Purge et reprofilage							
	Validation des plans de tir		Interne					
	Planning hebdomadaire							
	Essais de contrôle sur boulon		Externe					
	Essais sur coulis		Interne / Externe					
	Essais sur béton		Interne / Externe					
	Essais de réception sur boulons		Externe					
Fin des travaux	Dossier des ouvrages exécutés							
	Dossier de maintenance des ouvrages							

Tableau 24 : Synthèse des documents à fournir – caractérisation en points d'arrêt et en points critiques

Le rédacteur du CCTP doit préciser, pour chaque ligne du tableau, s'il s'agit d'un point d'arrêt ou d'un point critique, les délais de préavis ainsi que les délais de réponse.

A ce tableau peuvent s'ajouter tous points spécifiques à l'opération que le rédacteur juge nécessaire.

# Chapitre 6 - Liste des normes

Une fois les **Tableaux 5** du **paragraphe 1.7** rempli, ce paragraphe est à supprimer.

<b>Généralités</b>		
<b>Désignation</b>	<b>Norme</b>	<b>Observations</b>
Missions d'ingénierie géotechnique	NF P94-500	Classification et spécifications

<b>Dimensionnement</b>		
<b>Désignation</b>	<b>Norme</b>	<b>Observations</b>
Bases de calcul des structures	NF EN 1990	
Calcul des structures en béton	NF EN 1992	
Calcul géotechnique	NF EN 1997-1	
Ecrans de filets pare-blocs	NF P95308	Anciens écrans
Corrosion des métaux et alliages – Corrosivité des atmosphères	NF EN ISO 9223	Classification, détermination et estimation
Protection des matériaux métalliques contre la corrosion	NF EN 12501-2	Risque de corrosion dans les sols – Partie 2 : Matériaux ferreux faiblement alliés ou non alliés
Prise en compte de la corrosion	NF P94-270	Ouvrages de soutènement – Remblais renforcés et massifs en sol cloué : Annexe F (Normative)

Fournitures					
Fournitures métalliques					
Désignation		Produit	Matériau	Dimensions & Tolérances	Protection anti-corrosion
Armatures pour béton	Barres et couronnes		NF A 35080-1	NF EN 10080	
	Treillis soudés		NF A 35080-2	NF EN 10080	
Armatures pour boulons	Barres pleines		NF A 35080-1	NF EN 10080	NF A 35503 NF EN ISO 1461 éventuellement
	Câbles monotoron - Fil constitutif		NF EN 10264-2	NF EN 10218-2	NF EN 10244-2
	Câbles monotoron - Câble	NF EN 12385-10+A1			
Equipement des boulons	Plaques, écrous		NF EN 10025 (plaques)		NF A 35503 NF EN ISO 14713-2 NF EN ISO 1461
Câbles	Fil constitutif		NF EN 10264-2	NF EN 10218-2	NF EN 10244-2
	Câble			NF EN 12385-4	
Accastillage	Cosses cœurs	NF EN 13411-1+A1			NF A 35503 NF EN ISO 14713-2 NF EN ISO 1461
	Serres-câbles	NF EN 13411-5+A1			NF A 35503 NF EN ISO 14713-2 NF EN ISO 1461
	Manilles	NF EN 13889+A1			NF A 35503 NF EN ISO 14713-2 NF EN ISO 1461
	Terminaisons manchonnées	NF EN 13411-3+A1			NF A 35503 NF EN ISO 14713-2 NF EN ISO 1461
Grillage de protection	Grillage simple torsion	NF EN 10223-6		NF EN 10218-2	NF EN 10244-2
	Grillage double torsion	NF EN 10223-3		NF EN 10218-2	NF EN 10244-2
	Grillage haute capacité				NF EN 10244-2
	Accessoires ligatures		NF P 94325-1		
Filets métalliques	Filets de câbles - Fil constitutif		NF EN 10264-2	NF EN 10218-2	NF EN 10244-2
	Filets de câbles - Câble constitutif			NF EN 12385-4	
	Filets à anneaux - Fil constitutif		NF EN 10264-2	NF EN 10218-2	NF EN 10244-2
Profilés métalliques HEA, HEB	Produits laminés à chaud en aciers de construction		NF EN 10025-2	NF EN 10034	NF A 35503 NF EN ISO 14713-2 NF EN ISO 1461
Poteaux métalliques tubulaires	Tubes ronds soudés en acier pour utilisation en mécanique générale et en construction mécanique		NF EN 10296-1		NF A 35503 NF EN ISO 14713-2 NF EN ISO 1461
Ecrans de filets pare-blocs		ETAG 27			
Ecrans de filets pare-blocs		EAD 340059-00-0106			

**Nota :** Concernant la protection contre la corrosion :

- NF A 35503 : Produits sidérurgiques - Exigences pour la galvanisation à chaud d'éléments en acier :  
- Elle précise les caractéristiques en termes d'analyse chimique auxquelles doivent satisfaire les aciers destinés à être soumis à une galvanisation par immersion à chaud.

- NF EN ISO 14713-2 : Revêtements de zinc - Lignes directrices et recommandations pour la protection contre la corrosion du fer et de l'acier dans les constructions.

- Elle précise les principes généraux de conception appropriés aux pièces à galvaniser à chaud pour la protection contre la corrosion.

NF EN ISO 1461 : Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et en acier - Spécifications et méthodes d'essai

Elle précise les propriétés générales des revêtements et les méthodes d'essais relatives aux revêtements appliqués par immersion de produits finis en fonte et en acier dans un bain de zinc.

**Nota :** Concernant l'existence d'autres EAD, dont la référence peut être faite mais qui n'ont pas été intégrés dans le présent CCTP :

- EAD 230004-00-0106, March 2016, Wire ring mesh panels  
- nappe de filet anneau utilisée comme composant d'ouvrage de protection.
- EAD 230005-00-0106, March 2016, Wire rope net panels  
- nappe de filet de câbles utilisée comme composant d'ouvrage de protection.
- EAD 230008-00-0106, October 2015, Double twisted steel wire mesh reinforced or not with ropes  
- grillage double torsion renforcé ou non de câbles utilisé comme composant d'ouvrage de protection.
- EAD 331852-00-010, May 2018, Spiral cable anchor  
- ancrages à câbles spiroïdaux utilisés comme composant d'ouvrage de protection.
- EAD 200086-00-0602, October 2017, Wire Ring Connexion  
- ligature des nappes de filet utilisée comme composant d'ouvrage de protection.

Fournitures			
Béton, mortiers, coulis			
Désignation		Norme	Observations
Béton	Béton	NF EN 206	
	Béton projeté	NF P95-102	
	Formulation	FD P18-011	
	Ciments	NF EN 197-1	Ciments courants – Composition
		NF P15-317	Ciments pour travaux à la mer
		NF P 5-319	Ciments pour travaux en eaux à haute teneur en sulfates
	Eau de gâchage	NF EN 1008	
	Granulats	NF EN 12620+A1	
	Adjuvants	NF EN 934-1	
		NF EN 934-2+A1	
NF EN 934-5			

Fournitures		
Géosynthétiques		
Désignation	Norme	Observations
Géosynthétiques	NF EN ISO 13433	Essai de perforation dynamique (essai par chute d'un cône)
Géotextiles et produits apparentés	NF EN ISO 11058	Détermination des caractéristiques de perméabilité à l'eau normalement au plan, sans contrainte mécanique
Géotextiles et produits apparentés	NF EN ISO 12956	Détermination de l'ouverture de filtration caractéristique
Géosynthétiques	NF EN ISO 10319	Essai de traction des bandes larges
Textiles – Articles à usages industriels	NF G 38019	Essais des géotextiles : Détermination de la résistance au poinçonnement
Géotextiles et produits apparentés	NF EN ISO 12958	Détermination de la capacité de débit dans le plan

<b>Fournitures</b>		
<b>Bois</b>		
<b>Désignation</b>	<b>Norme</b>	<b>Observations</b>
Poteaux	NF EN 335	Durabilité du bois et des matériaux à base de bois : Classes d'emploi : définitions, application au bois massif et aux matériaux à base de bois

<b>Exécution</b>			
<b>Désignation</b>	<b>Norme</b>	<b>Observations</b>	
Béton	Béton	NF EN 13670 & NF EN 13670/CN	Exécution des structures en béton
	Béton projeté	NF P95-102	Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie - Béton projeté - Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés
Boulons	Boulons	NF EN 14490	Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Clouage

<b>Essais</b>			
<b>Désignation</b>	<b>Norme</b>	<b>Observations</b>	
Béton	Essais pour béton frais	NF EN 12350-2	Essai d'affaissement
	Essais pour béton durci	NF EN 12390-3	Résistance à la compression des éprouvettes
Coulis	Coulis pour câbles de précontrainte - Méthodes d'essai	NF EN 445	Essai de fluidité - Méthode du cône
	Méthodes d'essais des ciments - Détermination des résistances	NF EN 196-1	Résistance à la compression
Boulons	Essai sur boulon au rocher	XP P94-444	Roche : Essai à effort contrôlé
	Essai sur boulon en sol meuble	NF EN ISO 22477-5	Essais de tirants d'ancrage
Pieu explosé	Équipements de protection contre les avalanches - Ancrages passifs ponctuels en sol meuble	NF P95-301	Méthode d'essais d'arrachement

Tableaux 25 : Liste des normes

# Chapitre 7 - Liste des guides et recommandations

Une fois les **Tableaux 6** du **paragraphe 1.8** remplis, ce paragraphe est à supprimer.

<b>Clauses générales</b>		
<b>Guide - Code</b>	<b>Désignation</b>	<b>Article</b>
Code du travail	Sécurité et protection de la santé physique et mentale des travailleurs	L4121-1
	Formation à la sécurité relative aux conditions d'exécution du travail	R4141-13 & R4141'14
	Conduite à tenir en cas d'accident ou de sinistre (formation à la sécurité)	R4323-3
	Dispositions particulières applicables à l'exécution de travaux temporaires en hauteur	R4323-64
Code de l'environnement	Traitement des déchets	R541-43
Fascicules du CCTG	Terrassements généraux	Fascicule 2
	Protection des ouvrages métalliques contre la corrosion	Fascicule 56
	Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages en béton armé suivant la méthode des états limites – BAEL 91 révisé 99	Fascicule 62 – Titre I
	Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil	Fascicule 62 – Titre V
	Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou précontraint	Fascicule 65
	Exécution des ouvrages de génie civil à ossature en acier	Fascicule 66
	Exécution des travaux de fondation des ouvrages de génie civil.	Fascicule 68
	Ouvrages d'assainissement – Réseaux	Fascicule 70 – Titre I
Ouvrages d'assainissement – Ouvrages de recueil, de restitution et de stockage des eaux pluviales	Fascicule 70 – Titre II	

<b>Guides et recommandation relatifs aux moyens</b>		
<b>Guide - Recommandation</b>	<b>Désignation</b>	<b>Éditeur</b>
Guide	Guide des travaux sur cordes	OPPBTP
	Hélicoptage – Guide de bonnes pratiques	OPPBTP
Recommandations	Convention de bonnes pratiques EU-ETT	SFETH
	Travaux hélicoptés – Prévention et maîtrise des risques. Recommandation R404	INRS



<b>Guides et recommandation relatifs à la gestion des chantiers et à la signalisation temporaire de chantier</b>		
<b>Gestion des déchets</b>		
<b>Guide – Recommandation</b>	<b>Désignation</b>	<b>Éditeur</b>
Fiche technique	Déchets des travaux publics (septembre 2017)	ADEME
<b>Gestion des chantiers</b>		
<b>Guide – Recommandation</b>	<b>Désignation</b>	<b>Éditeur</b>
Circulaire	Circulaire 96-14 du 6 février 1996, relative à l'exploitation sous chantier	
Guide technique	Signalisation temporaire – Volume 6 : Choix du mode d'exploitation – Minimiser la gêne due aux chantiers	Sétra
<b>Signalisation temporaire de chantier</b>		
<b>Guide – Recommandation</b>	<b>Désignation</b>	<b>Éditeur</b>
Arrêté	Arrêté du 24 novembre 1967 relatif à la signalisation des routes et autoroutes, modifié par les arrêtés du 16 mai 2001 11 février 2008, 10 avril 2009, 6 décembre 2011, 31 décembre 2012, 22 décembre 2014, 11 juin 2015, 31 juillet 2015, 23 septembre 2015, 8 janvier 2016 et 5 janvier 2017	
Instruction interministérielle	Instruction interministérielle sur la signalisation routière – 8 <sup>e</sup> partie : Signalisation temporaire – Arrêté du 6 novembre 1992 relatif à l'approbation de modifications de l'instruction interministérielle sur la signalisation routière (JO 30 janvier 1993), modifié par les arrêtés du 4 janvier 1995, 16 novembre 1998, 8 avril 2002, 31 juillet 2002, 11 février 2008, 10 avril 2009 et 6 décembre 2011. Guides et recommandations relatives au dimensionnement, à la réalisation et à la maintenance des ouvrages	
Guide technique	Signalisation temporaire – Manuel du chef de chantier – Volume 1 : Routes bidirectionnelles	Sétra
	Signalisation temporaire – Manuel du chef de chantier – Volume 2 : Routes à chaussées séparées	Sétra
	Signalisation temporaire – Manuel du chef de chantier – Volume 4 : Les alternats	Sétra
	Signalisation temporaire – Volume 5 : Conception et mise en œuvre des déviations	Sétra
	Signalisation temporaire – Volume 7 : Éléments de méthode pour la pose et la dépose de la signalisation – Chantiers sur routes à chaussées séparées	Sétra
	Signalisation temporaire – Volume 8 : Intervention d'urgence sur routes à chaussées séparées	Sétra
	Signalisation temporaire – Volume 10 : Interventions d'urgence sur routes bidirectionnelles	Cerema

<b>Guides et recommandation relatifs au dimensionnement, à la réalisation et à la maintenance des ouvrages</b>		
<b>Guides généraux</b>		
<b>Guide – Recommandation</b>	<b>Désignation</b>	<b>Éditeur</b>
Guide technique	Prise en compte du paysage dans les protections contre les chutes de matériaux rocheux	IFSTTAR
	Parades contre les instabilités rocheuses	LCPC
<b>Dimensionnement des ouvrages</b>		
<b>Guide – Recommandation</b>	<b>Désignation</b>	<b>Éditeur</b>
Recommandations	Recommandations CLOUTERRE pour la conception, le calcul, l'exécution et le contrôle des soutènements réalisés par clouage des sols (1991)	
	Additif aux Recommandations CLOUTERRE pour la conception, le calcul, l'exécution et le contrôle des soutènements réalisés par clouage des sols (2002)	
Guide technique	Protection contre les risques naturels – Ancrages passifs en montagne : conception, réalisation, contrôle, guide technique	MEDD – CEBTP - CEMAGREF
Guide méthodologique	Protection contre les instabilités rocheuses – Dimensionnement et exécution des boulons	Cerema
Recommandations	Écrans de filet pare-blocs dynamiques, recommandations pour leurs spécifications	Cerema
Guide technique	Recommandations pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel	LCPC

Guide	Guide pour la rédaction des pièces écrites des marchés - Prévention des désordres dus à l'alcali-réaction	Sétra
Guide technique	Fascicule 1 : Présentation des fascicules	ASQUAPRO
	Fascicule 2 : Glossaire béton projeté	
	Fascicule 3 : Mise en œuvre des bétons projetés	
	Fascicule 4 : Formulation des bétons projetés	
	Fascicule 5 - Parties A & B : Qualité du béton projeté	
	Fascicule 6 : Etat des connaissances sur le dimensionnement du béton projeté	
	Fascicule 8 : Utilisation des bétons projetés fibrés dans la réparation et le renforcement des structures	
Guide	Les techniques de réparation et de renforcement des ouvrages en béton - Fascicule 1 : Guide général	AFPC - SNBATI - STRRES
	Les techniques de réparation et de renforcement des ouvrages en béton - Fascicule 3 : Béton projeté	AFPC - SNBATI - STRRES
Guide technique	Maintenance des ouvrages de protection contre les instabilités rocheuses - Pathologie et gestion des ouvrages	LCPC

Dans le cadre du projet C2ROP, de nombreux guides ont été rédigés, notamment le guide relatif aux ouvrages déflecteurs. Ces guides ne sont pas mentionnés dans le Tableau ci-dessus. Le rédacteur du CCTP devra intégrer les références aux guides qu'il juge pertinents.

Guides et recommandation relatifs aux travaux de minage		
Guide - Recommandation	Désignation	Éditeur
Arrêté	Arrêté du 26 mai 1997 relatif à la création du certificat de préposé au tir (modifié par l'arrêté du 31 janvier 2000)	
	Arrêté du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières (modifié par les arrêtés du 5 mai 2010, 30 septembre 2016 et 24 avril 2017)	
Guide	Guide d'utilisation des explosifs en Travaux Publics	SYNDUEX

Tableaux 26 : Liste des guides et recommandations

# Chapitre 8 - Dénominations des ouvrages - Présentations des ouvrages à réaliser

Les paragraphes suivants proposent une méthode de dénomination des ouvrages ainsi qu'un exemple de présentation des ouvrages à réaliser objets du présent CCTP.

Une fois les ouvrages dénommés ce chapitre est à supprimer.

## 8.1. Proposition de dénomination des ouvrages

Type d'ouvrage	Dénomination type des ouvrages	Exemple de dénomination
<i>Ouvrages Déflecteurs</i>		
Déflecteur Pendu à nappe de grillage	DP« n° »-g	DP1-g
Déflecteur Pendu à nappe de filet	DP« n° »-f	DP3-f
Déflecteur Avaloir à nappe de grillage	DAv« n° »-g	DAv2-g
Déflecteur Avaloir à nappe de filet	DAv« n° »-f	DAv3-f
Déflecteur de Couloir à nappe de grillage	DC« n° »-g	DC8-g
Déflecteur de couloir à nappe de filet	DC« n° »-f	DC2-f
<i>Ouvrages Plaqués</i>		
Ouvrage plaqué à nappe de grillage	GP« n° »	GP3
Ouvrage plaqué à nappe de filet	FP« n° »	FP8
Écrans pare-blocs	Ec« n° »	EC8
Barrières grillagées	BG« n° »	BG2
Zone de boulons de confortement	Anc« n° »	Anc6
Echelle de perroquet	EP« n° »	EP1
Béton projeté	BP« n° »	BP2
Buton / Contrefort	B« n° »/C« n° »	B1 / C2
Traitement de zone d'érosion	Er« n° »	Er3
Zone de purges	P« n° »	P1
Zone de reprofilage	Rep« n° »	Rep2
Zone de rescindement / fragmentation	Res« n° »	Res3
Zone de minage	Min« n° »	Min6
Confinement de terrain	Conf« n° »	Conf1

Tableau 27 : Proposition de dénomination des ouvrages

## 8.2. Tableaux de référence du CCTP

### 8.2.1. Tableaux du Chapitre 1 - (hors Normes et Guides)

Le **Tableau 1** du **paragraphe 1.1** peut être établi sur le modèle de **Tableau 28** suivant :

Type d'ouvrage	Désignation de l'ouvrage	Dimensions / caractéristiques principales de l'ouvrage
Déflecteur Pendu à nappe de filet	DP1-f	$h * l : 20 * 15 \text{ m}$
	DP2-f	$h * l : 10 * 15 \text{ m}$
	...	...
Déflecteur Avaloir à nappe de grillage	DAv1-g	$h * l : 20 * 15 \text{ m}$ $h_{\text{poteaux}} : 3 \text{ m}$ 5 poteaux
	...	...
Déflecteur de Couloir à nappe de grillage	DC1-g	$h * l : 25 * 5 \text{ m}$
	...	...
Ouvrage Plaqué à nappe de grillage	GP1	$h * l : 10 * 10 \text{ m}$
	GP2	$h * l : 20 * 25 \text{ m}$ 4 boulons 28 mm scellés sur 4 m
	...	...
Ouvrage Plaqué à nappe de filet	FP1	$h * l : 15 * 15 \text{ m}$
	FP2	$h * l : 25 * 25 \text{ m}$ 6 boulons 25 mm scellés sur 3 m
	...	...
Écran pare-blocs	EC1	Caractéristiques principales : Niveau d'énergie efficace de l'ouvrage au MEL : 5 000 kJ Niveau d'énergie efficace de l'ouvrage au SEL : 1 500 kJ Hauteur efficace de l'ouvrage : 6 m Longueur efficace de l'ouvrage : 30 m (*) Allongement maximal autorisé de l'ouvrage : 8 m Emprise maximale de l'ouvrage : 44 m Caractéristiques secondaires : Hauteur résiduelle efficace : 3 m Emprise minimale de l'ouvrage : 16 m Doublage au grillage : OUI Poteau des écrans : Obturés en tête Classe de corrosivité atmosphérique : Classe 2 (**)
	EC2	Caractéristiques principales : Niveau d'énergie efficace de l'ouvrage au MEL : 3 000 kJ Niveau d'énergie efficace de l'ouvrage au SEL : 1 000 kJ Hauteur efficace de l'ouvrage : 5 m Longueur efficace de l'ouvrage : 60 m (*) Allongement maximal autorisé de l'ouvrage : 5 m Emprise maximale de l'ouvrage : 35 m Caractéristiques secondaires : Hauteur résiduelle efficace : 2.6 m Emprise minimale de l'ouvrage : 12 m Doublage au grillage : NON Poteau des écrans : Obturés en tête Classe de corrosivité atmosphérique : Classe 2 (**)
	EC3	Caractéristiques principales : Niveau d'énergie efficace de l'ouvrage au MEL : 1 500 kJ Niveau d'énergie efficace de l'ouvrage au SEL : 500 kJ Hauteur efficace de l'ouvrage : 3 m Longueur efficace de l'ouvrage : 90 m (*) Allongement maximal autorisé de l'ouvrage : 5 m Emprise maximale de l'ouvrage : 30 m Caractéristiques secondaires : Hauteur résiduelle efficace : 2.1 m Emprise minimale de l'ouvrage : 10 m Doublage au grillage : OUI Poteau des écrans : Obturés en tête Classe de corrosivité atmosphérique : Classe 2 (**)
	...	...

Barrière grillagée	BG1	l : 15 m h <sub>poteaux</sub> : 2 m 5 poteaux
	...	...
Zone de boulons de confortement	Anc1	6 boulons 25 mm scellés sur 3 m 8 boulons 32 mm scellés sur 4 m 4 boulons 28 mm scellés sur 3 m
	...	...
Échelle de perroquet	EP1	l : 18 m h <sub>poteau</sub> : 1 m 7 poteaux portée : 3 m
Zone de rescindement	Res1	1 bloc de 3 m <sup>2</sup> en bordure de crête 1 bloc de 0.5m <sup>2</sup> sur risberge intermédiaire
Zone de purge	P1	Falaise intermédiaire : ~ 900 m <sup>2</sup>
	...	
<p>(*) Le linéaire minimum de pose correspond à 3 modules, toutefois à l'appui de note technique basée sur les essais EAD, des linéaires inférieurs pourront être mis en œuvre.</p> <p>(**) Ces caractéristiques sont normées, se reporter aux <b>Tableaux 5</b> du <b>paragraphe 1.7</b>.</p> <p>Ce tableau n'est pas exhaustif quant à la diversité des ouvrages à réaliser. Il présente toutefois des exemples sur la plupart des ouvrages de protection contre les chutes de blocs.</p>		

Tableau 28 : Ouvrages neufs de protection contre les chutes de blocs à réaliser dans le cadre du présent marché de travaux

## 8.2.2. Tableaux du Chapitre 2

### 8.2.2.1. Béton - Caractéristiques complémentaires

La colonne « Caractéristiques complémentaires vis-à-vis de la durabilité » du **Tableau 7** du **paragraphe 2.5** doit être rempli à l'aide du **Tableau 29** ci-après.

#### 8.2.2.1.1. Caractéristique complémentaire « G » ou « G+S »

Prévention contre le gel/dégel

(« *Recommandations pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel* » - Guide technique 2003-LCPC / IFSTTAR)

Les bétons correspondants doivent faire l'objet des dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel/dégel. Le liant utilisé doit être conforme à la norme NF EN 197-1 et répondre aux caractéristiques du **Tableau 29** suivant :

Caractéristiques	Béton G	Béton G+S
Type et classe	CEM I ou CEM II/A et B (sauf cendres volantes) 42.5 ou 52.5	CEM I ou CEM II/A (S,D) PM ES ou SR 42.5 ou 52.5
Dosage minimal pour un béton armé ou précontraint 0/20	385 kg/m <sup>3</sup> (*)	
<p>(*) Pour ces bétons, le titulaire peut réduire les dosages en liant équivalent en dessous de 385 kg/m<sup>3</sup>, dans la limite de 350 kg/m<sup>3</sup> pour la classe XF3 et de 370kg/m<sup>3</sup> pour la classe XF4, sous réserve de justifier la résistance au gel interne par l'essai pertinent selon le degré de saturation en eau du béton (norme NF P18-424 ou NF P18-425). En cas de gel en présence de sels de déverglaçage, le titulaire doit également justifier la résistance à l'écaillage (XP P18-420).</p>		

Tableau 29 : Caractéristique complémentaire « G » ou « G+S »

#### 8.2.2.1.2. Caractéristique complémentaire « RAG » suivi de « B » ou « C »

Préventions contre des désordres liés à la réaction Alkali-granulats (RAG)

(FD P 18-464 :2014)

Les bétons correspondants doivent faire l'objet des dispositions particulières relatives à la prévention des désordres liés à l'alcali-réaction conformément au fascicule de documentation FD P 18-464:2014. La formule de béton ou mortier devra répondre aux dispositions préventives attachées au niveau indiqué.

**8.2.2.1.3. Caractéristique complémentaire « RSI » suivie de « Bs », « Cs », ou « Ds »**

Prévention contre la réaction sulfatique interne (RSI)

(Recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne» Guide Technique 2017-IFSTTAR)

Le titulaire précise les dispositions prises pour prévenir la réaction sulfatique interne du béton, en tenant compte des indications des «Recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne».

**8.2.2.2. Barres des boulons - Dimension des plaques d'appui**Le **Tableau 8** du **paragraphe 2.10** peut être établi sur le modèle du **Tableau 30** suivant :

Dimensions de la plaque	Diamètre maximal du boulon	Observations
150 x 150 x 10 mm	≤ 25 mm	Tout type d'ouvrage - Boulon peu sollicité
200 x 200 x 10 mm	≤ 32 mm	Tout type d'ouvrage - Boulon peu sollicité
200 x 200 x 20 mm	≤ 50 mm	Tout type d'ouvrage
Plaque à griffe		Selon prescriptions du fabricant

Tableau 30 : Dimension des plaques d'appui

**8.2.2.3. Barres des boulons - Diamètre / Limite élastique usuels des boulons passifs**Le **Tableau 9** du **paragraphe 2.10** peut être établi sur le modèle du **Tableau 31** suivant :

Type d'ouvrage	Destination de la barre	Diamètre de la barre (mm)	Limite élastique de la barre (kN)
Zone de boulons	Boulon de confortement	25	245,5
	Boulon de confortement	28	308
	Boulon de confortement	32	402
	Boulon de confortement	40	628
Déflecteur Pendu à nappe de grillage	Boulon de rive supérieure	28	308
	Boulon de rive inférieure	25	245,5
	Boulon de rive latérale	25	245,5
Déflecteur Pendu à nappe de filet	Boulon de rive supérieure	40	628
	Boulon de rive inférieure	28	308
	Boulon de rive latérale	28	308
Déflecteur Avaloir à nappe de grillage	Boulon de rive supérieure	32	402
	Boulon de rive inférieure	25	245,5
	Boulon de rive latérale	25	245,5
	Boulon de hauban amont	25	245,5
	Boulon de hauban aval	25	245,5
	Boulon de pied de poteau	25	245,5
Déflecteur Avaloir à nappe de filet	Boulon de rive supérieure	40	628
	Boulon de rive inférieure	28	308
	Boulon de rive latérale	28	308
	Boulon de hauban amont	32	402
	Boulon de hauban aval	32	402
	Boulon de pied de poteau	28	308
Ouvrage Plaqué à nappe de grillage	Boulon périphérique	25	245,5
	Boulon de plaquage	25	245,5
	Boulon de confortement	Voir valeurs ci-dessus	

Ouvrage Plaqué à nappe de filet	Boulon périphérique	32	402
	Boulon de plaquage	25	245,5
	Boulon de confortement	Voir valeurs ci-dessus	
Barrière grillagée	Boulon de rive	32	402
	Boulon de hauban amont	25	245,5
	Boulon de hauban aval	25	245,5
	Boulon de pied de poteau	25	245,5
Échelle de perroquet	Boulon de rive	32	402
	Pieux explosés	25	245,5

Tableau 31 : Diamètre / Limite élastique usuels des boulons passifs en fonction des ouvrages de destination

#### 8.2.2.4. Câbles métalliques- Diamètre / Résistance minimale à la traction des câbles

Le **Tableau 10** du **paragraphe 2.12** peut être établi sur le modèle du **Tableau 32** suivant :

Type d'ouvrage	Destination de la barre	Diamètre du câble (mm)	Résistance minimale à la traction du câble (kN)
Déflecteur Pendu à nappe de grillage	Câble de rive supérieure	16	160
	Câble de rive inférieure	12	90
	Câble de rive latérale	12	90
Déflecteur Pendu à nappe de filet	Câble de rive supérieure	20	230
	Câble de rive inférieure	12	90
	Câble de rive latérale	12	90
Déflecteur Avaloir à nappe de grillage	Câble de rive supérieure	16	160
	Câble de rive inférieure	12	90
	Câble de rive latérale	12	90
	Câble de hauban amont	12	90
	Câble de hauban aval	12	90
Déflecteur Avaloir à nappe de filet	Câble de rive supérieure	20	230
	Câble de rive inférieure	12	90
	Câble de rive latérale	12	90
	Câble de hauban amont	12	90
	Câble de hauban aval	12	90
Ouvrage Plaqué à nappe de grillage	Câble périphérique	16	160
	Câble de plaquage	10	60
Ouvrage Plaqué à nappe de filet	Câble périphérique	20	230
	Câble de plaquage	12	90
Barrière grillagée	Câble de rive supérieure	16	160
	Câble de rive intermédiaire	16	160
	Câble de rive inférieure	16	160
	Câble de hauban amont	12	90
	Câble de hauban aval	12	90
Échelle de perroquet	Câbles de rive	16	160

Tableau 32 Diamètre / Résistance minimale à la traction des câbles en fonction des ouvrages de destination

### 8.2.2.5. Filets métalliques – Caractéristiques minimales dimensionnelle et mécanique des filets

Le **Tableau 11** du **paragraphe 2.13** peut être établi sur le modèle du **Tableau 33** suivant :

Diamètre du cercle inscrit (mm)	Résistance minimale à la traction du fil (N/mm <sup>2</sup> )	Résistance minimale à la traction du filet (kN/m)	Type d'ouvrage de destination
80	1770	75	Ouvrage plaqué à nappe de filet Déflecteur pendu à nappe de filet Déflecteur avaloir à nappe de filet
200	1770	40	Ouvrages plaqués à nappes de filet
230	1770	220	Ouvrage plaqué à nappe de filet Déflecteur pendu à nappe de filet Déflecteur avaloir à nappe de filet
350	1380	210 en $\Phi$ 9 mm (toron) 370 en $\Phi$ 12 mm (toron)	
420	1380	630	

Tableau 33 : Caractéristiques minimales dimensionnelle et mécanique des filets en fonction des ouvrages de destination

### 8.2.2.6. Grillage simple / double torsion – Caractéristiques minimales dimensionnelle des grillages

Le **Tableau 12** du **paragraphe 2.14** peut être établi sur le modèle du **Tableau 34** suivant :

Diamètre du cercle inscrit (mm)	Diamètre du fil (mm)	Résistance minimale à la traction du fil (N/mm <sup>2</sup> )	Conformité du produit	Maille	Torsion	Type d'ouvrage de destination
40	2,5	500	NF EN 10223-6	carrée	simple	Barrière grillagée Grillage de doublage
50	2,7	500	NF EN 10223-6	carrée	simple	
48	2	1770	CE	rhomboïdale	simple	Déflecteur pendu à nappe de grillage Déflecteur avaloir à nappe de grillage Ouvrage plaqué à nappe de grillage Barrière grillagée Grillage de doublage Bavette d'écrans pare-blocs
60	2,7	500	NF EN 10223-3	hexagonale	double	
70	2,7	900	CE	rhomboïdale	simple	
70	4,5	900	CE	rhomboïdale	simple	
75	4	900	CE	rhomboïdale	simple	
80	2,7	500	NF EN 10223-3	hexagonale	double	
80	3,0	500	NF EN 10223-3	hexagonale	double	
100	2,7	500	NF EN 10223-3	hexagonale	double	
100	3,0	500	NF EN 10223-3	hexagonale	double	
101	2,0	1770	CE	Rhomboïdale	Simple	

Tableau 34 : Caractéristiques minimales dimensionnelle des grillages en fonction des ouvrages de destination

### 8.2.2.7. Filets métalliques en acier allié à haute limite élastique pour confinement de terrain - Caractéristiques minimales dimensionnelle et mécanique

Le **Tableau 14** du **paragraphe 2.19** peut être établi sur le modèle du **Tableau 35** suivant :

Diamètre du cercle inscrit (mm)	Résistance nominale à la traction du fil (MPa)	Résistance minimale à la traction du filet (kN/m)	Diamètre du fil constitutif (mm)	Épaisseur minimale de la protection anti-corrosion (g/m <sup>2</sup> )
48	1 770	85	2	125 (Classe B selon NF EN 10244-2)
48	1 770	85	2	125 (Classe B selon NF EN 10244-2)
65	1 770	150	3	255 (Classe A selon NF EN 10244-2)
65	1 770	150	3	255 (Classe A selon NF EN 10244-2)
65	1 770	150	3	150 (Classe B selon NF EN 10244-2)



65	1 770	150	3	150 (Classe B selon NF EN 10244-2)
63	1 770	250	4	150 (Classe B selon NF EN 10244-2)
63	1 770	250	4	150 (Classe B selon NF EN 10244-2)
70	900	60	2,7	≥ 245 (Classe A selon NF EN 10244-2)
70	900	205	4,5	≥ 300 (Classe A selon NF EN 10244-2)
75	900	100	3,4	≥ 265 (Classe A selon NF EN 10244-2)
75	900	135	4	≥ 300 (Classe A selon NF EN 10244-2)
75	900	170	4,5	≥ 300 (Classe A selon NF EN 10244-2)
80	1 770	250	4	150 (Classe B selon NF EN 10244-2)
80	1 770	250	4	150 (Classe B selon NF EN 10244-2)

Tableau 35 : Caractéristiques minimales dimensionnelles et mécaniques des filets pour confinement de terrain

**Nota** : Il existe d'autre type de grillage. Les exemples cités dans le **Tableau 35** ne sont pas exhaustifs.

### 8.2.3. Tableaux du Chapitre 3

Le **Tableau 18** du **paragraphe 3.2.10.6** peut être établi sur le modèle du **Tableau 36** suivant :

Ouvrage de destination	Fonction du boulon	Profondeur d'ancrage minimale
<b>Défecteur Pendu à nappe de grillage</b>		
...	Boulon de rive supérieure	2 m
	Boulon de rive inférieure	1,5 m
<b>Défecteur Pendu à nappe de filet</b>		
	Boulon de rive supérieure	3 m
	Boulon de rive inférieure	1,5 m
	Boulon de rive latéral	1 m
<b>Défecteur Avaloir à nappe de grillage</b>		
	Boulon de rive supérieure	2 m
	Boulon de hauban	2 m
	Boulon de rive inférieure	1,5 m
	Boulon de pied de poteau	2 m
	...	...
<b>Défecteur Avaloir à nappe de filet</b>		
	Boulon de rive supérieure	3 m
	Boulon de hauban	2 m
	Boulon de rive inférieure	1,5 m
	Boulon de pied de poteau	1,5 m
	Boulon de rive latéral	1,5 m
	...	...
<b>Défecteur de couloir à nappe de filet</b>		
	Boulon de rive supérieure	3 m
	Boulon de câble de suspension	3 m
	Boulon de rive latérale	1 m
	...	...

Tableau 36 : Profondeur minimale des boulons pour ouvrages défecteurs

© 2020 - Cerema

Le Cerema, l'expertise publique pour le développement et la cohésion des territoires.

Le Cerema est un établissement public qui apporte un appui scientifique et technique renforcé dans l'élaboration, la mise en oeuvre et l'évaluation des politiques publiques de l'aménagement et du développement durables. Centre de ressources et d'expertise, il a pour vocation de produire et de diffuser des connaissances et savoirs scientifiques et techniques ainsi que des solutions innovantes au coeur des projets territoriaux pour améliorer le cadre de vie des citoyens. Alliant à la fois expertise et transversalité, il met à disposition des méthodologies, outils et retours d'expérience auprès de tous les acteurs des territoires : collectivités territoriales, services de l'État et partenaires scientifiques, associations et particuliers, bureaux d'études et entreprises.

Toute reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement du Cerema est illicite (loi du 11 mars 1957). Cette reproduction par quelque procédé que se soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Coordination et suivi d'édition › Cerema Infrastructures de transport et matériaux, Département de la valorisation technique, Pôle édition multimédia.

Mise en page › Cerema

Illustration couverture › © CD73

Décembre 2020

ISBN : 978-2-37180-495-1

ISSN : 2276-0164

**Gratuit**

**Éditions du Cerema**

Cité des mobilités

25 avenue François Mitterrand

CS 92803

69674 Bron Cedex

Pour commander nos ouvrages › [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)

Pour toute correspondance › Cerema - Bureau de vente - 2 rue Antoine Charial - CS 33927 - 69426 Lyon Cedex 03

ou par mail › [bventes@cerema.fr](mailto:bventes@cerema.fr)

**[www.cerema.fr](http://www.cerema.fr) › Nos publications**



## La collection « Références » du Cerema

Cette collection regroupe l'ensemble des documents de référence portant sur l'état de l'art dans les domaines d'expertise du Cerema (recommandations méthodologiques, règles techniques, savoir-faire...), dans une version stabilisée et validée. Destinée à un public de généralistes et de spécialistes, sa rédaction pédagogique et concrète facilite l'appropriation et l'application des recommandations par le professionnel en situation opérationnelle.

## Cahier des Clauses Techniques Particulières

### Cahier des charges type pour les travaux de protection contre les éboulements rocheux

Ce document type a pour objectif de fournir aux maîtres d'ouvrages un support pour la rédaction de leurs Cahiers des Clauses Techniques Particulières relatifs aux travaux de protection contre les éboulements rocheux. Ce document ne vient pas se substituer au travail du maître d'œuvre mais il constitue une base utile dans sa réflexion pour l'établissement du marché de travaux. Ce document est plutôt orienté vers la protection des infrastructures routières ; pour d'autres types de marchés de travaux, des adaptations devront être envisagées. Il ne traite pas de l'ensemble des travaux de protection contre les chutes de blocs, mais il aborde l'essentiel des dispositions de protection.

## Sur le même thème, les autres publications du Projet C2ROP

### Axe Aléas

Glossaire du risque rocheux

Caractérisation de l'aléa éboulement rocheux : Etat de l'art

### Axe Parades

Merlons pare-blocs : Recommandations pour la conception, le suivi de réalisation et la maintenance

Les Ouvrages Déflecteurs : Guide technique

Surveillance instrumentale pour la gestion du risque rocheux : Recommandations

### Axe Risque

Prise en compte des risques rocheux par les Maîtres d'Ouvrage gestionnaires d'infrastructures : Recommandations

Cahier des charges type pour l'étude de l'aléa éboulement rocheux et la définition des travaux

Cahier des charges type pour les travaux de protection contre les éboulements rocheux

Mémento des ouvrages de protection contre les éboulements rocheux : Maintenance et Coûts

Aide à la formalisation de retours d'expérience à la suite d'un événement rocheux sur infrastructures de transport : Note méthodologique

Aménagement et cohésion des territoires - Ville et stratégies urbaines - Transition énergétique et climat - Environnement et ressources naturelles - Prévention des risques - Bien-être et réduction des nuisances - Mobilité et transport - Infrastructures de transport - Habitat et bâtiment

Gratuit

ISSN : 2276-0164

ISBN : 978-2-37180-495-1



9 782371 804951

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement - [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)

Infrastructures de transport et matériaux - 110 rue de Paris - 77171 Sourdun - Tél. +33 (0)1 60 52 31 31

Siège social : Cité des mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron Cedex - Tél. +33 (0)4 72 14 30 30