

**MARCHÉ PUBLIC DE TRAVAUX**  
**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICU-**  
**LIÈRES**  
**(C.C.T.P.)**

**Maître d'Ouvrage :**  
**MINISTÈRE CHARGÉ DES TRANSPORTS**  
DIR Sud-Ouest

**Objet du Marché :**  
**Mise en sécurité du réseau routier national**  
**de la DIR Sud-Ouest**  
**vis-à-vis de l'aléa rocheux et de l'aléa avalanche**

# Sommaire

---

<b>1. OBJET DU MARCHÉ – DISPOSITIONS GÉNÉRALES.....</b>	<b>6</b>
1.1. OBJET DU MARCHÉ.....	6
1.2. LOCALISATION DES TRAVAUX.....	6
1.3. CONSISTANCE DES TRAVAUX.....	6
1.3.1. Généralités.....	6
1.3.2. Travaux faisant l'objet du présent marché.....	8
1.4. SUJÉTIONS DUES À LA CIRCULATION DES ENGINS DE CHANTIER.....	9
1.5. RENCONTRE DE RÉSEAUX DE TOUTES NATURES.....	10
1.6. MESURES DE SÉCURITÉ ET PRÉCAUTIONS À PRENDRE AU VOISINAGE DES LIGNES ÉLECTRIQUES.....	10
1.7. SÉCURITÉ DES INSTALLATIONS DE CHANTIER.....	11
1.8. MINAGE : RÈGLES GÉNÉRALES – SÉCURITÉ - RESPONSABILITÉ.....	11
1.8.1. Maîtrise des dispositions relatives au micro-minage et à l'environnement (délimitation du périmètre sensible).....	11
1.8.1.1. Vibrations.....	11
1.8.1.2. Projections.....	12
1.8.1.3. Suppression aérienne .....	12
1.9. PRÉ-ÉTUDE D'EXÉCUTION.....	12
<b>2. PRÉPARATION ET ORGANISATION DU CHANTIER.....</b>	<b>14</b>
2.1. STIPULATIONS PRÉLIMINAIRES.....	14
2.2. DOCUMENTS À FOURNIR PAR L'ENTREPRENEUR.....	14
2.2.1. Dispositions générales.....	14
2.2.2. Liste des documents à fournir.....	14
2.2.2.1. Programme d'exécution des travaux.....	14
2.2.2.2. Sécurité et protection de la santé.....	14
2.2.2.3. Intempéries.....	15
2.2.2.4. Plan d'Assurance Qualité – Généralité.....	15
2.2.2.5. Composition générale du PAQ.....	15
2.2.2.6. Contrôle interne aux travaux relatifs aux renforts passifs (clouages, boulonnages, renforts passifs).....	15
2.2.2.7. Contrôle externe aux travaux.....	15
2.2.2.8. Contrôle extérieur aux travaux.....	16
2.2.2.9. Points d'arrêt et points critiques.....	16
2.2.2.10. Procédures d'exécution.....	17
2.2.2.11. Documents de suivi du contrôle interne.....	19
2.2.2.12. Programme des études d'exécution.....	19
2.2.2.13. Étude d'exécution.....	20
2.2.2.14. Bases des études d'exécution.....	20
2.2.2.15. Textes réglementaires et règlements de calcul.....	21
2.2.2.16. Dossier d'ouvrage conforme à l'exécution (DOE).....	21
<b>3. SPÉCIFICATIONS DES MATÉRIAUX.....</b>	<b>22</b>
3.1. GÉNÉRALITÉS.....	22
3.2. CONFORMITÉ AUX NORMES, MARQUES ET AVIS TECHNIQUES FRANÇAIS.....	22
3.2.1. Possibilités d'équivalence.....	22
3.2.2. Acceptation ou refus du Maître d'Œuvre d'une équivalence.....	22
3.3. FOURNITURE DES MATÉRIAUX À INCORPORER AUX OUVRAGES.....	23
3.4. PROVENANCE DES MATÉRIAUX.....	23
3.5. MATÉRIAUX DE PROTECTION DE CHAUSSÉE ET DE PARAPET.....	24
3.6. PROTECTION DES USAGERS DE LA CIRCULATION.....	24
3.7. PROTECTION CONTRE LA CORROSION.....	25
3.7.1. Milieu.....	25
3.7.2. Galvanisation.....	25
3.7.3. Aspect de surface.....	25
3.8. PRODUITS DE SCELLEMENT POUR RENFORTS PASSIFS.....	25
3.8.1. Coulis d'injection.....	25
3.8.2. Assurance de la qualité des produits de scellement.....	26
3.8.3. Stockage des produits de scellement.....	26
3.8.4. Adjuvants.....	26
3.8.5. Canules.....	26
3.8.6. Gaines géotextiles.....	26

3.9.	BÉTON.....	26
3.9.1.	Transport et manutention des bétons.....	26
3.9.2.	Définitions des bétons.....	26
3.10.	BÉTON PROJETÉ.....	27
3.10.1.	Caractères spécifiés pour le béton :.....	27
3.10.2.	Valeur de résistance requise pour le béton :.....	27
3.10.3.	Consistance.....	27
3.10.4.	Composition des bétons.....	27
3.10.5.	Assurance de la qualité du béton projeté.....	28
3.10.6.	Treillis soudé.....	28
3.10.7.	Drains subhorizontaux.....	28
3.11.	CIMENT EXPANSIF.....	28
3.12.	BARRES RENFORT PASSIF.....	28
3.13.	RENFORT PASSIF À CÂBLES.....	29
3.14.	CÂBLES MÉTALLIQUES.....	29
3.15.	FILETS.....	29
3.15.1.	Filets à câbles métalliques.....	29
3.15.2.	Filets métalliques à anneaux (1+6).....	30
3.15.3.	Filets acier allié à haute limite élastique.....	30
3.16.	GRILLAGES DOUBLE TORSION.....	30
3.16.1.	Caractéristiques géométriques.....	30
3.16.2.	Garantie et qualité du produit.....	30
3.16.3.	Caractéristiques des fils et des agrafes utilisés.....	30
3.16.4.	Charge de rupture et allongement.....	32
3.17.	« GRILLAGE » ACIER ALLIÉ À HAUTE LIMITE ÉLASTIQUE.....	32
3.18.	ÉCRANS DE FILET PARE-BLOCS DYNAMIQUES.....	32
3.18.1.	Caractéristiques.....	32
3.18.2.	Capacité d'arrêt.....	33
3.18.3.	Justifications techniques.....	33
3.18.4.	Fondation.....	33
3.18.5.	Bavettes de filet de pied d'écran.....	34
3.18.6.	Doublage par grillage.....	34
3.18.7.	Marquage.....	34
3.18.8.	Notice d'entretien.....	34
3.18.9.	Entretien des écrans pare-blocs.....	34
3.19.	BARRIÈRE FIXE/DYNAMIQUE D'ÉNERGIE < 100 KJ AVEC ETA.....	34
3.19.1.	Caractéristiques.....	34
3.19.2.	Capacité d'arrêt.....	35
3.19.3.	Justifications techniques.....	35
3.19.4.	Fondation.....	35
3.20.	BARRIÈRES FIXES GRILLAGÉES.....	35
3.21.	ENROCHEMENTS ET DISPOSITIFS MODULAIRES DE SOUTÈNEMENT.....	36
3.21.1.	Enrochements.....	36
3.21.2.	Dispositifs modulaires de soutènement.....	36
3.22.	ACCASTILLAGE.....	36
3.22.1.	Serre-câbles.....	36
3.22.2.	Cosse-cœurs et terminaisons manchonnées.....	36
3.22.3.	Manilles.....	37
3.23.	CROIX DE SAINT-ANDRÉ.....	37
3.24.	MATÉRIAUX DIVERS NON DÉNOMMÉS.....	37
3.25.	MATÉRIAUX UTILISÉS POUR LE TRAITEMENT DES ZONES D'ÉROSION SUPERFICIELLES/PROTECTION CONTRE LE RAVINEMENT.....	37
<b>4.</b>	<b>MODE D'EXÉCUTION DES TRAVAUX.....</b>	<b>38</b>
4.1.	INSTALLATION DE CHANTIER.....	38
4.2.	CIRCULATION ET SIGNALISATION DE CHANTIER.....	38
4.3.	DISPOSITIONS DE PROTECTION PROVISOIRE DES USAGERS DE LA ROUTE.....	39
4.4.	DISPOSITIONS DE PROTECTION PROVISOIRE DES OCCUPANTS DU BÂTI.....	39
4.5.	DISPOSITIONS DE PROTECTION PROVISOIRE DES USAGERS DES CHEMINS, DES VOIES.....	39
4.6.	PIQUETAGE GÉNÉRAL ET PIQUETAGES SPÉCIFIQUES.....	39
4.7.	MATÉRIAUX DE PROTECTION DE CHAUSSÉE ET DE PARAPET.....	39
4.8.	TRAVAUX DE DÉBROUSSAILLAGE ET D'ABATTAGE D'ARBRE.....	40
4.9.	TRAVAUX DE PURGES.....	41
4.9.1.	Purges manuelles.....	41
4.9.2.	Purges par ciment expansif.....	41
4.9.3.	Purges par « micro-minage ».....	41
4.9.4.	Purges mécaniques.....	42

4.9.5.	<i>Propagation des éléments de purges</i> .....	42
4.10.	ÉVACUATION DES PRODUITS DE PURGES ET DE DÉVÉGÉTALISATION.....	42
4.11.	EXÉCUTION DES RENFORTS PASSIFS (BOULONNAGE ET CLOUAGE).....	43
4.11.1.	<i>Généralités</i> .....	43
4.11.2.	<i>Exécution des forages</i> .....	44
4.11.3.	<i>Scellement des renforts passifs</i> .....	44
4.11.4.	<i>Scellement dans les zones fracturées</i> .....	46
4.12.	BOULONNAGES PAR RENFORTS PASSIFS.....	46
4.13.	RENFORTS PASSIFS POUR ESSAIS.....	46
4.14.	APPLICATION DE LA PROTECTION ANTICORROSION.....	47
4.15.	MISE EN ŒUVRE DU BÉTON PROJETÉ.....	47
4.15.1.	<i>Préparation des surfaces</i> .....	47
4.15.2.	<i>Armatures</i> .....	47
4.15.3.	<i>Mise en œuvre</i> .....	47
4.15.4.	<i>Matériel de projection</i> .....	47
4.15.5.	<i>Projection</i> .....	48
4.15.6.	<i>Cure du béton</i> .....	48
4.15.7.	<i>Projection par temps froid</i> .....	48
4.15.8.	<i>Contrôle de la qualité du béton projeté</i> .....	48
4.15.9.	<i>Épreuve de contrôle</i> .....	49
4.15.10.	<i>Exécution des drains</i> .....	49
4.16.	FILETS GÉNÉRALITÉS.....	49
4.16.1.	<i>Filets à câbles métalliques</i> .....	49
4.16.2.	<i>Le dimensionnement des filets à câbles est défini dans l'étude d'exécution, basé sur l'étude géotechnique validée par le Maître d'Œuvre</i> .....	49
4.16.3.	<i>Filets métalliques à anneaux (1+6)</i> .....	49
4.16.4.	<i>Filets à câbles d'acier à haute limite élastique</i> .....	50
4.17.	GRILLAGES PLAQUÉS DOUBLE TORSION.....	50
4.18.	GRILLAGES ACIER ALLIÉ À HAUTE LIMITE ÉLASTIQUE.....	51
4.19.	GRILLAGES PENDUS.....	52
4.20.	ÉCRANS PARE-BLOCS.....	53
4.20.1.	<i>Généralités</i> .....	53
4.20.2.	<i>Notice d'entretien</i> .....	54
4.20.3.	<i>Identification de l'ouvrage</i> .....	54
4.20.4.	<i>Remplacement de dissipateurs d'énergie sur écrans pare-blocs existants</i> .....	54
4.20.5.	<i>Remplacement de poteaux sur écrans pare-blocs existants</i> .....	54
4.20.6.	<i>Remplacement de panneaux d'interception sur écrans pare-blocs existants</i> .....	54
4.21.	BARRIÈRE FIXE/DYNAMIQUE INFÉRIEURE À ÉNERGIE DE 100 KJ.....	54
4.22.	BARRIÈRES FIXES GRILLAGÉES.....	55
4.23.	MISE EN ŒUVRE DE DISPOSITIFS MODULAIRES DE SOUTÈNEMENT.....	55
4.24.	RÉPARATION DES DÉCHIRURES.....	55
4.25.	DÉPOSE DE NAPPES EXISTANTES.....	56
4.26.	REMPLACEMENT DES LESTS PAR CÂBLES DE PIED.....	56
4.27.	ACCASTILLAGE.....	56
4.27.1.	<i>Serre-câbles</i> .....	56
4.27.2.	<i>Cosse-cœurs</i> .....	56
4.27.3.	<i>Manilles</i> .....	56
4.28.	ÉPUISEMENTS.....	56
4.29.	TRAITEMENT DES ZONES D'ÉROSION SUPERFICIELLES/PROTECTION CONTRE LE RAVINEMENT.....	56
4.30.	RÉPARATION D'OUVRAGES PARAVALANCHES.....	57
5.	ANNEXES.....	59
5.1.	LISTE DES NORMES UTILISÉES DANS LE PRÉSENT C.C.T.P.....	59
5.2.	SCHÉMA DE PRINCIPE DU GRILLAGE PLAQUÉ.....	63
5.3.	SCHÉMA DE PRINCIPE DE TÊTES DE RENFORT PASSIF DE GRILLAGE HLE.....	64
5.4.	SCHÉMA DE PRINCIPE CROIX DE SAINT-ANDRÉ.....	64



# **1. OBJET DU MARCHÉ – DISPOSITIONS GÉNÉRALES**

## **1.1. Objet du marché**

**La Direction Interdépartementale des Routes du Sud-Ouest**, eu égard aux préoccupations de sécurité concernant les routes nationales de sa zone d'action, situées en aval de falaises versants et couloirs d'avalanches, a décidé de programmer un ensemble de travaux visant la mise en sécurité de ces voies.

Le marché régi par le présent cahier des clauses techniques particulières est un marché de travaux pour la mise en sécurité des falaises et versants situés le long des routes nationales gérées par la DIR Sud-Ouest.

Ces travaux se composent de :

- la réalisation d'une pré-étude sur un secteur défini par le maître d'Œuvre ;
- l'établissement d'un DESC et d'un plan de gestion de la sécurité lors des travaux ;
- la réalisation de purges manuelles sur les zones référencées dans l'étude ;
- la réalisation de purges par micro-minage ;
- la préparation des parois et des crêtes par dévégétalisation et abattage d'arbres ;
- la pose ou la maintenance de grillage double torsion pendu ou plaqué ;
- la pose ou la maintenance de filets acier allié haute limite élastique, de filets de type ASM et de filets de câbles, pendu ou plaqué, pour confortement des falaises ;
- le clouage et le placage par renforts passifs sub-horizontaux, sub-verticaux voire en plafond ;
- le ceinturage par des câbles ;
- la fourniture, la pose d'écrans pare-blocs et leur doublage par grillage ;
- la réalisation de merlons, butons, bétons projetés, enrochements et gabions ;
- l'évacuation des produits de purges et de dévégétalisation ;
- la réparation de dispositifs existants.

## **1.2. Localisation des travaux**

Les routes gérées par la DIR Sud-Ouest :

- principalement sur le secteur de montagne, au-dessus d'Aix les Thermes jusqu'à Latour de Carol ;
- également sur la RN 20 entre Pamiers et Aix les Thermes, sur la RN 320, la RN 22 et sur la RN 125.

## **1.3. Consistance des travaux**

### **1.3.1. Généralités**

Le marché comprend, outre les travaux, toutes les procédures, fournitures et préparations nécessaires à leur réalisation, notes de calculs ainsi que la production des plans d'exécution de chacun des dispositifs de protection, de leur implantation, et la remise au maître d'ouvrage d'un dossier d'ouvrage conforme à l'exécution (DOE). L'entreprise devra également établir le Dossier d'Exploitation Sous Chantier (DESC) et définir les moyens de protection les plus adaptés pour la route et les personnes.

Compte-tenu de la situation des zones de travaux à proximité des routes nationales, l'entrepreneur est tenu d'examiner les lieux et de s'assurer par lui-même des conditions existantes dans lesquelles il devra travailler. À ce sujet aucune tolérance ne sera admise ultérieurement pour toute erreur ou négligence de la part de l'entrepreneur mettant en danger les personnes (personnel du chantier, usagers de la route et de ces environs). Dans ces conditions, l'entrepreneur demeure entièrement responsable des dégâts provoqués.

Ponctuellement ces axes routiers peuvent faire l'objet de travaux en agglomération avec des emprises réduites. Toutes dispositions seront prises pour permettre la libre circulation en dehors des horaires de chantier.

La remise en état en cas de dégradations avérées et toutes indemnités éventuelles pour trouble de jouissance seront à la charge de l'Entrepreneur. En cas de sous-traitance, toute entreprise proposée, sera considérée comme ayant pris connaissance du présent CCTP.

Les plans des réseaux existants (eau, gaz, électricité, PTT, eaux pluviales ou usées, etc.) éventuellement fournis par le Maître d'Œuvre, le sont à titre indicatif. L'entrepreneur fera son affaire de leur validation auprès des concessionnaires (DICT). La découverte de réseaux divers non signalés sur les documents précités ainsi que toutes les interventions, notamment manuelles, qui en découleront ne pourront en aucun cas donner matière à réclamation de la part de l'entrepreneur.

D'une manière générale les travaux font référence :

- Aux **fascicules** :
  - ✓ **56** protections des ouvrages métalliques contre la corrosion ;
  - ✓ **65** exécutions des ouvrages de génie civil en béton armé ou précontraint ;
  - ✓ **66** exécutions des ouvrages de génie civil à ossature en acier ;
  - ✓ **68** exécutions des travaux de fondation des ouvrages de génie civil ;
  - ✓ **70** ouvrages d'assainissement.
- Aux **guides techniques** :
  - ✓ Du LCPC de mai 2001 « Parades contre les instabilités rocheuses » ;
  - ✓ Du LCPC de décembre 2003 « recommandations pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel » pour ce qui concerne les bétons projetés ;
  - ✓ Du LCPC de juin 2004 « Les études spécifiques d'aléa lié aux éboulements rocheux » ;
  - ✓ Du LCPC de décembre 2009 « Maintenance des ouvrages de protection contre les instabilités rocheuses – Pathologies et gestion des ouvrages » ;
  - ✓ Du LCPC de janvier 2010 « État de l'art sur le dimensionnement des dispositifs de protection contre les chutes de blocs » ;
  - ✓ De la note d'information du Cerema d'août 2014 « Écrans de filet pare-blocs dynamiques - Recommandations pour leurs spécifications » ;
  - ✓ De l'IFSTTAR de mai 2016 « Prise en compte du paysage dans les protections contre les chutes de matériaux rocheux » ;
  - ✓ Du Cerema de juin 2017 : « Protection contre les instabilités rocheuses - Dimensionnement et exécution des boulons » (Cerema, 2017) ;
  - ✓ Du Cerema de juillet 2017 « Sécurisation des projets d'infrastructures linéaires de transports, volet espèces protégées » ;
  - ✓ Du Cerema - C2ROP de mai 2020 « Glossaire du risque rocheux » ;
  - ✓ Du Cerema-C2ROP d'août 2020 « Caractérisation de l'aléa éboulement rocheux » ;
  - ✓ Du Cerema - C2ROP d'août 2020 « Les ouvrages déflecteurs » ;
  - ✓ Du Cerema – C2ROP d'octobre 2020 « Recommandations pour la conception, le suivi de réalisation et l'exploitation des dispositifs de protection par merlons pare-blocs » ;
  - ✓ Du Cerema-C2ROP de décembre 2020 « Cahier des Clauses Techniques Particulières - Cahier des charges type pour les travaux de protection contre les éboulements rocheux » ;
  - ✓ Du Cerema-C2ROP de février 2021 « Cahier des charges techniques pour la réalisation d'études de l'aléa éboulement rocheux et définition de travaux » ;
  - ✓ Du Cerema-C2ROP de décembre 2021 « Mémento des ouvrages de protection contre les éboulements rocheux – Maintenance et coûts » (Cerema-C2ROP, 2021) ;
  - ✓ le guide de l'ONF-RTM « diagnostic et maintenance des filets de protection contre les avalanches » (ONF-RTM – 2014) ;
- Aux Eurocodes.
- Aux normes Internationales (ISO), européennes (EN) et françaises (NF).

- Au manuel : « signalisation temporaire, routes bidirectionnelles, manuel du chef de chantier ». Édition du SETRA dans la collection référence.

### 1.3.2. Travaux faisant l'objet du présent marché

#### **Les travaux généraux comprennent :**

- L'établissement d'un DESC (dossier d'exploitation sous chantier) sur lequel seront basés les arrêtés de circulation et les protections à mettre en œuvre ;
- L'obtention des arrêtés et leur mise en œuvre pour les coupures ponctuelles des voies en liaison avec le MOE ;
- L'établissement et la mise à jour périodique du programme d'exécution des travaux et du calendrier d'exécution des ouvrages ;
- L'établissement des notes de calculs afférentes aux travaux projetés ;
- L'amenée, l'installation et le repli du matériel de chantier, y compris la remise en état des lieux en fin de chantier ;
- La mise en place et la dépose en fin de chantier des clôtures et barrières de chantier, et du balisage éventuel, ainsi que des dispositifs qui auront été mis en place pour protéger les infrastructures routières et le bâti ;
- Toutes les mesures à prendre pour assurer la sécurité des riverains au cours des travaux, y compris toutes fournitures et mises en œuvre correspondantes ;
- La fourniture, la mise en place, l'entretien et la dépose en fin de chantier de la signalisation temporaire nécessaire au chantier ;
- Les piquetages spécifiques et implantations complémentaires du piquetage général ;
- Le nettoyage du terrain dans l'environnement des ouvrages à réaliser, y compris l'évacuation de tous résidus sur les lieux de décharges agréés ;
- Les ouvrages de toutes natures nécessaires pour assurer l'écoulement des eaux de ruissellement pendant toute la durée des travaux et en fin de chantier ;
- Tous les aménagements provisoires nécessaires pour assurer en permanence d'une part, l'accès des riverains, et d'autre part, la sécurité des piétons et des véhicules sur les itinéraires maintenus en service au droit et à proximité des travaux.

#### **Les principaux travaux à réaliser :**

- Installation de chantier comprenant : chargement, déchargement, transport, amenée à pied d'œuvre, déplacement sur le chantier de tout le matériel, engins, dispositifs de toutes natures permettant l'amenée à flanc de falaise et la mise en œuvre des éléments de renfort passif, des matériaux, outillage, etc., repli en fin de chantier et remise en état des lieux ;
- Fourniture et mise en œuvre des dispositifs de signalisation et de protection de chantier ;
- Fourniture et mise en place de protections visant à protéger la RN et du bâti lors des travaux,
- Fourniture d'une protection d'écrans mobiles provisoires () de protection de la chaussée ;
- Mise en sécurité de la zone aval des travaux ;
- Débroussaillage et aménagement des zones de travail et des accès ;
- Débroussaillage des versants et abattage d'arbres pouvant mettre en cause la stabilité de masses rocheuses et le bon fonctionnement des parades ;
- Purges manuelles générales de l'ensemble des zones définies par le Maître d'Œuvre ;
- Évacuation des produits de purges et de débroussaillage, pour ces derniers après broyage ;
- Destruction à l'explosif de blocs et masses identifiés dans les études et, en accord avec le Maître d'Œuvre, ceux qui pourraient être reconnus lors des purges ;
- Fourniture et mise en place de câbles pour la contention des masses reconnues instables ;
- Fourniture et mise en place de nappes de filets de câbles ou HLE pour emmailloter des masses rocheuses ;
- Fourniture et mise en place de nappes de filets à anneaux (1+6) type ASM ou équivalents, pour emmailloter des éperons rocheux ;

- Fourniture et mise en place de grillage double torsion en doublage des filets d'écrans ainsi qu'en contention de paroi ;
- Fourniture et mise en œuvre de géogrilles/géotextiles pour traitement des zones d'érosions superficielles, protection contre le ravinement, re végétalisation.
- Fourniture et exécution de renforts passifs pour la fixation et le placage des différents dispositifs ;
- Fourniture et exécution de renforts passifs pour le boulonnage de masses rocheuses reconnues instables lors des purges ;
- Fourniture et mise en place d'écrans déformables à dissipation d'énergie ou de barrières fixes ;
- Fourniture et mise en œuvre de béton projeté pour sécurisation de parois rocheuses ;
- Fourniture et mise en œuvre de béton pour création de buton, contreforts ou de comblement sous parois rocheuses ;
- Terrassement préparatoire de la plate-forme d'écran pare blocs ;
- Pose d'écran pare-blocs de classes définies par l'étude préalablement réalisée ;
- Fourniture et mise en œuvre de croix de Saint-André ;
- Éventuellement fourniture et mise en place de repères de surveillance sur des confortements rocheux suivant les spécifications et implantations définies par le Maître d'Œuvre ;
- La mise en place de prismes, de bornes avec prismes et de stations fixes pour relevés topographiques ;
- La réparation d'ouvrages paravalanches (remplacements de poteaux, filets, traverses bois, câbles et pièces d'accastillages diverses)
- D'une manière générale, tous les travaux et fournitures ainsi que les études d'exécution nécessaires à la réalisation complète du projet tel qu'il est défini par le Maître d'Œuvre.

De plus, il est spécifié :

- a) Que sont à la charge de l'entreprise :
  - La protection des personnes et des biens et en particulier de la route nationale et des ouvrages attenants ;
  - La fourniture et la mise en œuvre de la signalisation de chantier ;
  - Les études de formulation, les épreuves de convenance, de contrôle et d'information sur les renforts passifs, les produits de scellement des renforts passifs, l'accastillage, les écrans et toutes autres fournitures.
- b) Tous les essais définis dans le présent CCTP, dans les divers fascicules du CCTG ainsi que dans le PAQ seront réalisés conformément aux normes homologuées ou procédures expérimentales (NF, EN, ISO, EAD).

L'entrepreneur devra fournir à ses frais les matériaux nécessaires aux essais réalisés dans le cadre du contrôle extérieur (éprouvettes 4 x 4 x 16 mm du coulis de scellement, accastillages et toutes autres fournitures). Durant la période de préparation, l'entrepreneur remettra au Maître d'Œuvre, dans le cadre de son PAQ, une note indiquant les dispositions adoptées pour réaliser les essais à sa charge. Cette note spécifie d'une part les moyens du laboratoire de l'entreprise, d'autre part le recours à des sous-traitants.

#### **1.4. Sujétions dues à la circulation des engins de chantier**

L'entrepreneur, titulaire du présent marché, devra coordonner ses travaux avec les titulaires d'autres marchés exécutés, le cas échéant, dans le même secteur géographique ainsi qu'avec les éventuels concessionnaires.

L'entrepreneur sera responsable des conséquences des travaux effectués sous circulation ou aux abords de la circulation et il mettra en place toute signalisation de chantier (prescriptions, direction, signalisation tricolore) nécessaires pour garantir la sécurité des usagers, conformément à la réglementation en vigueur et au manuel : « signalisation temporaire, routes bidirectionnelles, manuel du chef de chantier » édition du SETRA.

Les dispositifs de sécurité et la signalisation seront validés par le Maître d'Œuvre au préalable (DESC).

L'entretien, la maintenance et le gardiennage de la signalisation ainsi que des dispositifs de sécurité seront à la charge de l'entrepreneur pendant toute la durée du chantier.

L'entrepreneur prendra toutes précautions pour limiter au maximum les chutes de matériaux ou les dépôts de boues sur les voies publiques empruntées par son matériel. Il effectuera en permanence les nettoyages et brossages nécessaires des sorties de chantier ou d'aires de stockage ainsi que le lavage des pneus des engins et camions. Les dépenses correspondantes sont entièrement à sa charge.

L'entrepreneur aura en charge l'installation de protections (glissières GBA lourdes ou équivalent - barrière/écran) le long de la route nationale. L'entrepreneur aura en charge l'entretien de ces glissières pendant la période des travaux.

Les itinéraires de transport des matériaux, depuis les aires de fabrication au chantier d'application, seront proposés par l'entrepreneur à l'agrément du Maître d'Œuvre, y compris les plans de vol de l'hélicoptère dans la zone de chantier. Il sera tenu compte des espèces protégées et de leur habitat.

### **1.5. Rencontre de réseaux de toutes natures**

La conduite des travaux sera exécutée conformément au fascicule 70 du CCTG.

Avant le commencement des travaux, l'entrepreneur devra transmettre la déclaration d'intention de travaux aux différents services visés dans la circulaire du Premier Ministre du 30 octobre 1979 (J.O. du 4.11.1979), relative à l'établissement d'un formulaire type pour les déclarations d'ouverture d'un chantier.

L'entrepreneur prendra toutes dispositions utiles pour qu'aucun dommage supplémentaire ne soit causé aux canalisations ou conduites de toutes sortes rencontrées pendant l'exécution des travaux.

Le piquetage spécial des canalisations sera effectué avant tout commencement des travaux.

### **1.6. Mesures de sécurité et précautions à prendre au voisinage des lignes électriques**

Pour l'exécution des travaux, l'entrepreneur sera tenu de se conformer aux mesures particulières de sécurité prescrites par la réglementation en vigueur dans les chantiers du bâtiment et des travaux publics.

Les distances minimales à respecter par rapport aux lignes électriques aériennes devront tenir compte de tous les mouvements possibles des engins normalement utilisés ainsi que des mouvements accidentels tels que chute de charge, fouettement de câbles, basculement de l'engin lui-même ou d'une de ses parties.

La distance de sécurité visée ci-dessus est égale à :

- 3 mètres pour les lignes ou installations dont la tension  $U < 50\,000$  volts ;
- 5 mètres pour les lignes ou installations dont la tension  $U \geq 50\,000$  volts ;

Conformément au code du travail, article R 4534-108.

Les règles de prévention suivantes doivent être par ailleurs respectées :

1. lorsque des engins de terrassement, de transport, de levage ou de manutention doivent être utilisés ou déplacés au voisinage d'une ligne électrique qui ne peut pas être mise hors tension, vous devez veiller à l'adaptation et à l'implantation de ces engins et des équipements de travail afin de respecter les distances minimales de sécurité au cours de l'exécution de travaux. S'il ne peut pas en être ainsi, vous devez faire mettre en place les dispositifs de protection nécessaires avant le début des travaux et informer les salariés de ces mesures de protection, par une consigne écrite (C. trav., art. R. 4534-125) ;
2. lorsqu'elle est des domaines basse tension B (BTB), haute tension A (HTA) et haute tension B (HTB), la ligne électrique doit être mise hors de portée par l'interposition d'obstacles solidement fixés devant les conducteurs ou pièces nues sous tension, ainsi que devant le neutre. Si cette mesure ne peut pas être envisagée, la zone de travail doit être délimitée dans tous les plans possibles, par une signalisation très visible, telle que pancartes, barrières, rubans (C. trav., art. R. 4534-121) ;
3. avant tout commencement de travaux en extérieur, vous devez enfin tenir compte des conditions météorologiques : intempéries, vent, humidité, etc. L'humidité amplifie notamment le risque d'amorçage et les vents forts, les ruptures possibles des lignes aériennes et les mouvements des matériels ou matériaux manipulés (élévation, balancement ou rotation de charges) susceptibles d'approcher à une distance moindre.

Dix jours au moins avant la date prévue pour le début des travaux, l'entrepreneur devra faire parvenir au représentant local (EDF) la déclaration d'intention des travaux dans la forme prescrite par le Décret n° 91-1147 du 14.10.1991.

## 1.7. Sécurité des installations de chantier

Durant les travaux, le chantier devra être interdit au public. Toutes les installations de chantier seront isolées par une clôture.

Les installations générales de chantier seront clôturées par l'entrepreneur et à ses frais.

Le gardiennage des installations devra être assuré en permanence par l'entrepreneur et, en particulier, celui des explosifs dont la livraison – reprise en consignation sera soumise à l'approbation du Maître d'Œuvre et fera l'objet d'une autorisation préfectorale.

## 1.8. Minage : Règles générales – sécurité - Responsabilité

### Qualification du personnel

Pour utiliser les explosifs, l'entrepreneur devra :

- Obtenir toutes les autorisations administratives nécessaires et se soumettre à la réglementation en vigueur, conformément aux prescriptions du CCAG ;
- Ne confier la mise en œuvre des tirs, le maniement d'explosifs ou d'artifices qu'à des préposés titulaires du Certificat de Préposé au Tir (CPT) institué par l'arrêté français du 26 mai 1997.

Les options au CPT des personnels sont celles correspondant aux techniques qui doivent être utilisées sur le chantier.

Une photocopie des CPT est remise au Maître d'Œuvre avant le démarrage des travaux avec le permis de tir de moins de trois mois, signé par l'entrepreneur ou son représentant.

### Sécurité-responsabilité

Conformément à la législation, l'entrepreneur sera responsable des dégâts provoqués par les explosions sur les constructions et ouvrages aériens ou enterrés autour du chantier ainsi que sur les riverains et usagers de voies environnantes. Ces dégâts pourront être provoqués par des projections ou chutes de matériaux et par les vibrations transmises par l'air ou par le sol.

L'entrepreneur devra se conformer aux sujétions qui lui seront exposées par le Maître d'Œuvre et prévoir notamment, les moyens d'intervention immédiate pour dégager sans délai les matériaux qui auraient pu atteindre exceptionnellement les routes, bâtiments, etc.

### Sous-traitance

Toute entreprise sous-traitante proposée sera considérée comme ayant pris connaissance du présent CCTP.

#### 1.8.1. Maîtrise des dispositions relatives au micro-minage et à l'environnement (délimitation du périmètre sensible)

##### 1.8.1.1. Vibrations

Préalablement au démarrage des travaux concernés par le micro-minage et par des dispositions spécifiques relatives à l'environnement, l'entrepreneur établira une note décrivant ses méthodes de travail et de préservation de l'environnement en concertation avec le Maître d'Œuvre puis la soumettra à son visa.

La note ainsi proposée définira au moins la consistance de la surveillance de ces travaux ainsi qu'une procédure relative au traitement des anomalies susceptibles d'être rencontrées.

L'exécution des travaux ne pourra démarrer qu'après instrumentation de deux points du massif rocheux défini préalablement avec le Maître d'Œuvre.

Ces points situés à deux cents (200) mètres des tirs seront équipés des instruments de contrôle nécessaires aux mesures de vibrations.

#### → *Moyens de contrôle des vibrations*

Les méthodes, moyens et implantations précises des capteurs envisagés par l'entrepreneur devront être conformes aux spécifications de la Norme FD P94-447-1 et seront soumises à l'acceptation préalable du Maître d'Œuvre.

Les moyens mis en œuvre par l'entrepreneur doivent permettre un fonctionnement satisfaisant de l'installation de contrôle des vibrations.

L'accès au matériel de contrôle doit être possible en permanence pour le contrôle extérieur.

Les spécifications minimales du matériel de contrôle sont les suivantes :

Capteurs tri directionnels de vibration assurant une précision de 8 % sur la plage de fréquence 1 Hz - 150 Hz.

La centrale d'acquisition permettra la conservation et la restitution des signaux enregistrés ainsi que leur traitement fréquentiel par transformée rapide de Fourier (FFT) et d'avoir la possibilité de calculer la vitesse pondérée (arrêté de septembre 1994).

Les capteurs de contrôle devront être solidarisés aux structures instrumentées (scellement, vissage, collage ...). Les capteurs seront placés au plus proche des fondations des structures instrumentées.

→ *Contrôle du dispositif de mesure de vibrations*

Avant chaque tir, l'entrepreneur s'assure du bon fonctionnement du dispositif de contrôle des vibrations. Ce contrôle constitue un point critique dans la procédure d'exécution.

En cas de défaillance du contrôle intérieur, le Maître d'Œuvre pourra se substituer à l'entrepreneur, aux frais de celui-ci.

→ *Critères de contrôle des vibrations*

Les vibrations seront contrôlées par la mesure de l'amplitude maximale de la vitesse de vibration, sur l'une des trois voies, sur une bande de fréquence de 1 à 150 Hz.

Un seuil de 10 mm/s (vitesse pondérée) devra être appliqué sur les habitations.

Sur les tunnels de la voie SNCF nous proposons un seuil de 15 mm/s, toujours en vitesse pondérée.

Sur les murs de soutènements et sur les différents ouvrages de franchissement de talwegs, le seuil à ne pas dépasser sera de 30 mm/s.

#### 1.8.1.2. Projections

Des dispositifs visant à limiter les projections lors des tirs de mine seront obligatoirement mis en place sur les masses à miner. Un emmaillotement à l'aide d'un géotextile antistatique et d'un grillage sera réalisé. Des essais préalables permettront de tester le dispositif qui devra faire l'objet d'une procédure d'exécution.

#### 1.8.1.3. Suppression aérienne

Les suppressions aériennes pourront être mesurées et prises en compte au cours du chantier s'il s'avère que celles-ci sont pénalisantes pour les résidences.

### 1.9. Pré-étude d'exécution

Il pourra être demandé à l'entreprise la réalisation de pré-étude **sur des zones définies par le Maître d'Œuvre**. Ces pré-études seront de niveaux G2 PRO ou G3 Étude au sens de la norme NF P 94-500 de novembre 2013.

- Dans le cas où la maîtrise d'Œuvre fournit une étude G2 pro à l'entreprise, celle-ci fera une G3 sur la base de cette dernière.
- Dans le cas où la G2 Pro est demandée à l'entreprise avec commande des travaux dans la foulée, celle-ci inclue de fait la G3. Une seule étude sera rémunérée.

Rappel du contenu des missions : (d'après la norme NF P 94-500)

#### *Mission G2 : Phase Projet (PRO)*

*Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'Œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.*

- *Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.*
- *Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.*

#### *Mission G3 : Phase Étude*

- *Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.*

- *Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).*
- *Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.*

La mission G2 PRO débouchera sur une proposition de traitement et fera le lien avec les phénomènes rocheux observés. Elle sera remise au Maître d'Œuvre après la visite contradictoire et comportera :

- Un contexte général ;
- Un contexte géologique ;
- Un diagnostic géotechnique détaillé (description et qualification de l'aléa rocheux) ;
- Des propositions de traitements appuyées par des notes de calcul, des trajectographies ou toutes autres données justifiant le type de parade et son dimensionnement ;
- Des vues synoptiques permettant de localiser aisément les aléas et les propositions de traitement, (repérage par rapport aux bornes routières) ;
- Les mesures à prendre pour assurer la sécurité des riverains au cours des travaux ;
- Un avant-métré des travaux (quantitatif) ;
- Une estimation du coût des travaux.

Il sera remis un rapport au Maître d'Œuvre qui fera viser cette pré-étude par son bureau d'expert. Le rapport sera modifié autant de fois que nécessaire par l'entreprise, sur la base des remarques du bureau d'expert. Ces modifications ne pourront faire l'objet de rémunération complémentaire auprès de l'entreprise. Une fois validé, ce rapport devient une étude d'exécution à transmettre au chef d'équipe pour réalisation.

Au-delà des aspects géotechniques, le rapport de pré-étude fournira également :

- une identification des propriétaires des parcelles impactées par les travaux proposés ;
- une identification des contraintes environnementales applicables au secteur étudié, ainsi que la réponse apportée dans les travaux proposés ;
- une identification des contraintes paysagères (cf. guide technique IFSTTAR mai 2016) applicables au secteur étudié, ainsi que la réponse apportée dans les travaux proposés.

## **2. PRÉPARATION ET ORGANISATION DU CHANTIER**

### **2.1. Stipulations préliminaires**

L'entrepreneur doit soumettre à l'acceptation du Maître d'Œuvre toutes les dispositions techniques qui ne font pas l'objet de stipulations dans le présent marché, et ce dans les conditions de l'article 30 du CCAG.

Ces dispositions ne peuvent pas être contraires aux règles de l'art ni être susceptibles de réduire la sécurité des personnes et des biens en phase d'exécution comme en phase de service.

Ces propositions doivent être assorties des justifications correspondantes (notes de calculs, métré, mémoire).

### **2.2. Documents à fournir par l'entrepreneur**

(Chapitre 3 du fasc. 65 du CCTG, art. III.1 et III.14 du fasc. 66 du CCTG et art. 28, 29 et 40 du CCAG)

#### **2.2.1. Dispositions générales**

L'ensemble des documents à fournir par l'entrepreneur est soumis au visa du Maître d'Œuvre, excepté :

- les documents relatifs à la sécurité et à la protection de la santé (Maître d'ouvrage) ;
- les documents de suivi du contrôle interne dont seul le cadre est soumis à son acceptation.

#### **2.2.2. Liste des documents à fournir**

L'ensemble des documents à fournir par l'entrepreneur, en complément aux dispositions prévues au CCAP, soit pendant la mise au point du marché, soit pendant la période de préparation des travaux, soit pendant les travaux, soit après exécution, est regroupé sous les rubriques suivantes :

##### **2.2.2.1. Programme d'exécution des travaux**

Le programme d'exécution des travaux comprend :

- le calendrier prévisionnel des travaux ;
- la description générale des matériels et méthodes à utiliser, notes de calculs ;
- le projet des installations de chantier ;
- le calendrier prévisionnel des travaux doit être présenté de telle sorte qu'apparaissent clairement les tâches critiques et leur enchaînement.

##### **2.2.2.2. Sécurité et protection de la santé**

(Art. 28.3 du CCAG, loi 93-1418 du 31 décembre 1993 et ses décrets d'application)

Les modalités d'élaboration des documents relatifs à la sécurité et à la protection de la santé, conformément aux lois en vigueur, sont définies au CCAP, l'Entrepreneur aura à sa charge l'élaboration et l'application d'un PPSPS en relation avec le coordinateur sécurité du maître d'ouvrage.

Les travaux :

- se situent dans un environnement présentant des risques importants pour les travailleurs ;
- génèrent potentiellement des risques pour les tiers et usagers ;
- 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 ... ;
- peuvent être réalisées en urgence.

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

L'entreprise prendra en compte, dans son phasage de chantier, l'interdiction de la superposition des postes.

Suivant le type d'intervention et notamment le recours à l'utilisation de cordes, 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.

#### 2.2.2.3. Intempéries

Voir CCAP (article 3-2.1)

#### 2.2.2.4. Plan d'Assurance Qualité – Généralité

(Art.34 du fasc. 65 du CCTG, art. I.2.1 et annexe A1 du fasc. 66 du CCTG, art. 7 du fascicule 68 du CCTG)

#### 2.2.2.5. Composition générale du PAQ

Conformément aux dispositions des articles 34 du fascicule 65 et 7 du fascicule 68 du CCTG, le PAQ est constitué :

- de la note d'organisation générale du chantier ;
- des procédures d'exécution ;
- du cadre des documents de suivi d'exécution.

Le PAQ sera général, il concernera l'ensemble des travaux.

#### 2.2.2.6. Contrôle interne aux travaux relatifs aux renforts passifs (clouages, boulonnages, renforts passifs)

Remarques liminaires :

- Sont appelés sols les terrains définis dans les normes NF EN ISO 14688-1 et 14688-2. Ils sont représentés par les terrains meubles.
- Sont appelés roches les terrains définis par la norme NF EN ISO 14689.
- Sont appelés « clous » les barres scellées sur toute leur longueur dans des sols.
- Sont appelés « boulons » les barres scellées sur toute leur longueur dans du rocher.
- Sont appelés « ancrages » les barres scellées sur une longueur donnée en fond de forage avec une partie libre et un effort de précontrainte appliqué sur cette partie libre. Ces barres peuvent être mise en œuvre dans tout type de terrain.

Le contrôle interne portera sur les points suivants :

- les épreuves d'étude et de convenance ;
- la vérification de la conformité de la livraison à la commande pour les ciments (coulis), les renforts passifs, dispositifs connexes : boulons, plaques... ;
- les prélèvements conservatoires de coulis en vue d'analyses éventuelles ;
- les essais mécaniques sur éprouvettes de coulis ;
- les essais d'arrachement sur renforts passifs au rocher pour les scellements directs normes XP94-444 ;
- les essais d'arrachement sur renforts passifs en sol pour les scellements directs normes NF P94-242-1 ;
- les essais d'arrachement sur renforts passifs en sol norme NF P95-301 ;
- les essais de tirants d'ancrage selon la norme NF EN ISO 22477-5 ;
- le contrôle des vibrations lors du forage en milieu urbanisé.

#### 2.2.2.7. Contrôle externe aux travaux

Le contrôle externe est réalisé sous l'autorité d'un responsable indépendant de la fabrication, mandaté par la direction de l'Entreprise et relevant d'elle. Il doit être conforme aux dispositions ci-dessous :

##### ➤ Surveillance du contrôle interne

Le PAQ comprend les actions suivantes :

- la vérification du matériel ;
- la vérification des réglages et de la définition des modalités de fonctionnement ;
- la surveillance de l'exécution du contrôle du respect des consignes.

##### ➤ Conformité des approvisionnements

Le PAQ comprend les contrôles de conformité des approvisionnements.

➤ Étalonnage et vérification des matériels d'essais :

Ce travail concerne l'étalonnage et la vérification des matériels d'essais ou de contrôles utilisés dans le cadre du contrôle de conformité.

➤ Contrôle de conformité aux spécifications

Le PAQ comprend la réalisation des contrôles de conformité. Le PAQ devra préciser les modalités de réalisation de ces prestations à savoir au minimum :

- le choix de la méthode employée ;
- la nature des capteurs et appareils de mesure employés en faisant référence à un mode opératoire reconnu, éventuellement les laboratoires exécutant la mesure pour le compte de l'entreprise, les certificats d'étalonnage et de vérification de ces matériels ;
- le nombre ou la fréquence des mesures réalisées.

➤ Exploitation et archivage des résultats

Le PAQ devra préciser les conditions de réalisation de cette exploitation et de l'archivage des résultats.

➤ Adaptations nécessaires du processus

Le PAQ définit les modalités de réalisation des adaptations nécessaires du processus en cas de résultats non conformes et prévoit leur réalisation.

2.2.2.8. Contrôle extérieur aux travaux

• Modalités du contrôle extérieur aux travaux relatif aux renforts passifs

Le contrôle extérieur sera amené à réaliser à la demande du Maître d'Œuvre des contrôles sur les renforts passifs selon les prescriptions des normes en vigueur suivant les types de renforts passifs.

• Modalités du contrôle extérieur aux travaux relatif aux matériaux

Le Maître d'Œuvre se réserve le droit, en cas d'anomalie ou de doute concernant les produits livrés, de prélever directement des échantillons sur les grillages en vue de procéder à des essais de contrôle dans un laboratoire agréé par lui. Toute livraison non conforme sera refusée et évacuée aux frais de l'entrepreneur. Les frais d'essais éventuels réalisés en sus et donnant des résultats non satisfaisants seront facturés à l'entrepreneur.

L'entrepreneur 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.

Essais de résistance sur les produits de scellement et contrôle des injections : le Maître d'Œuvre se réserve la possibilité de faire effectuer, à sa charge par un laboratoire de son choix, des contrôles analogues dans le cadre du contrôle extérieur.

• Modalité du contrôle extérieur relatif aux écrans pare-blocs

L'ensemble des écrans à fournir bénéficiera d'un agrément technique européen (ETA) et seront certifiés selon le guide d'agrément européen EAD 340059-00-0106 pour les barrières  $\geq 100$  kJ ou l'EAD 340089-00-0106 (en cours de publication) pour les barrières  $< 100$  kJ. Le marquage CE est obligatoire.

Dans le cas où l'écran ne rentrerait pas dans le champ d'application de l'EAD (adaptation au rocher,  $< 3$  modules...) le fournisseur fournira une note de calcul d'adaptation sur la base de l'ETA correspondant.

2.2.2.9. Points d'arrêt et points critiques

La liste des points critiques est présentée par l'entrepreneur dans la note d'organisation générale du PAQ

La liste des points d'arrêt est donnée ci-après :

PHASE DES TRAVAUX	POINTS D'ARRÊT	DÉLAIS DE LEVÉES
Phasage des travaux	<ul style="list-style-type: none"><li>- Validation du PPSPS</li><li>- Validation du DESC</li><li>- Acceptation par le Maître d'Œuvre du planning des travaux présenté par l'entreprise</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 5 jours</li><li>- 5 jours</li><li>- 5 jours</li></ul>
Implantation des travaux	<ul style="list-style-type: none"><li>- Acceptation du piquetage général</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 5 jours</li></ul>

Coulis de scellement pour l'ensemble des renforts passifs	- Validation de l'épreuve de convenance	- 5 jours
Renforts passifs	- Validation des approvisionnements - Validation des essais de contrôle - Acceptation du piquetage spécifique	- 5 jours - 5 jours - 5 jours
Câbles, grillages, filets, Croix de St-André	- Validation des approvisionnements - Validation de leur implantation - Validation des essais de contrôle - Acceptation du piquetage spécifique	- 5 jours - 5 jours - 5 jours - 5 jours
Bétons, Béton projeté	- Validation des approvisionnements - Validation de leur implantation - Validation des épreuves de convenance - Validation des essais de contrôle - Acceptation du piquetage spécifique	- 5 jours - 5 jours - 5 jours - 5 jours - 5 jours
Écrans pare-blocs	- Contrôle des capacités nominales des dispositifs - Validation des approvisionnements - Validation de leur implantation - Acceptation du piquetage spécifique	- 5 jours - 5 jours - 5 jours - 5 jours
Micro-minage	- Acceptation du piquetage spécifique - Validation des plans de tirs - Validation du dispositif contre les projections - Validation du contrôle des vibrations	- 5 jours - 5 jours - 5 jours - 5 jours
Nuisance	- Projection en dehors du chantier - Dépassement du seuil absolu de vibrations	- 5 jours - 5 jours

**Tableau 1 : Point d'arrêt**

- Pénalités :

Les pénalités telles que définies dans le Cahier des Clauses Administratives Particulières s'appliquent pour un défaut de présentation dans les délais pour la levée des points d'arrêts.

- Note d'organisation générale du chantier

(Art. 34.2.2 du fasc. 65 du CCTG, annexe A1 du fascicule 66 du C.C.T.G, art. 7.1 du fasc. 68 du CCTG)

La liste et l'organigramme des responsables sur le chantier concernent, pour chaque ouvrage, l'ensemble des entreprises, sous-traitants inclus.

La note d'organisation générale explicite également de façon détaillée les principes de la gestion des documents :

- calendrier de fourniture des documents ;
- nombre de documents adressés au Maître d'Œuvre, aux bureaux de contrôle et autres intervenants ;
- principes et délais pour les vérifications et modifications.

Une note d'organisation sera déclinée pour chaque bon de commande.

#### 2.2.2.10. Procédures d'exécution

Ces procédures d'exécution sont dues par l'entreprise selon les spécifications du CCAP, à compter de l'acte prescrivant le démarrage de la période de préparation.

- Liste des procédures d'exécution

En complément à l'article 8-1 du CCAP, les procédures d'exécution seront établies par nature de travaux ou par parties d'ouvrage.

Les principales procédures exigées sont les suivantes :

- contrôles topographiques et implantation des différents travaux ;
- réalisation des forages pour les renforts passifs ;

- réalisation des injections pour les renforts passifs ;
- réalisation du micro-minage ;
- grillages plaqués et pendus ;
- mise en place d'écran pare-blocs ou pare-pierres ;
- filet à câbles ;
- filet à anneaux (1+6) ;
- filet HLE ;
- béton coulé en place ;
- béton projeté ;
- câblage de masses rocheuses ;
- purge ;
- dévégétalisation ;
- réparations d'ouvrages paravalanches.

Le Maître d'Œuvre se réserve le droit d'exiger des procédures d'exécution non listées ci-dessus, et en particulier des procédures dérivées applicables aux cas spécifiques propres à chaque bon de commande.

- Assurance de la qualité pour les implantations

Le PAQ précise les dispositions adoptées pour respecter les implantations géométriques des travaux.

- Assurance de la qualité pour les renforts passifs

Le PAQ définit :

- la nature et les performances du matériel de forage et d'injection ;
- la caractéristique des renforts passifs ;
- l'origine et la qualité des constituants (armatures, ciment, eau, chaussettes...) ;
- le mode de forage ;
- le détail de l'injection et les dispositions prises pour éviter toutes traces de coulures ;
- les dispositions de la mise en œuvre ;
- les caractéristiques des coulis, et les modalités des épreuves (composition, viscosité, temps de prise, exsudation à trois heures, résistance à la compression simple et à la traction à 7 et 28 jours, densité) ;
- les modalités d'essais sur barres scellées, voir § 2.2.2.6.

Le PAQ précise les dispositions à prendre en cas d'injection de coulis lors de températures comprises entre 0°C et +5°C ou durablement supérieures à 30°C.

Lorsque la température mesurée sur chantier est inférieure à 0°C, l'injection du coulis n'est pas autorisée.

- Assurance de la qualité pour les parades actives métalliques.

Le PAQ définit :

- les références normatives des fournitures ;
- la nature, les caractéristiques, et les performances des fournitures ;
- les dispositions de la mise en œuvre.

- Assurance de la qualité pour les écrans pare-blocs

Les écrans pare-blocs seront conformes au Règlement des Produits de Construction du 1<sup>er</sup> juillet 2013 et marqués CE.

Le PAQ définit :

- les références normatives des écrans ;
- la nature, les caractéristiques, et les performances des produits ;
- les dispositions de la mise en œuvre (plan de montage, etc...) ;
- les dispositions d'entretien (notice de maintenance et de réparation, etc...).

Il inclut le document contenant le numéro d'enregistrement au registre de l'EOTA (European Organisation For Technical Approvals) ainsi que l'ETA complet résultant de l'essai selon l'EAD 340059-00-0106.

#### 2.2.2.11. Documents de suivi du contrôle interne

La liste des documents de suivi est définie au PAQ pour chaque procédure.

Lors de l'exécution, l'entrepreneur adresse au Maître d'Œuvre les documents de suivi au fur et à mesure de l'obtention des résultats du contrôle interne.

#### 2.2.2.12. Programme des études d'exécution

Chaque bon de commande conduit à une étude d'exécution particulière.

- Chargé des études d'exécution

L'entreprise proposera à l'agrément du Maître d'Œuvre un responsable nommé désigné, chargé des études d'exécution, qui sera responsable du bon déroulement des études d'exécution et de la coordination entre les différentes spécialités.

Il sera aussi responsable des mesures prises pour assurer une sécurité permanente vis à vis des personnes et des biens pendant la période des travaux.

- Programme des études d'exécution

L'entrepreneur fournira un programme des études d'exécution. Ce document comprend :

- la liste prévisionnelle des documents à fournir ;
- le calendrier prévisionnel de production de ces documents.

La liste énumère les documents dont la fourniture est nécessaire à la réalisation des ouvrages définitifs.

Elle est dressée en conformité avec le cadre des études tel qu'il est fixé par le marché.

Le calendrier prévisionnel comporte :

- l'échéancier d'envoi des documents ;
- les dates prévues ou souhaitées pour l'obtention des visas ou acceptations du Maître d'Œuvre.

Il est présenté sous la forme d'un diagramme à barres faisant ressortir les chemins critiques et les marges.

#### 2.2.2.13. Étude d'exécution

(Art. 29.1 du C.C.A.G, art. 32 du fasc.65 du CCTG, art. III.1.2. du fasc.66 du CCTG)

- Assurance qualité des études d'exécution

L'entrepreneur est tenu de mettre en place un PAQ spécifique aux études d'exécution. Les procédures de contrôle intérieur (contrôle interne + contrôle externe), des notes de calculs et des plans d'exécution seront soumis à l'agrément du Maître d'Œuvre.

Le chargé des études d'exécution sera responsable du bon fonctionnement de ce contrôle intérieur.

Le contrôle extérieur exercé par le Maître d'Œuvre ne se substitue en rien au contrôle intérieur de l'entreprise : l'entrepreneur ne pourra élever de réclamation pour tout événement, incident ou retard dans la réalisation des travaux résultant d'un mauvais fonctionnement du contrôle intérieur, il en supportera intégralement les conséquences financières.

En cas de mauvais fonctionnement du contrôle intérieur, le Maître d'Œuvre pourra à tout moment demander le remplacement du chargé des études d'exécution sans que l'entreprise puisse élever réclamation.

- Contenu des études d'exécution

Les études d'exécution comprennent :

- une note rappelant les bases des études d'exécution ;
- des plans généraux et d'implantation des travaux ;
- des plans d'exécution de détails et d'ensemble (implantation et calepinage des renforts passifs, des grillages, des filets de câbles, des câblages, des écrans, notes de calculs d'exécution, métrés).

L'entrepreneur établira une "liste des pièces", constituant le dossier d'exécution, qui sera régulièrement tenue à jour avec :

- la date d'établissement ;
- le ou les indices des modifications avec les dates correspondantes ;
- la date du visa définitif (bon pour exécution).

#### 2.2.2.14. Bases des études d'exécution

(Art.32 du fasc. 65, art. III.1.2.3. du fasc.66 du CCTG)

La note définissant les bases des études d'exécution rappelle l'ensemble des prescriptions des études fournies dans le présent marché et les complète au besoin suivant les propositions techniques de l'entrepreneur.

Ces propositions ne doivent pas remettre en cause les clauses du marché, et seront conformes aux directives de conception et de calcul en vigueur.

#### 2.2.2.15. Textes réglementaires et règlements de calcul

De manière générale, les justifications relatives aux études d'exécution seront issues des textes généraux.

#### 2.2.2.16. Dossier d'ouvrage conforme à l'exécution (DOE)

(Art. 40 du CCAG, art. 36 du fasc. 65 du CCTG, art. III.14 du fasc. 66 du CCTG)

Le DOE comprend :

- le programme et le calendrier réel d'exécution des travaux ;
- les plans et notes de calculs d'exécution mis à jour ;
- le PAQ accompagné de tous les résultats des contrôles, épreuves et essais divers ;
- les comptes rendus d'incidents et les calculs éventuels les accompagnants ;
- les relevés topographiques (plan, élévation) après travaux ;
- une photographie et un schéma de chaque confortement réalisé ;
- un tableau avec les dimensions précises de chaque confortement, les longueurs et types de renforts passifs utilisés et les incidents ou anomalies rencontrées en cours de chantier, chaque point traité étant repéré géographiquement ;
- les coordonnées géographiques des protections rocheuses en Lambert III ;
- les fiches de forages renseignées par les foreurs et détaillant la coupe de terrain et les incidents rencontrés ;
- la notice d'exploitation des ouvrages précisant les opérations de maintenance à effectuer (DIUO).

Ce dossier sera impérativement remis dans un délai de deux (2) mois maximum après achèvement des travaux de la commande et dans tous les cas lors de la réception définitive des travaux.

### **3. SPÉCIFICATIONS DES MATÉRIAUX**

#### **3.1. Généralités**

(Fascicule 65 du CCTG, 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'Entrepreneur 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'entrepreneur devra donc prendre toutes les dispositions nécessaires pour qu'un laps de temps suffisant 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.

Le Maître d'Œuvre effectuera dans le cadre du contrôle extérieur des contrôles de conformité aux spécifications. Les modalités de contrôle extérieur seront définies dans les chapitres spécifiques qui suivent.

#### **3.2. Conformité aux normes, marques et avis techniques français**

##### **3.2.1. Possibilités d'équivalence**

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

L'entrepreneur 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 ou autre), soit d'un avis technique, d'un agrément ou d'une homologation, émis par un organisme public français (SETRA, UGE, CSTB, DIREN, ABF, etc.) ou européen (EOTA, etc.).

L'entrepreneur 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.

##### **3.2.2. 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 deux (2) mois 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'entrepreneur et pour les documents, rédigés en langue française.

Le Maître d'Œuvre dispose d'un délai de trente (30) 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 au frais de l'entrepreneur, sans préjudice des frais directs ou indirects de retard ou d'arrêt de chantier.

### 3.3. Fourniture des matériaux à incorporer aux ouvrages

Font partie de l'entreprise toutes les fournitures de matériaux destinés à être incorporés aux ouvrages, sauf celles qui sont expressément exclues par le présent CCTP.

Les matériaux destinés à la construction des ouvrages devront satisfaire aux conditions fixées par le CCTG et par le présent CCTP.

### 3.4. Provenance des matériaux

Les provenances des matériaux devront être soumises à l'agrément du Maître d'Œuvre en temps utile pour respecter le délai d'exécution contractuel.

Les matériaux soumis à agrément sont les suivants :

NATURE DES MATERIAUX	PROVENANCE
Acier pour renforts passifs	Usines agréées par le Maître d'Œuvre
Câbles d'acier à âme métallique	Usines agréées par le Maître d'Œuvre
Ciments	Usines agréées par le Maître d'Œuvre
Complexes de confinement des fines	Usines agréées par le Maître d'Œuvre
Drains	Usines agréées par le Maître d'Œuvre
Écrans pare blocs	Produit agréé EOTA selon l'EAD 340059-00-0106 ou 340089-00-0106
Ecrans paravalanches	Produits conformes norme NF P 95-303 et NF P 95-304
Enrochements	Carrières agréées par le Maître d'Œuvre
Béton	Centrales agréées par le Maître d'Œuvre
Filets à câbles	Usines agréées par le Maître d'Œuvre
Filets à anneaux	Usines agréées par le Maître d'Œuvre
Produits à haute limite élastique	Usines agréées par le Maître d'Œuvre
Gabions	Usines agréées par le Maître d'Œuvre
Grillages	Usines agréées par le Maître d'Œuvre
Peinture des pièces métalliques	Usines agréées par le Maître d'Œuvre
Galvanisation des pièces métalliques	Usines agréées par le Maître d'Œuvre
Produits de scellement pour renfort passif	Usines agréées par le Maître d'Œuvre
Complexe de confinement des fines	Usines agréées par le Maître d'Œuvre

Tableau 2 : Matériaux soumis à agrément

Dans tous les cas les ciments et les aciers d'une même spécification devront provenir d'une même usine.

### 3.5. Matériaux de protection de chaussée et de parapet

Le matériau mis en œuvre pour protéger la chaussée sera de type tapis de terre constitué de matériaux tout-venant (granulométrie 20/80 millimètres).

Le matériau mis en œuvre pour protéger le parapet de la chaussée sera de type *botte de paille (ou équivalent)* et de hauteur équivalente au parapet.

### 3.6. Protection des usagers de la circulation

Le dispositif de protection peut se composer de GBA surmontée d'un écran de grillage doublé de géotextile. Il peut s'agir également de blocs béton, encastrés ou liaisonnés type « Famy », « Léo » ou autres. Ces blocs sont équipés de point de levage ou sont éleables par une pince. A la demande du maître d'Œuvre et dès lors que le nombre de rangées sera supérieur ou égal à deux (2), un liaisonnement entre les blocs pourra être mis en place. Pour les blocs de largeurs 80 cm, on se limitera à trois (3) rangées, soit 2,40 m de hauteur.

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 (écrans grillagés, blocs béton) ;
- que la protection provisoire est maintenue en bon état de fonctionnement sur toute sa surface, notamment après sollicitation.

### 3.7. Protection contre la corrosion

#### 3.7.1. Milieu

Dans l'ensemble les milieux, roches et sols du secteur, sont réputés *peu corrosifs* au sens de la norme A05-252 de juillet 1990.

Nous considérons un acier non revêtu avec une durée de service escomptée de 30 ans en site immergé, l'épaisseur d'acier réservée au phénomène de corrosion sera de 2 millimètres. Cependant des zones particulières, extrêmement sensibles feront l'objet de mise en œuvre de protection type P2.

#### 3.7.2. Galvanisation

Câble :

Les revêtements en zinc-aluminium du type Zn95Al5 seront conformes aux exigences de la norme NF EN 10244-2 en matière de masse, de qualité et d'essai. Ils seront de qualité classe A, homogènes et sans aucune discontinuité.

Produit métallique hors câbles :

Les revêtements en zinc seront conformes aux exigences de la norme NF EN ISO 1461 en matière d'épaisseur de galvanisation par rapport à l'épaisseur de métal, de qualité et d'essai. Ils seront homogènes et sans aucune discontinuité.

#### 3.7.3. Aspect de surface

La protection anticorrosion des parties métalliques restant à l'air libre, non traitées anticorrosion (renforts passifs, plaques, écrous, etc.), sera réalisée selon les prescriptions définies dans le CCTG - fascicule 56 "Protection des ouvrages métalliques contre la corrosion" (arrêté NOR : ECOM0400013A du 12 février 2004).

La nature et la couleur du revêtement anticorrosion seront fixées par le Maître d'Œuvre.

Le système de peinture doit être certifié ACQPA et correspondre à la classe de l'environnement C3. L'application du procédé sera conduite en respectant au mieux le système ACQPA.

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 manilles ;
- les serre-câbles ;
- les cosse-cœurs ;
- les supports d'écrans pare-blocs dans le cadre de l'intégration au paysage ;
- les dissipateurs d'énergie des écrans pare-blocs ;
- les croix de St André ;

- et plus généralement l'ensemble des pièces d'accastillage.

### 3.8. Produits de scellement pour renforts passifs

Les produits de scellement répondront de manière générale aux stipulations du chapitre 8 du fascicule 65.

#### 3.8.1. Coulis d'injection

Le coulis d'injection sera un coulis courant répondant aux stipulations de l'article 81 du fascicule 65 du CCTG.

Le ciment constitutif sera un CEM II, CEM III ou CEM V de type PM ou PM-ES. Ce ciment sera obligatoirement certifié NF,

L'eau de gâchage sera fournie par l'entrepreneur et répondra aux spécifications de la norme NF EN 1008 et de l'article 82.3 du fascicule 65 du CCTG. 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 la composition, les fiches techniques des produits, les conditions de préparation et les conditions de mise en œuvre des coulis, mortiers, résine de scellement seront proposées par l'entreprise à l'agrément préalable du Maître d'Œuvre.

Dans le cas où l'entrepreneur 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".

Il 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.

#### 3.8.2. Assurance de la qualité des produits de scellement

- Validation des fiches des produits ;
- Réalisation d'une épreuve de convenance, à moins que la composition proposée pour le coulis ne bénéficie déjà de référence en termes de densité, fluidité et résistance en compression. Épreuve de convenance à la charge de l'entreprise.
- Les épreuves de contrôle seront réalisées par l'entreprise. La fourniture, la confection, la conservation des éprouvettes et le rapatriement au(x) laboratoire(s) exécutant les essais sont à la charge de l'entrepreneur.

#### 3.8.3. Stockage des produits de scellement

L'entrepreneur 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. Le Maître d'Œuvre se réserve le droit de refuser les produits de scellement ayant fait l'objet d'une protection insuffisante sur le chantier.

#### 3.8.4. Adjuvants

Si l'entrepreneur 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. Celui-ci pourra demander éventuellement un essai de conformité exécuté par le laboratoire de son choix et à la charge de l'entrepreneur.

#### 3.8.5. Canules

Les canules seront de diamètre 16/13 mm assurant une résistance de 1 MPa.

#### 3.8.6. Gaines géotextiles

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

### 3.9. Béton

Les bétons proviendront impérativement d'une installation de fabrication de Béton Prêt à l'Emploi certifiée NF. Tous les constituants du béton, y compris l'eau (excepté pour le béton projeté par voies

sèche) sont dosés et malaxés à la centrale. Les constituants des bétons devront être conformes aux préconisations §8.1.2 du fascicule 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.

#### 3.9.1. 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 modulé en fonctions des conditions climatiques du moment, après accord du maître d'Œuvre, ainsi que de la conduite à tenir en cas de dépassement ;
- les moyens de secours prévus en cas de défaillance des appareils de manutention.

#### 3.9.2. Définitions des bétons

Les spécifications destinées à assurer la durabilité du béton sont celles données dans la norme NF EN 206/CN ou dans le fascicule 65 en fonctions des classes d'expositions des différentes parties d'ouvrage.

### 3.10. Béton projeté

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.

#### 3.10.1. Caractères spécifiés pour le béton :

Dosage en ciment du béton en place :  $> 400 \text{ kg/m}^3$ .

Le ciment sera conforme à la norme NF EN 197-1.

En aucun cas le dosage avant projection ne sera inférieur à  $400 \text{ kg/m}^3$ .

Il devra tenir compte des résultats d'analyse chimique du sol et des eaux du sol selon la norme NF EN 1008.

#### 3.10.2. Valeur de résistance requise pour le béton :

28 jours (nominale) = 30 MPa.

#### 3.10.3. Consistance

Dans le cas de projection par voie mouillée, la consistance devra se situer dans la fourchette retenue lors de l'épreuve de convenance.

#### 3.10.4. Composition des bétons

##### Voie sèche :

L'entrepreneur doit proposer à l'agrément du maître d'œuvre la composition de béton qu'il compte adopter afin d'obtenir après projection, le dosage exigé.

Du fait, des pertes par rebondissement des granulats, la composition du béton en place s'écarte nettement de celle du mélange initial.

Il faudra donc porter une attention toute particulière sur le dosage des constituants du mélange initial, de façon à éviter un surdosage en éléments fins générateurs de phénomènes de retrait, donc de fissuration du béton projeté.

##### - Fabrication

Les mélangeurs devront permettre d'obtenir un mélange homogène des matériaux ; le temps de malaxage sera défini au cours de l'épreuve de convenance.

- Dosage

Le dosage constituant des gâches sèches devra être effectué pondéralement.

Voie mouillée :

La composition, les moyens de fabrication du béton seront soumis à l'agrément du Maître d'œuvre.

- Fabrication

Les mélangeurs seront :

- soit du type à axe vertical ;
- soit du type à coquille ;
- soit du type à axe horizontal avec vidange par renversement de marche.

Lorsque les mélangeurs seront placés à plus de 2,50 mètres de hauteur par rapport au fond des engins de transport, il sera prévu un dispositif permettant d'éviter la ségrégation du béton au chargement.

- Correction et humidité

Un dispositif permettant de mesurer la teneur en eau des sables devra exister de manière à permettre d'effectuer les corrections de dosage en sable et en eau.

- Dosage

Le dosage des constituants se fera obligatoirement par pesage, **le dosage volumétrique ne pouvant être toléré que pour l'eau et les adjuvants**. D'une manière générale, le dosage des constituants sera réalisé selon l'annexe B du Fascicule 65.

- Transport

Dans le cas où le béton ne serait pas fabriqué sur le chantier de mise en œuvre, le délai maximal compris entre la fabrication du béton et sa mise en place pour une température inférieure à 20° est d'une (1) heure.

3.10.5. Assurance de la qualité du béton projeté

- Validation des fiches des produits ;
- Réalisation d'une épreuve de convenance à la charge de l'entreprise ;
- Les épreuves de contrôle seront réalisées par l'entreprise. La fourniture, la confection, la conservation des éprouvettes et le rapatriement au(x) laboratoire(s) exécutant les essais sont à la charge de l'entrepreneur.

3.10.6. Treillis soudé

La fourniture des aciers se fera conformément aux prescriptions de l'article 61 du fascicule 65 du CCTG.

Le treillis aura les caractéristiques suivantes : Treillis soudé NF EN 10080 - ST 25@ - NF A 35-080-2 B500A. Il sera certifié NF AFCAB - armatures. Il sera fixé à la roche par renforts passifs ou tout autre procédé soumis à l'agrément du Maître d'Œuvre. Il sera imposé un point de fixation tous les mètres pris dans les sens verticaux et horizontaux.

3.10.7. Drains subhorizontaux

Les drains mis en place dans les forages seront en polyéthylène haute densité (PEHD) de diamètre 90 millimètres de type C1 LP.

La tenue des éléments se fera par produit de scellement à retrait compensé conforme aux spécifications des normes NF EN 1504-1 à 10 et P 18-821.

La tuyauterie devra être conforme à la norme NF P 16-351 de novembre 2013.

### 3.11. Ciment expansif

Le ciment expansif fourni devra tenir compte des conditions climatiques du moment d'utilisation.

### 3.12. Barres renfort passif

(Chapitre 7 du Fasc.65 du CCTG, Fasc. 4 titre I du CCTG, normes NF A 35-015, NF A35020-1 et A35-020-2-1 et A35-020-2-2, NF A35-080-1)

Les armatures utilisées, B500B (renforts passifs, coupleurs) seront conformes aux normes en vigueur et devront être certifiées NF-AFCAB.

Les têtes des renforts passifs, dimensionnées selon le « tableau 3 », seront équipées d'une plaque d'appui, bombée, en acier et d'un écrou de serrage hémisphérique conformes aux spécifications. Dans le cas de câble soumis à un cisaillement par la plaque d'appui, celle-ci sera coudée départ usine.

	Dimension de la plaque	Épaisseur pour renfort passif de 25 à 32 mm	Épaisseur pour renfort passif >32 mm
<b>Rocher dur</b> $\sigma_c \geq 50$ MPa	200 x 200	Plaque $\geq 10$ mm	Plaque $\geq 20$ mm
<b>Rocher tendre</b> $\sigma_c < 50$ MPa	200 x 200		

**Tableau 3 : Dimensionnement des renforts passifs et plaques fonction du rocher rencontré**

Les barres seront du type haute adhérence en acier de nuance  $\sigma = 500$  MPa, elles présenteront un crénelage hélicoïdal sur toute leur longueur. Le pas sera sur la gauche pour les renforts passifs et sur la droite pour les renforts passifs actifs. Les dimensions des barres et des plaques d'appui seront conformes aux spécifications définies dans le CCTP et par les plans et les indications définies par le Maître d'Œuvre.

Les barres de renfort passif de grandes longueurs pourront être éventuellement raboutées : le couplage est celui disponible chez le fabricant et doit permettre la transmission des efforts sans réduction de section.

La fiche technique des armatures sera fournie à l'approbation du Maître d'Œuvre avant la réalisation des travaux.

En solution variante et **exceptionnellement**, selon la nature du sol, avec l'agrément du Maître d'Œuvre, et sous réserve de caractéristiques analogues à celles des barres pleines proposées au marché, il pourra être utilisé des barres auto-foreuses, creuses, à injection centrale. Ces barres seront conformes aux normes NF EN 14-490, EN 10210 et EN 10219.

Dans toutes solutions proposées par l'entreprise, le matériel devra être conforme à l'article « 3.7 ».

Les barres pleines de nuance d'acier supérieure à  $\sigma_e = 500$  MPa et particulièrement  $\sigma_e = 670$  MPa **ne seront en aucun cas admises à la pose sur les chantiers concernés par le présent CCTP.**

### **3.13. Renfort passif à câbles**

Les renforts passifs à câbles seront obligatoirement manufacturés en usine. Tout dispositif assemblé in-situ sera refusé. Les fils, constituant les torons du câble, auront une classe de résistance d'au moins 1770 N / mm<sup>2</sup>. La galvanisation sera conforme à la norme NF EN 12385-4. La tête du renfort passif sera munie d'une protection tubée, maintenant le rayon de giration et protégeant celle-ci des chocs. La base de ce tubage sera prise dans le coulis de scellement pour une protection maximum contre la corrosion tout en maintenant la souplesse du dispositif. Des centreurs, adaptés au terrain rencontré,

seront disposés le long du renfort passif tous les mètres. Des manchons, d'arrêt en pied et de maintien le long du renfort passif, seront disposés selon les prescriptions du constructeur pour un maintien optimum du système.

Les renforts passifs à câbles à âme textile sont strictement interdits.

### 3.14. Câbles métalliques

Les câbles en acier seront composés de 6 torons périphériques et d'un toron central à âme métallique. Chaque toron sera composé de 19 fils. Ils seront conformes aux spécifications de l'article « 3.7 ».

Les câbles seront conformes à la norme NF EN 12385-4.

La réalisation d'estropes est permise selon la norme NF EN 13414-3+A1 de janvier 2009.

La résistance minimale à la rupture des câbles sera celle définie par la norme.

Les câbles métalliques de fixation des dispositifs (hors écrans pare-pierres et écrans pare-blocs configurés tels que le jour des essais initiaux) auront **douze (12) mètres de longueur maximale**, afin de faciliter l'entretien ultérieur.

Les câbles possédant une âme textile sont strictement interdits.

### 3.15. Filets

#### 3.15.1. Filets à câbles métalliques

Les filets à câbles métalliques devront être constitués de câbles conformes aux prescriptions de l'article « 3.14 ».

Les filets devront être à maille de deux cents cinquante par deux cents cinquante millimètres (250 x 250) maximum.

Le câble de pourtour sera ligaturé d'usine au câble interne.

Les intersections internes seront réalisées avec un dispositif interdisant le glissement entre les deux câbles reliés, avec des résistances minimales à l'ouverture de 20 kN.

Toutes les pièces constituant les filets de câble seront d'aspect « mat » pour une bonne intégration dans le site.

#### 3.15.2. Filets métalliques à anneaux (1+6)

Les filets devront être à maille circulaire : anneaux entrelacés 350 à 420 millimètres de diamètre à 6 points de contact (1+6), en fil métallique de diamètre > 3 mm, protection contre la corrosion conforme au présent CCTP. Les câbles d'accrochage des filets devront être constitués de câbles métalliques galvanisés posés en boucle et maintenus par des serre-câbles tels que définis à l'article « 3.22.1 ».

#### 3.15.3. Filets acier allié à haute limite élastique

L'ensemble des matériaux utilisés devra être conforme à l'article « 3 ».

Les « filets » plaqués de protection mis en place, sur les versants d'éboulis et de sol, seront des « filets » métalliques en acier allié de haute limite élastique, plaqués par des renforts passifs conformes au présent CCTP.

Le fil d'acier employé présentera une limite élastique supérieure à 1770 N/mm<sup>2</sup>. Il sera traité contre la corrosion conformément à l'article « 3.7 ». Le diamètre des torons sera de 6.5 mm minimum.

Le filet sera maintenu sur les renforts passifs par des plaques à griffes. Ces plaques à griffes seront fournies par le constructeur et adaptées aux contraintes du chantier.

### 3.16. Grillages double torsion

#### 3.16.1. Caractéristiques géométriques

Le grillage de protection sera à maille hexagonale double torsion conformément aux normes en vigueur sur les produits métalliques et la protection anticorrosion.

Le grillage aura les caractéristiques suivantes :

→ Maille conforme aux prescriptions de l'étude :

- 60 x 80 millimètres, diamètre du fil : 2,7 millimètres ;
- 80 x 100 millimètres, diamètre du fil : 2,7 millimètres ;
- 100 x 120 millimètres, diamètre du fil : 3 millimètres ;

→ Diamètre du fil de bordure : 3,4 millimètres ;

→ Tolérance sur le diamètre du fil métallique : classe T1.

#### 3.16.2. 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 fournisseur apportera la preuve à la livraison du niveau de qualité du revêtement du grillage qu'il propose, en accompagnant les produits de certificats de contrôle inclus dans son système d'assurance qualité. Ces contrôles démontreront le respect de la masse de revêtement du fil à garantir et le respect de la composition chimique de l'alliage constituant le revêtement mettant en évidence le pourcentage d'aluminium et la présence de Mischmétal. Le respect de la composition du revêtement pourra être démontré directement par la remise du certificat NF-Acier pour les grillages double torsion.

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.

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

Les fils employés tant dans la fabrication des grillages de protection que pour les ligatures doivent satisfaire aux normes en vigueur.

Le fil métallique sera traité contre la corrosion avec fils de renforts longitudinaux sur les bords des lés. Les fils devront être fixés mécaniquement en usine et auront un diamètre de 3,4 millimètres en bordure et 2,7 millimètres en maille.

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

#### 3.16.4. Charge de rupture et allongement

Conformément à la norme NF EN 10223-3, le fil employé est en acier doux recuit de la meilleure qualité, exempt de pailles ou de tout autre défaut, et doit présenter une résistance à la traction, comprise entre 350 N/mm<sup>2</sup> et 500 N/mm<sup>2</sup>, et un allongement avant rupture d'au minimum 10 % (mesure effectuée avant tissage sur une éprouvette d'au moins 250 mm entre repères).

Le fabricant devra pouvoir fournir sur demande les essais de résistance du grillage à la traction et à l'enfoncement.

### 3.17. « Grillage » acier allié à haute limite élastique

L'ensemble des matériaux utilisés devra être conforme à l'article « 3 ».

Les « grillages » plaqués de protection mis en place sur les versants d'éboulis et de sol seront des « grillages » métalliques en acier allié de haute performance, plaqués par des renforts passifs conformément au présent CCTP.

Les plaques à griffes seront fournies par le constructeur.

Le fil d'acier employé, présentera une limite élastique à minima de 900 N/mm<sup>2</sup>. Il sera traité contre la corrosion.

Les liaisons verticales seront assurées par la mise en place d'agrafes fournies par le constructeur et possédant les mêmes propriétés physiques que les fils du filet.

Les bords supérieurs seront amarrés sur les câbles de tête de dix (10) ou quatorze (14) millimètres de diamètre, selon le diamètre du fil. Fil de 2 mm avec maille 101×175, câble de 10 mm, fil de 2 mm avec maille de 62×95 mm câble de 12 mm, fil de 3 et 4 mm câble de 14 mm.

Les bords inférieurs seront amarrés sur les câbles de pied de dix (10) ou douze (12) millimètres de diamètre, selon le diamètre du fil.

Les bords latéraux seront renforcés par des câbles de rive de dix (10) ou douze (12) millimètres de diamètre, selon le diamètre du fil.

### 3.18. Écrans de filet pare-blocs dynamiques

En conformité avec la note Cerema du 08/2014 les écrans de filet pare-blocs dynamiques seront caractérisés par les points suivants :

#### 3.18.1. Caractéristiques

Les caractéristiques des écrans de filet pare-blocs seront définies lors de l'étude de projet confiée à l'entreprise ou réalisée par l'assistance technique du maître d'ouvrage. Les principaux points spécifiés suite à une étude trajectographique sont :

- la hauteur de passage du bloc de référence (position du centre de gravité) ;
- l'énergie à l'impact au SEL et au MEL (en kJ) ;
- le diamètre équivalent du bloc de référence ;
- la longueur à protéger ;
- l'allongement maximal contraint par la topographie des lieux ;
- la hauteur résiduelle attendue après impact sans enlèvement du bloc ;
- l'effacement latéral ;
- la zone d'implantation de principe de l'ouvrage ;
- information descriptive sur la nature des sols ;
- EAD 340059-00-0106 et marquage CE.

Sur la base des éléments fournis dans l'étude, les écrans de filet pare-blocs dynamique devront être conformes aux caractéristiques demandées. Ils seront choisis dans la liste des écrans pare-blocs ayant été soumis aux essais de certification selon l'EAD 340059-00-0106 et bénéficiant d'un marquage CE, à la tolérance prédéfinie par cette même norme.

Les matériaux peuvent être des aciers de différentes nuances (DTU P 22-701), des alliages d'aluminium (DTU P 22-702), des matériaux composites ou autres. Ils doivent notamment répondre aux spécifications des normes françaises (voir liste en annexe).

Le constructeur doit joindre au projet de réalisation une note précisant, pour les matériaux utilisés, toutes les propriétés caractéristiques concernant l'effet des rayonnements solaires, de l'humidité, de la corrosion, du feu, du froid, de l'alternance gel-dégel, de la compatibilité des différents matériaux entre eux.

Le linéaire minimum de pose est de trois (3) modules, toutefois à l'appui d'une note technique basée sur les essais selon l'EAD 340059-00-0106, des linéaires inférieurs pourront être mis en œuvre lorsque la géométrie du terrain l'impose. Ils seront justifiés par une note de calcul basée sur les résultats d'essais en station homologuée de l'EAD 340059-00-0106. Dans ce cas, l'entreprise fournira un prix nouveau basé sur les sous détails de prix des écrans du marché et incluant les notes de calculs et les adaptations nécessaires.

#### 3.18.2. Capacité d'arrêt

Les capacités d'arrêt nominales des différentes classes d'écrans, fixées par le document d'agrément technique EAD 340059-00-0106, sont décrites dans le tableau ci-après ().

Classifi- cation EAD 340059- 00-0106	Classes	0	1	2I	3I	4	5	6I	7I	8
	SEL (kJ)	-	85	170	330	500	660	1000	1500	> 1500
	MEL (kJ)	100	250	500	1000	1500	2000	3000	4500	> 4500
	Catégories									
	A	hauteur résiduelle $\geq$ 50% hauteur nominale								
	B	50% hauteur nominale > hauteur résiduelle > 30% hauteur nominale								
	C	hauteur résiduelle $\leq$ 30% hauteur nominale								

Tableau 4 : Classification des écrans par-blocs selon l'EAD 340059-00-0106

### 3.18.3. Justifications techniques

La déclaration de performance du dispositif sera fournie par l'entreprise lors de chaque commande, ainsi que celui du marquage CE. Ceci implique la conformité des parades aux capacités nominales requises dans l'étude pour chaque écran pare-blocs.

L'analyse des justificatifs techniques sera conduite selon les prescriptions du chapitre II, article 6, alinéas 5 et 6 du code des marchés publics.

L'entrepreneur devra respecter le principe de montage prévu par le constructeur et défini par les plans de montage du dispositif pare-blocs. Il devra utiliser exclusivement le matériel stipulé dans la nomenclature du constructeur. La notice de montage doit être fournie à la maîtrise d'œuvre avant réalisation des travaux.

Aucune modification ne sera admise sans accord préalable justifiée par note de calcul du constructeur.

Il est interdit toute modification éventuelle sur le chantier du réglage de pièces ayant fait l'objet d'un tarage ou d'un étalonnage en usine.

### 3.18.4. Fondation

La fondation des écrans pare-blocs sera réalisée prioritairement par renforts passifs ou, à défaut, conforme aux prescriptions du fournisseur. La position, la profondeur et le diamètre des renforts passifs seront en fonction des prescriptions du fabricant du dispositif pare-blocs et de la nature des terrains rencontrés. Lorsque la force à reprendre est supérieure à la capacité nominale d'un dispositif unique (renforts passifs à scellement direct dans terrains déstructurés) des micropieux seront utilisés. La conception de ces micropieux et leur capacité nominale feront l'objet d'une note de calcul, suite à un essai préalable réalisé sur site par tranche de terrain homogène, avant tout début de travaux.

### 3.18.5. Bavettes de filet de pied d'écran

Indépendamment de la morphologie des versants dans lesquels ils sont mis en œuvre, les écrans formant la dernière ligne de protection de l'enjeu seront équipés de bavettes. Elles ont pour rôle d'éviter le passage d'éléments sous la rive inférieure de l'écran lorsque celui-ci est sollicité par un volume important en plusieurs parties successives (cas fréquent lors d'un éboulement).

Il est entendu par *volumes importants*, des volumes dont l'énergie cinétique, à l'impact, entraîne une mise en fonction des dissipateurs d'énergie et ainsi une modification de la géométrie générale de l'écran.

Les bavettes de filet, dont la longueur sera adaptée aux modules considérés, et la largeur égale à la distance mesurée de déplacement du câble de pied en milieu de module à l'essai MEL additionnées aux surfaces liées aux accidents des profils topographique. Elles seront analogues aux filets des écrans.

Elles pourront, ou pas, être équipées de dissipateurs d'énergie propres et posséderont des renforts passifs indépendants, en pied, sans perturber le bon fonctionnement de l'écran. **L'entreprise devra fournir une note de calcul garantissant ces différents points.**

Les renforts passifs de placage des bavettes et de la rive inférieure de l'écran, de type *fusible*, ne sont pas acceptés.

Sous les rives inférieures des écrans et des bavettes, la présence de vides supérieurs à vingt (20) centimètres n'est pas acceptée.

Dans le cadre de l'entretien de dispositifs pare-blocs existants, des bavettes seront mises en œuvre selon les mêmes prescriptions.

Ces dispositifs font l'objet d'un prix spécifique dans le bordereau de prix.

### 3.18.6. Doublage par grillage

Le filet de l'écran sera doublé par du grillage double torsion. La fourniture sera du grillage double torsion 60×80 mm<sup>2</sup>.

#### 3.18.7. Marquage

Chaque pièce fonctionnelle (filet, support) doit être identifiée par un marquage clair et durable, avec la classe de l'écran, le nom du fabricant, la date de fabrication, la référence du modèle et le nom du poseur

#### 3.18.8. Notice d'entretien

Une notice d'entretien doit être fournie par le constructeur ou l'importateur. Elle précise les points importants à vérifier ainsi que les mesures d'hygiène et de sécurité à prendre lors des opérations d'entretien.

#### 3.18.9. Entretien des écrans pare-blocs

Dans le cadre de l'entretien de dispositifs pare-blocs existants, des dissipateurs d'énergie doivent être remplacés.

Ils devront avoir la même capacité de dissipation d'énergie que leurs prédécesseurs afin d'assurer le bon fonctionnement de l'écran pare-blocs.

Le changement de poteau ou toute autre pièce se fera à l'identique de celles en place.

### 3.19. Barrière fixe/dynamique d'énergie < 100 kJ avec ETA

#### 3.19.1. Caractéristiques

Les caractéristiques de la barrière :

- la hauteur de passage du bloc de référence (position du centre de gravité) ;
- l'énergie à l'impact au SEL et au MEL (en kJ) ;
- le diamètre équivalent du bloc de référence ;
- la longueur à protéger ;
- la zone d'implantation de principe de l'ouvrage ;
- information descriptive sur la nature des sols ;
- ETA et marquage identique aux écrans pare-blocs.

Sur la base des éléments fournis dans l'étude, la barrière devra être conforme aux caractéristiques demandées. Elle sera choisie dans la liste des barrières ayant été soumises aux essais de certification et ayant obtenue un ETA, le cas échéant.

Les matériaux peuvent être des aciers de différentes nuances (DTU P 22-701), des alliages d'aluminium (DTU P 22-702), des matériaux composites ou autres. Ils doivent notamment répondre aux spécifications des normes françaises (voir liste en annexe).

Le constructeur doit joindre au projet de réalisation une note précisant, pour les matériaux utilisés, toutes les propriétés caractéristiques concernant l'effet des rayonnements solaires, de l'humidité, de la corrosion, du feu, du froid, de l'alternance gel-dégel, de la compatibilité des différents matériaux entre eux.

#### 3.19.2. Capacité d'arrêt

La capacité d'arrêt est à minima de 50 kJ au MEL.

#### 3.19.3. Justifications techniques

La déclaration de performance du dispositif sera fournie par l'entreprise lors de chaque commande, ainsi que celui de l'ETA. Ceci implique la conformité des parades aux capacités nominales requises dans l'étude pour chaque barrière.

L'analyse des justificatifs techniques sera conduite selon les prescriptions du chapitre II, article 6, alinéas 5 et 6 du code des marchés publics.

L'entrepreneur devra respecter le principe de montage prévu par le constructeur et défini par les plans de montage du dispositif pare-blocs. Il devra utiliser exclusivement le matériel stipulé dans la nomenclature du constructeur.

Aucune modification ne sera admise sans accord préalable, justifiée par note de calcul du constructeur.

Il est interdit toute modification éventuelle sur le chantier du réglage de pièces ayant fait l'objet d'un tarage ou d'un étalonnage en usine.

#### 3.19.4. Fondation

La fondation des écrans pare-blocs sera réalisée prioritairement par renforts passifs ou à défaut conforme aux prescriptions du fournisseur. La position, la profondeur et le diamètre des renforts passifs seront fonctions des prescriptions du fabricant du dispositif pare-blocs et de la nature des terrains rencontrés. Lorsque la force à reprendre est supérieure à la capacité nominale d'un dispositif unique (renforts passifs à scellement direct dans terrains déstructurés) des micropieux seront utilisés. La conception de ces micropieux et leur capacité nominale feront l'objet d'une note de calcul suite à un essai préalable réalisé sur site, par tranche de terrain homogène, avant tout début de travaux.

### 3.20. Barrières fixes grillagées

L'ensemble des matériaux entrant dans la composition de la barrière fixe grillagée sera conforme au CCTP.

La barrière fixe grillagée sera composée de :

- poteaux métalliques IPN 80 de un (1) mètre de haut ou poteau HEA 100 de deux (2) mètres de haut avec protection anticorrosion classe A ;
- une platine de fixation 180x100x10 millimètres en pied de poteau IPN galvanisation classe A ;
- une platine de fixation 240x120x10 millimètres en pied de poteau HEA galvanisation classe A ;
- un câble de diamètre douze (12) millimètres en tête et en pied de poteau ;
- un câble de haubanage aval et amont de diamètre douze (12) millimètres au niveau de chaque poteau ;
- un câble de diamètre douze (12) millimètres pour les haubans latéraux en extrémités de barrières ;
- une nappe de grillage double torsion maille 60x80 ;
- des renforts passifs de diamètre vingt-huit (28) millimètres en pied de poteaux et de diamètre vingt-cinq (25) millimètres en renfort passif de haubanage amont, aval et latéral. La longueur sera adaptée aux résultats de l'essai de convenance fait sur site.

Les poteaux comporteront un dispositif permettant la fixation des câbles de tête, de pied et de haubanage ainsi que pour un câble intermédiaire sur les poteaux de deux (2) mètres.

Les poteaux seront équipés de bouchons en tête afin d'éviter que des oiseaux ou quelconques mammifères viennent nicher à l'intérieur.

### 3.21. Enrochements et dispositifs modulaires de soutènement

#### 3.21.1. Enrochements

Les dispositions de l'article 16.4 du fascicule 2 du CCTG sont complétées comme suit : l'entrepreneur doit soumettre les modalités de mise en œuvre à l'approbation du Maître d'Œuvre.

Les caractéristiques des enrochements sont définies en référence à la norme NF EN 13383-1 (spécifications) et NF EN 13383-2 (méthode d'essais).

Les enrochements qui seront mis en œuvre sont définis dans le tableau ci-après :

Propriétés	Caractéristiques demandées
Classes granulaires	Enrochement lourd HMA <sub>300/1000</sub> et HMA <sub>1000/3000</sub>
Élancement	LT <sub>A</sub>
Résistance à la fragmentation	CS <sub>60</sub>
Résistance à l'usure	MDE <sub>20</sub>
Résistance au gel	WA <sub>0,5</sub> ou FT <sub>A</sub>

**Tableau 5 : Caractéristiques de enrochements**

### 3.21.2. Dispositifs modulaires de soutènement

Les dispositifs modulaires de soutènement seront composés de blocs bétons empilables. L'agrément de tels dispositifs, en termes de formule béton ou de mise en œuvre, sera soumis au préalable au Maître d'Œuvre. La classe d'environnement du béton sera à minima XF2/XD3.

## 3.22. Accastillage

### 3.22.1. Serre-câbles

Les serre-câbles devront satisfaire à la norme NF EN 13 411-5 + A1 annexe B.

Ils devront présenter une protection anticorrosion telle que défini à l'article « 3.7 ».

Pour les pièces moulées dont l'épaisseur est supérieure ou égale à 6 millimètres, l'épaisseur moyenne de revêtement (minimum) doit être de 80 microns.

La demande d'agrément devra détailler au minimum :

- la nature ;
- l'origine (fournisseur, fabricant) ;
- les caractéristiques, les dimensions et poids, les procédés de fabrications, les modalités d'essais, de marquage, de contrôle des produits manufacturés (fiche technique de fabrication, fiche commerciale détaillant les caractéristiques techniques, etc.) ;
- les caractéristiques du revêtement par galvanisation à chaud ;
- le schéma de montage précisant le nombre de serre-câble à mettre en œuvre en fonction du diamètre de câble, ainsi que le couple de serrage (et la méthodologie utilisée pour obtenir ce couple de serrage). La répartition des serre-câbles sera réalisée conformément au tableau B2 de l'annexe B de la norme 13 411-5+ A1 ;
- la destination, l'ouvrage pour lequel le produit est destiné ;
- la date de remise de la demande d'agrément.

Les serre-câbles ne pourront être mis en œuvre qu'après avoir reçu l'agrément du Maître d'Ouvrage ou du Maître d'Œuvre.

### 3.22.2. Cosse-cœurs et terminaisons manchonnées

Les cosse-cœurs et terminaisons manchonnées devront satisfaire à la norme NF EN 13 411-1.

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

D'une manière générale on préférera une galvanisation qui sera réalisée à l'aide d'un revêtement appliqué par immersion à chaud, dans le zinc ou un alliage de zinc.

Pour les pièces moulées dont l'épaisseur est supérieure ou égale à 6 mm, l'épaisseur moyenne de revêtement (minimum) doit être de 80 microns.

### 3.22.3. Manilles

Les manilles devront satisfaire à la norme NF EN 13 889 de juillet 2003.

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

D'une manière générale on préférera une galvanisation qui sera réalisée à l'aide d'un revêtement appliqué par immersion à chaud, dans le zinc ou un alliage de zinc.

Pour les pièces moulées dont l'épaisseur est supérieure ou égale à 6 mm, l'épaisseur minimum de revêtement doit être de 80 microns.

## 3.23. Croix de saint-André

Les croix de saint-André seront conformes au plan joint en annexe du présent CCTP. La nuance d'acier sera S350 à S500, la fabrication sera réalisée par des soudeurs qualifiés selon la norme NF EN ISO 9606-2. Elles seront manufacturées en usine et traitée anti corrosion conformément à l'article « 3.7 ».

## 3.24. Matériaux divers non dénommés

Tous les matériaux employés par l'entreprise et non dénommés au présent document seront de la meilleure qualité, sans aucun défaut nuisible à la bonne exécution et la bonne sécurité des ouvrages. Leur provenance devra toujours être justifiée et ceux qui ne présenteraient pas les garanties jugées nécessaires par le Maître d'Œuvre seraient rigoureusement refusés.

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

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

Il s'agit de géotextiles naturels type jute ou nappe de coco (densité 900/m<sup>2</sup>) et de géogrille type géo synthétique tridimensionnel perméable d'épaisseur 12 mm incorporé ou non à un grillage.

## **4. MODE D'EXÉCUTION DES TRAVAUX**

### **4.1. Installation de chantier**

Les installations de chantier, telles que les locaux, sont généralement situées 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.

L'installation de chantier devra prévoir les amenées et le repliement du matériel et des engins de chantier.

Elle devra satisfaire aux exigences du coordinateur de sécurité en termes d'hygiène et de sécurité.

L'entrepreneur devra prendre à sa charge :

- les dépenses d'occupation et d'aménagement des terrains nécessaires, des voies d'accès ;
- les dépenses de remise en état initial des terrains et lieux utilisés ;
- la mise à disposition d'un local au Maître d'Œuvre, pour la tenue des réunions de chantier ;
- les frais d'installation et de branchement aux réseaux ;
- les frais de gardiennage, de clôture et d'éclairage ;
- l'entretien des protections mobiles (type GBA + écran barrière grillagée ) ;
- l'état des lieux et le constat du bâti avant et après les travaux ;
- les frais occasionnés par l'étude et la mise en place de tous dispositifs de sécurité exigés ;
- l'enlèvement des matériaux en excédant et la remise en état des lieux ;
- la remise en état d'éventuelles dégradations du domaine public et du domaine privé ;
- un état des lieux pour les différents ouvrages d'arts trouvés dans un périmètre de 200 mètres des travaux (plus particulièrement dans les zones d'utilisation d'explosif) ;
- la mise en place de témoins de déplacement sur les masses reconnues instables à l'aval desquelles des travaux sont prévus. Lors de la présence de personnels dans ces zones à risques, des vigies seront placées au niveau des repères de déplacement. Ces vigies seront équipées de tous les moyens nécessaires à une communication rapide entre eux et le personnel en contre-bas. Au moindre signe de mouvement, l'alerte est donnée et le chantier évacué.

L'attention de l'entrepreneur est particulièrement attirée sur les difficultés de l'amenée à pied d'œuvre des matériaux, lorsque les travaux doivent se réaliser en terrain privé, pouvant être localement boisé et en pente.

Il lui appartiendra alors de réaliser tout système, tout changement d'engin ou de matériel lui permettant d'accéder aux zones de travail, y compris les prestations hélicoptées.

### **4.2. Circulation et signalisation de chantier**

L'entrepreneur devra assurer la signalisation du chantier de jour comme de nuit, conformément aux instructions ministérielles en vigueur concernant la signalisation temporaire des routes.

La mise en œuvre de la signalisation au droit du chantier incombera à l'entrepreneur qui devra utiliser judicieusement des panneaux réglementaires. Au cas où les restrictions de circulation comporteraient la mise en sens unique alterné, la signalisation se fera soit par pilotage manuel à l'aide de piquets K10, soit par feux tricolores sur les sections concernées pendant la journée. Les feux tricolores pour alternat seront autorisés pendant la nuit.

Toutes les restrictions de circulation devront faire l'objet d'un arrêté de circulation pris en concertation et avec l'accord du Maître d'Œuvre et de ses services représentants, auprès de la Direction Interdépartementale du Sud-Ouest, et ceci dans les délais autorisés.

En cas de difficultés exceptionnelles, notamment la défaillance du dispositif ci-dessus l'entrepreneur devra être capable d'assurer à l'aide de personnel compétent, convenablement équipé (radio, etc.), l'écoulement de la circulation y compris en fin de semaine.

Toutes les consignes de circulation et de signalisation devront être conformes aux volumes 1 à 5 du "manuel du chef de chantier – signalisation temporaire" édité par le SETRA.

#### **4.3. Dispositions de protection provisoire des usagers de la route**

L'entrepreneur devra prendre toutes les dispositions nécessaires pour assurer la protection provisoire des usagers de la voirie et du chantier par un dispositif assurant une séparation matérialisée du chantier et de la circulation routière.

La mise en place et l'entretien de barrières, de type GBA lourde (ou équivalent), rehaussée d'un écran de protection/blocs de béton doublé d'un géotextile sera à la charge de l'entreprise.

Les dispositions de protection provisoire devront être soumises par l'entrepreneur à l'accord préalable du Maître d'Œuvre.

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 l'écran ;
- que l'emprise de ces protections ne dépasse pas l'axe médian de la chaussée ;
- que l'écran est maintenu en bon état sur toute sa surface, notamment après sollicitation.

#### **4.4. Dispositions de protection provisoire des occupants du bâti**

L'entrepreneur devra prendre toutes les dispositions nécessaires pour assurer la protection durant les travaux des occupants du bâti.

Les dispositions de protection provisoire devront être soumises par l'entrepreneur à l'accord préalable du Maître d'Œuvre.

#### **4.5. Dispositions de protection provisoire des usagers des chemins, des voies**

L'entrepreneur devra prendre toutes les dispositions nécessaires pour assurer la protection durant les travaux des usagers des chemins, des voies.

Les zones des travaux seront délimitées par un dispositif assurant une séparation matérialisée du chantier.

Les terrains privés, communaux, ainsi que toutes les voies, devront être protégés des impacts des blocs purgés, manuellement ou par minage.

Les dispositions de protection provisoire devront être soumises par l'entrepreneur à l'accord préalable du Maître d'Œuvre.

#### **4.6. Piquetage général et piquetages spécifiques**

Les travaux de piquetage général incombent à l'entrepreneur qui les fera exécuter par un ou plusieurs géomètres qualifiés. L'entrepreneur devra assurer l'exécution de tous les levés particuliers, y compris les levés sur talus nécessaires.

Les piquetages spécifiques seront réalisés par l'entreprise contradictoirement avec le Maître d'Œuvre.

#### **4.7. Matériaux de protection de chaussée et de parapet**

Le matériau sera étalé sur la chaussée en une couche de cinquante (50) centimètres à la régaleuse.

Les bottes de paille seront positionnées devant le parapet afin de les protéger contre des éventuelles dégradations.

#### **4.8. Travaux de débroussaillage et d'abattage d'arbre**

Il est souligné que les travaux de débroussaillage et d'abattage devront être strictement limités :

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

Ils tiendront compte des spécifications, en matière de respect de la faune et de la flore, pour les accès et le dégagement de l'emprise.

Ces produits seront amenés jusqu'à la chaussée où ils seront stockés avant reprise. L'évacuation de ces matériaux se fera conformément au présent CCTP article 4.10.

L'abattage d'arbres est pris en compte pour des éléments présentant un diamètre de dix (10) cm à un (1) mètre du sol. Les abattages seront exécutés en observant les règles de l'art, dans le cadre des conventions signées avec les propriétaires et avec leur accord pour la mise à disposition ou la destruction des bois abattus.

#### **4.9. Travaux de purges**

D'une manière générale, les différents modes de purge 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 événement « 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.

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. Il s'agit de veiller à ne pas déstabiliser les masses rocheuses en place.

##### **4.9.1. Purges manuelles**

Les travaux de purge générale des zones seront effectués exclusivement à l'aide de moyens manuels (barre à mine, leviers divers, vérins, éclateurs hydrauliques, treuils ou palan) pour évacuer les blocs en pied de versant.

Les travaux de purge seront limités à l'élimination des éléments les plus instables, ou les plus déconsolidés, répartis sur l'ensemble des différentes zones et au nettoyage des matériaux éboulés restés sur la pente. En particulier, l'attention de l'entrepreneur est attirée sur le fait que les travaux de purge n'ont pas pour objectif d'éliminer toutes les masses rocheuses susceptibles d'être déstabilisées, mais, de parvenir par l'élimination des éléments les plus déconsolidés à un niveau d'aléa éboulement faible.

Lors des purges manuelles, l'entreprise devra identifier celles nécessitant un traitement autre et le signaler au Maître d'Œuvre qui prendra la décision nécessaire.

##### **4.9.2. Purges par ciment expansif**

Le but de ces travaux au ciment expansif est de parvenir à une paroi sécurisée vis-à-vis des masses individualisées sans entamer l'épaisseur de la paroi.

Seront concernés les compartiments rocheux et les écaillés trop fragmentés pour bénéficier d'un clouage fiable et pérenne et ceux ne pouvant pas être évacués tel quel par des purges manuelles.

Si au cours des travaux l'entreprise découvre d'autres aléas, leur traitement devra faire l'objet d'une validation par le Maître d'Œuvre.

La fragmentation devra être réalisée en respectant les consignes du fournisseur de façon à fractionner en petits éléments les blocs (inférieurs à 50 Litres).

Les masses à traiter seront préalablement emmaillottées dans un grillage afin :

- de contenir au mieux les blocs à fragmenter pendant le forage ;
- d'éviter les éventuelles propagations de fragments de blocs.

La présence d'une personne de l'entreprise est exigée jusqu'à fracturation des éléments rocheux dans le cas où la masse traitée n'est pas emmaillotée par un système de maintien.

#### 4.9.3. Purges par « micro-minage »

Le but de ces travaux à l'explosif est de parvenir à une paroi sécurisée vis à vis des masses individualisées sans entamer l'épaisseur de la paroi.

Seront concernés les compartiments rocheux et les écailles trop fragmentés pour bénéficier d'un clouage fiable et pérenne et ceux ne pouvant pas être retenus à long terme après la mise en place d'un grillage plaqué ou d'un filet de câbles.

Une validation des masses repérées par l'entreprise sera réalisée par le Maître d'Œuvre.

Le micro-minage devra être réalisé sans effet arrière lors des tirs de mine (déstructuration du rocher à l'arrière des tirs), il devra être réalisé en optimisant les charges d'explosif de façon à fractionner en petits éléments les blocs, sans déstabiliser le versant.

Les masses à traiter seront préalablement emmaillotées dans un géotextile et un grillage afin :

- d'éviter les éventuelles projections de fragments de blocs ;
- de préserver la chaussée des chutes de masses trop importantes.

Le plan de tir et le planning détaillé des travaux devront être communiqués au Maître d'Œuvre avant chaque tir, le tir ne sera réalisé qu'après réception des documents par le Maître d'Œuvre et autorisation de celui-ci.

Ce plan de tir devra préciser :

- l'organisation générale du tir (phasage, paliers, hauteur d'abattage) ;
- l'espacement des trous ;
- le diamètre ;
- la nature et le type des explosifs ;
- les modalités de chargement des forages ;
- la nature de l'amorçage et le plan de la séquence de mise à feu ;
- la charge d'explosif au mètre cube extrait et par trou de mine ;
- les dispositions particulières pour assurer la bonne exécution des purges (prévues ou non par le Maître d'Œuvre).

Ce plan de tir ne décharge pas l'entrepreneur de ses responsabilités vis-à-vis des résultats à obtenir.

Toutes les précautions de sécurité seront prises avant les tirs, notamment en matière de signalisation visuelle, d'avertissement sonore, et de protection des ouvrages intéressés à faible profondeur.

Ces travaux devront être conduits en tenant compte du planning général du chantier.

Tous les travaux de purge et de destruction de blocs à l'explosif nécessiteront 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 rocheux voisins. Le contrôle des vibrations sera réalisé conformément à l'article « 1.8 » du présent CCTP.

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.

#### 4.9.4. Purges mécaniques

Les travaux de purge identifiés spécifiquement par l'étude pourront être effectués à l'aide d'une pelle mécanique, pelle araignée ou Brise Roche Hydraulique (BRH) de puissance moyenne (ou pelle avec dent de déroctage)

Les travaux de purges mécaniques ont pour objectif le reprofilage dans des matériaux meubles ou rocheux.

Les travaux de purge seront limités à l'élimination des éléments les plus instables ou les plus déconsolidés répartis sur l'ensemble des différentes zones du talus et au nettoyage des matériaux éboulés restés sur la pente et en pied de talus. En particulier, l'attention de l'entrepreneur est attirée sur le fait que les travaux de purge n'ont pas pour objectif d'éliminer toutes les masses rocheuses susceptibles d'être déstabilisées, mais, de parvenir par l'élimination des éléments les plus déconsolidés à un niveau d'aléa éboulement faible. Il s'agit de veiller à ne pas déstabiliser les masses rocheuses en place. Tous les travaux de purges mécaniques devront obéir à une procédure qui sera soumise à l'approbation du Maître d'Œuvre et seront conduits de la façon suivante :

- reconnaissance contradictoire de l'entreprise et du Maître d'Œuvre de la zone du talus où se trouvent les masses rocheuses à purger pour examiner une méthodologie particulière d'intervention ;
- évaluation en volume des masses rocheuses à purger ;
- définition des moyens.

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 pour être réalisé pour finition.

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

#### 4.9.5. Propagation des éléments de purges

L'entreprise veillera, durant les purges et le micro-minage, à limiter strictement les propagations des matériaux traités au pied des versants. Tous les tirs seront couverts. Tous les produits de purges seront stockés sur la chaussée pour une reprise ultérieure.

Lors de tirs sécurisés, les **dispositifs de sécurisation** proposés par l'entreprise seront **soumis à la validation par le Maître d'Œuvre**. Les éléments susceptibles d'atteindre la route ne devront pas excéder cinquante (50) Litres.

### 4.10. Évacuation des produits de purges et de dévégétalisation

L'enlèvement des produits d'arrachage ou d'abattage sera exécuté au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Les végétaux qui ont été stockés sur la chaussée dont les tiges présentent un diamètre de moins de dix (10) centimètres seront broyés avant évacuation, les éléments de diamètre supérieur seront découpés en bûches d'un (1) mètre de longueur. Le volume pris en compte sera le volume broyé (moins de dix (10) centimètres de diamètre) et le volume empilé (supérieur à dix (10) centimètres de diamètre) sur une aire agréée par le Maître d'Œuvre.

Les lieux de dépôts de ces produits sont du ressort et restent sous la responsabilité de l'entrepreneur. Les produits d'abattage restent la propriété du Maître d'Ouvrage qui donnera toutes les directives pour le stockage de ceux-ci.

Les produits de purges manuelles, mécaniques, par micro-minage ou par ciment expansif seront repris après avoir été stockés sur la chaussée ou en pied de versant. Leur évacuation tient compte de tous les moyens à mettre en œuvre, camion, chargeur, balai ainsi que du transport et du déchargement dans un dépôt agréé.

Si acceptation du Maître d'Œuvre, ces produits pourront être stockés sur place pour leur réutilisation en banquette.

### 4.11. Exécution des renforts passifs (boulonnage et clouage)

#### 4.11.1. Généralités

Rappel :

- sont appelés « sols », les terrains définis dans les normes NF EN ISO 14688-1 et 14688-2. Ils sont représentés par les terrains meubles ;
- sont appelés « roches », les terrains définis par la norme NF EN ISO 14689 ;
- sont appelés « clous », les barres scellées sur toute leur longueur dans des sols ;
- sont appelés « boulons », les barres scellées sur toute leur longueur dans du rocher ;
- sont appelés « ancrages », les barres scellées sur une longueur donnée en fond de forage avec une partie libre et un effort de précontrainte appliqué sur cette partie libre. Ces barres peuvent être mise en œuvre dans tout type de terrain.

Les renforts passifs serviront à la fixation du grillage, du filet acier allié haute limite élastique, des filets de câbles, des câbles de contention des masses reconnues instables et de toute autre parade nécessitant leur mise en œuvre. On appliquera les recommandations du guide méthodologique Cerema : renforcement des instabilités rocheuses, dimensionnement et exécution des boulons (parution 2017).

Après le débroussaillage, purges manuelles et micro-minage, un point d'arrêt permettra d'identifier, en accord avec le Maître d'Œuvre, les masses éventuelles à boulonner.

Les renforts passifs de tête seront disposés en retrait d'au moins trois (3) mètres de la ligne de rupture de pente. Cette distance peut être augmentée selon les conditions et en particulier si les matériaux de surface sont altérés. Les renforts passifs de tête seront inclinés entre 30° et 45° vers l'amont. Ils ne seront pas distants de moins de trois (3) mètres. Le dimensionnement des barres, profondeur de forage et diamètre seront calculés en conséquence. Cette disposition vise à éviter le risque de pré découpage en tête des talus.

La profondeur des renforts passifs sera définie sur le site en fonction des prescriptions de l'étude et des valeurs caractéristiques des sols ou massifs rocheux (qs). Toutefois, une longueur de scellement d'au moins quatre-vingt (80) fois le diamètre, en arrière de toute fissuration, sera respectée. Si, suite à un essai de convenance, la profondeur calculée suivant la valeur du qs est inférieure à  $80 \times \varnothing$  alors c'est la valeur la plus grande qui sera prise en compte.

Tous les renforts passifs seront équipés de plaques d'appui telles que définies dans l'article « 3.12 ».

Le serrage de l'écrou de blocage suivant une force de 20 kN se fera à l'aide d'une clé dynamométrique sauf prescriptions particulières pour les filets et grillages en acier allié à haute limite élastique. Le couple de serrage sera appliqué conformément à la norme NF E 25030.

La mise en œuvre des renforts passifs à câbles scellés sur toute leur longueur, ou manchonnés sur une barre de renfort passif, est préférable dans le cas où ceux-ci sont soumis à des efforts cisailant. Ces renforts passifs à câbles seront obligatoirement manufacturés en usine avec boucle manchonnée en tête et protection anticorrosion. En aucun cas ils seront réalisés sur chantier à base de câbles livrés en bobine.

L'implantation sur site de ces renforts passifs sera définie contradictoirement.

Après mise en œuvre, les renforts passifs à barres devront être recepés à environ cinq (5) centimètres de l'écrou, maximum.

#### 4.11.2. Exécution des forages

La longueur nominale des renforts passifs est définie comme étant égale à la longueur de la partie scellée dans le rocher, désignée par "profondeur" ou "longueur de scellement". La longueur hors trou est en général égale à 0,20 m environ. Une sur profondeur de vingt (20) centimètres en fond de trou est exigée.

L'implantation et l'orientation des renforts passifs devront être conformes aux données d'implantation et aux spécifications définies par le Maître d'Œuvre.

Le forage d'un renfort passif devra avoir une profondeur légèrement supérieure à la longueur de scellement pour permettre dans tous les cas, le scellement de la barre sur la longueur nominale prévue. Le diamètre de forage devra permettre de ménager un espace annulaire de quinze (15) millimètres au minimum, pour le scellement au coulis d'une barre de diamètre nominal inférieur ou égal à vingt-cinq (25) mm. Pour les barres d'un diamètre nominal supérieur à vingt-cinq (25) mm, cet espace annulaire sera de vingt (20) et ce, notamment autour des canules ainsi que des dispositifs de raboutage éventuels.

Toute barre sera équipée à minima de deux centreurs compatibles avec le diamètre de forage. Un centreur sera disposé tous les deux (2) mètres. Sur une barre de deux (2) mètres il y aura donc deux (2) centreurs.

En terrain très fracturé et instable, il est prévu d'utiliser du tubage à l'avancement pour maintien du trou de forage (odex ou rota-odex). L'entrepreneur devra alors mettre en œuvre le matériel nécessaire à la bonne réalisation de mise en place du tubage et à son retrait après mise en œuvre du renfort passif muni de ses centreurs et d'une « chaussette » géotextile conforme au présent CCTP.

Les copeaux issus du forage pouvant obstruer caniveau, cunette, regard, trottoir... seront évacués quotidiennement au frais de l'entreprise. Il en va de même pour les éboulis provenant des talus, suite aux vibrations des forages

#### 4.11.3. Scellement des renforts passifs

L'ensemble des matériaux utilisés sera tel que défini à l'article « 3 ».

##### 1) Spécifications

Le scellement se caractérise par les paramètres suivants :

- pression d'injection ;
- volume du coulis injecté ;

- type de coulis.

Après nettoyage et contrôle des forages de scellement, la barre sera mise en place, le coulis de scellement sera injecté en fond de trou au moyen d'une canule fixée à la barre et arrivant à 10 cm de son extrémité. Le coulis est injecté à partir de cet événement jusqu'à son apparition en tête de renfort passif. En fin de mise en place de la barre, le coulis de scellement doit affleurer du trou de renfort passif qui ne doit présenter aucun défaut de remplissage. Pour les renforts passifs positionnés sub-horizontalement, la tête devra faire l'objet d'un coffrage afin que le coulis enrobe complètement la barre jusqu'au niveau du sol.

Après séchage du coulis, l'entreprise devra réaliser un complément pour compenser le retrait de celui-ci sur l'ensemble des renforts passifs. Ce complément sera réalisé gravitairement. Le coffrage de tête sera déposé après réalisation de cette opération.

Toute autre disposition d'exécution des scellements devra être soumise à l'agrément préalable du Maître d'Œuvre.

L'entreprise sera particulièrement attentive à éviter toute « coulure », ou coulées, sur les faces rocheuses. En cas de débordement de produit de scellement sur les parois rocheuses, ou sur toutes pièces métalliques, celles-ci seront nettoyées avant la prise du coulis. Si toutefois de telles traces étaient constatées, l'entreprise mettra en œuvre, à ses frais, les moyens nécessaires à leur élimination, tel que le sablage des parties restées souillées, afin de restituer l'état initial du milieu naturel.

La position, l'orientation et l'ordre d'exécution des renforts passifs devront être conformes aux spécifications du projet. Toute modification par rapport aux spécifications devra faire l'objet d'un accord préalable du Maître d'Œuvre.

Le Maître d'Œuvre se réserve la possibilité de modifier ou de définir éventuellement en cours de travaux de phasage d'exécution des renforts passifs en particulier pour tenir compte des adaptations nécessaires en fonction de l'avancement du chantier.

**Avant mise en tension des renforts passifs, l'entreprise devra respecter les temps de séchage du coulis, soit à minima 7 jours, sous réserve de la réalisation d'un écrasement en compression conforme au paragraphe 2 ci-dessous.**

#### ➤ Forage

L'entreprise signalera pour chaque renfort passif, sur les fiches de forage, les anomalies rencontrées en cours de forage.

#### ➤ Injection

Une épreuve de convenance de coulis à la charge de l'entreprise sera réalisée avant tout commencement d'injection à la demande du Maître d'Œuvre. Cet essai porte sur les conditions de mise en œuvre, la fluidité, le ressuage, la densité (vérification du rapport E/C) et la résistance en compression à sept (7) et vingt-huit (28) jours.

L'injection sera conforme aux spécifications suivantes :

- les doseurs volumétriques ou pondéraux permettront de réaliser les mélanges prévus avec la précision souhaitable (1 à 2 %) ;
- les coulis seront préparés dans des malaxeurs à grande vitesse créant une mise en suspension colloïdale des produits ;
- le malaxage de chaque gâchée sera au moins de deux minutes. La gâchée sera envoyée dans une cuve de reprise, agitée mécaniquement en permanence, et passera dans un bac doseur d'où partira l'aspiration de la pompe d'injection ;
- le **rapport E/C sera inférieur à 0.45** ;
- les coulis feront l'objet de contrôles de qualité par l'entreprise (densité, viscosité, exsudation, résistance à la traction et à la compression sur éprouvettes normalisées 40x40x160 mm, etc.), le Maître d'Œuvre se réservant la possibilité d'effectuer des contrôles contradictoires ;
- le coulis présent dans la manche en fin d'injection sera réaspiré par la centrale qui sera donc double flux.

L'entreprise remplira une fiche d'injection pour chaque renfort passif sur laquelle seront portés la nature du coulis, son rapport E/C, les pressions d'injection, le volume injecté, les problèmes rencontrés. Au-delà de cinq fois le volume théorique injecté, l'entreprise alertera le Maître d'Œuvre (ouverture d'une fiche de non-conformité) pour adapter la procédure de scellement.

Toute mise en œuvre gravitaire du coulis est strictement interdite, sauf pour les compléments.

Par temps froid, températures comprises entre 0°C et +5°C, la température du coulis devra être supérieure à +10°C dans le malaxeur. Sa mise en place n'est autorisée que sous réserve de l'emploi de moyens efficaces pour prévenir les effets dommageables du froid. Lorsque la température mesurée sur chantier est inférieure à 0°C, toute injection est strictement interdite.

### 1) Contrôles

Les essais de résistance selon la norme NF EN 196-1 sur les produits de scellement et contrôle des injections seront à la charge de l'entreprise dans le cadre des contrôles interne et externe.

Le Maître d'Œuvre se réserve la possibilité de faire effectuer, à sa charge par un laboratoire de son choix, des contrôles analogues dans le cadre du contrôle extérieur.

**L'exsudation devra être inférieure ou égale à 2% à 3 heures.**

**Les résistances à 28 jours** (NF EN 196-1) devront atteindre :

- pour la résistance à la compression : 30 MPa ;
- pour la résistance à la traction : 4 MPa.

Elles seront testées sur éprouvettes prismatiques 40 mm x 40 mm x 160 mm selon les normes en vigueur.

La densité (E/C) sera vérifiée sur le terrain à l'aide d'une balance baroïd. Le poids volumique des ciments CEM III P MES est prise égale à  $\gamma_{cem} = 29,5 \text{ kN.m}^{-3}$ .

Les contrôles à la balance baroïd devront correspondre à +/- 2% de la valeur théorique.

L'entrepreneur devra mettre à la disposition du Maître d'Œuvre, les moyens d'accès et le personnel de renfort nécessaire pour la réalisation de ces essais.

### 2) Documents à fournir par l'entreprise

*Avant les travaux :*

- le PAQ (cf. article « 2.2.2.4 du présent CCTP ) ;
- une note technique de justification de la conception et de l'exécution des renforts passifs avec en particulier la justification de l'armature et de la longueur de scellement, les caractéristiques des coulis et de l'essai de chargement.

*Pendant les travaux :*

Des informations sur les difficultés ou anomalies rencontrées au cours du forage et du scellement des renforts passifs.

### 3) Équipe d'injection

En même temps que l'entrepreneur proposera au Maître d'Œuvre l'agrément des renforts passifs, celui-ci devra également soumettre à l'agrément l'équipe qui sera amenée à assurer les travaux d'injection des renforts passifs.

La composition de cette équipe sera telle que toutes les fonctions de responsabilité seront assumées par du personnel qualifié, ayant déjà exécuté des travaux d'injection de même type, et dont les résultats auront été jugés satisfaisants.

#### 4.11.4. Scellement dans les zones fracturées

Dans le cas de scellement dans des zones fracturées, l'entrepreneur devra indiquer notamment les dispositions prévues pour le scellement lors du franchissement de ces zones fracturées. Le relevé des fractures ouvertes rencontrées pendant le forage devra être noté dans la « fiche forage » et le diamètre de forage pour les renforts passifs devra tenir compte des dispositions éventuellement nécessaires pour assurer un scellement répondant aux spécifications.

Tout dispositif du type chaussette et enrichissement du coulis est réputé inclus dans les prestations de l'entreprise. Un doublement de chaussette ou canule, si il est nécessaire, devra être justifié par la « fiche forage » expliquant pourquoi il a été nécessaire de doubler ces éléments. Sans justifications précises, le doublement de chaussette ou canule ne sera pas retenu.

Dans ce cas, la procédure devra être soumise au Maître d'Œuvre et un essai de convenance sera obligatoirement réalisé.

#### **4.12. Boulonnages par renforts passifs**

Leur implantation se fera à l'occasion des purges sur indication de l'entreprise et avec l'accord du Maître d'Œuvre. Tous les boulons utilisés pour une même masse rocheuse seront parallèles entre eux et de même nuance d'acier. La mise en œuvre de ceux-ci se fera conformément à l'article « 4.11 - Exécution des renforts passifs ».

#### **4.13. Renforts passifs pour essais**

Les essais de contrôle seront exécutés avec les moyens exclusifs de l'entreprise, sous le contrôle d'un laboratoire agréé par le Maître d'Œuvre.

Les essais seront conduits selon les prescriptions de la norme XP P 94-444 et de la future norme NF EN ISO 22477-6 (à paraître) pour les renforts passifs de type scellement direct au rocher et la norme NF P 94-242-1 pour les renforts passifs à scellement direct dans les sols. (Voir paragraphe 4.11.1)

Les renforts passifs (sols ou rochers) feront à minima trois (3) mètres de long avec un (1) mètre scellé et deux (2) mètres libres. Ceci afin de s'affranchir de la réaction de surface.

Le dispositif d'essai devra être agréé par le Maître d'Œuvre, en particulier l'entrepreneur devra fournir avant le début des travaux la procédure et les plans de montage du dispositif d'essai, ainsi que le procès-verbal de vérification et d'étalonnage du système hydraulique et de mesure de déplacement. Ils seront réalisés avec la même inclinaison par rapport à l'horizontal que les renforts définitifs et seront orientés par rapport à la structure rocheuse de façon similaire.

Le Maître d'Œuvre se réserve le droit de faire tester, en cours de chantier, des renforts passifs définitifs selon les normes citées. Ces renforts passifs seront réputés détruits et seront réalisés de nouveau selon les prix du marché à l'extérieur de la zone d'influence du renfort passif détruit.

#### **4.14. Application de la protection anticorrosion**

Les travaux d'application de la protection par peinture anticorrosion seront réalisés par des opérateurs certifiés ACQPA, avec au minimum un applicateur niveau 2 présent en continu sur le chantier pendant les travaux.

L'application du traitement anticorrosion ne pourra être réalisée qu'après accord du Maître d'Œuvre.

#### **4.15. Mise en œuvre du béton projeté**

##### **4.15.1. Préparation des surfaces**

Avant tout commencement d'exécution des travaux, l'entrepreneur proposera au Maître d'Œuvre le mode de préparation des surfaces de rocher à traiter.

##### **4.15.2. Armatures**

L'enrobage de toute armature doit être d'au moins quatre (4) centimètres. La fixation des aciers doit être assurée afin d'éviter tout mouvement pendant la projection, ce qui entraîne une augmentation du pourcentage des retombées et crée des discontinuités dans l'adhérence du béton projeté. 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.

##### **4.15.3. Mise en œuvre**

Avant projection, les surfaces devront être humidifiées afin qu'elles n'absorbent pas l'eau du béton fraîchement projeté. Ce traitement devra être répété de manière à ce que les surfaces soient saturées.

Il sera nécessaire de détourner, par des moyens adéquats, toutes venues d'eau sur les surfaces à traiter car elles peuvent entraîner un délavage et un décollement des bétons.

##### **4.15.4. Matériel de projection**

Les moyens utilisés pour la projection du béton doivent être soumis à l'agrément du Maître d'Œuvre.

### Voie sèche

La machine à refouler doit être munie d'un manomètre afin de vérifier la pression de refoulement.

Pour des raisons de sécurité et une meilleure qualité de projection, il est nécessaire de disposer d'une liaison (téléphone, voyant lumineux, signal sonore, etc.) entre la machine à refouler et l'opérateur à la lance de projection.

### Voie mouillée

Il s'agit de transporter par pompage du béton traditionnel, de fait, tous les critères pour la confection des bétons sont à respecter.

L'accélérateur ajouté au niveau de la buse de projection devra être rigoureusement dosé, car des sous dosages conduisent à obtenir une mauvaise adhérence et des surdosages à une limitation des performances mécaniques du béton. Il est donc nécessaire d'asservir le débit d'accélérateur au débit du béton. Le produit accélérateur devra être compatible avec le plastifiant éventuellement incorporé au béton au cours du malaxage.

#### 4.15.5. Projection

La projection de béton ne devra avoir lieu qu'après réception par le Maître d'Œuvre des surfaces à traiter.

La distance entre la lance et la surface à traiter se réglera d'après la vitesse de sortie du produit projeté. Cette distance devra être dans les limites de 0,50 à 1,50 mètre.

Excepté le cas où il est nécessaire d'enrober les aciers, il est recommandé de tenir la lance de projection perpendiculairement à la surface à traiter.

Le nombre de passes nécessaires à l'obtention d'une épaisseur donnée de béton sera le plus faible possible, les épaisseurs de chaque passe ne devant pas dépasser huit (8) centimètres.

Le délai avant application de la passe suivante sera défini après l'épreuve de convenance. En tout état de cause, ce délai ne doit pas être inférieur à deux heures. Une humidification sera effectuée avant la mise en place de la passe suivante.

Dans le cas où le délai entre deux passes successives est supérieur à 24 heures, il s'agit d'effectuer une reprise de bétonnage. On procédera obligatoirement à un balayage destiné à éliminer les matériaux non adhérents, suivi d'un nettoyage au jet d'air comprimé.

Ce traitement est finalisé par une humidification de la surface de reprise. L'épaisseur de béton mise en œuvre sera vérifiée au moyen de piges mises en place avant bétonnage. En fin de mise en œuvre du béton projeté, le site devra être nettoyé de tous les déchets et résidus liés au bétonnage.

#### 4.15.6. Cure du béton

Pour éviter les effets nuisibles lors du durcissement (retrait entraînant des fissurations), le béton projeté doit subir une cure particulièrement soignée.

Entre deux passes successives, la cure est réalisée à l'eau. Après la demeure passe, la cure pourra être réalisée :

- par humidification, pendant 48 heures minimum si la température extérieure est supérieure ou égale à cinq (5) degrés Celsius, les parements doivent être protégés de l'ensoleillement direct ;
- par application d'un produit de cure agréé.

#### 4.15.7. Projection par temps froid

De 0°C à + 5°C : bétonnage autorisé sous réserve de moyens efficaces pour prévenir les effets dommageables du froid.

Inférieur à 0°C : bétonnage interdit.

Il est rappelé qu'il est souhaitable que le béton support et le béton projeté soient à la même température.

La projection est rigoureusement interdite sur des parements gelés.

#### 4.15.8. Contrôle de la qualité du béton projeté

Les contrôles sont à la charge de l'entrepreneur, celui-ci aura la responsabilité de procéder à la réalisation des épreuves qui lui incombent en temps utile pour respecter les délais d'exécution.

L'épreuve d'étude et les essais seront réalisés par un laboratoire choisi en commun accord entre le Maître d'Œuvre et l'entrepreneur. Ils sont réputés rémunérés par application des prix de béton projeté du bordereau.

➤ Épreuve d'étude :

L'entrepreneur soumettra à l'agrément du Maître d'Œuvre, dès que le marché lui aura été assigné, une étude portant sur la composition du béton qu'il envisage d'utiliser et sur les caractéristiques mécaniques attendues.

➤ Épreuve de convenance :

Avant de commencer la projection, on doit effectuer des tests de qualité avec les constituants du béton et les installations de malaxage et de refoulement dans les conditions mêmes de la mise en œuvre sur le chantier. La technique de projection du béton sera adaptée à la nature du support.

Une projection pour essai de convenance sera réalisée dans une caisse en bois (50cm x 50cm x 20cm) ajourée sur les côtés.

Lors de la mise en œuvre du béton projeté, trois critères essentiels de qualité doivent intervenir :

- la qualité intrinsèque pouvant être caractérisée par la résistance mécanique à court et à long terme ;
- l'adhérence du béton projeté sur son support ;
- la continuité du béton projeté et l'absence de vide entre support et béton projeté et à l'intérieur de celui-ci.

La qualité intrinsèque sera contrôlée sur échantillons carottés dans le béton projeté.

L'adhérence et sa continuité seront contrôlées par des essais en place.

#### 4.15.9. Épreuve de contrôle

Il sera effectué une série de contrôles par journée de projection, chaque série comportant :

- un contrôle d'épaisseur du béton projeté ;
- une auscultation par sondage au marteau afin de déceler les manques d'adhérence au support, le béton projeté devra avoir au moins trois (3) jours pour ce contrôle ;
- prélèvement d'un échantillon pour essais à la compression à 28 jours d'âge, avec en plus dans le cas d'utilisation de la projection par voie mouillée, un contrôle de consistance du béton frais prélevé avant introduction de l'accélérateur ;
- une analyse granulométrique de béton frais prélevé sur support après projection.

Cette prestation est à la charge de l'entreprise.

#### 4.15.10. Exécution des drains

Au cours du travail de forage, il sera exigé un suivi très attentif de la progression de l'outil pour éviter les contre-pentes ou déviations en plan importantes.

Tout drain en contre-pente sur le dernier tiers de sa longueur sera refusé par le Maître d'Œuvre.

L'équipement comprendra un drain de diamètre 80 millimètres maximum, crépiné sur toute sa longueur et une chaussette en géotextile anti-contaminant dans les zones très fracturées. Les drains seront disposés en quinconce. Le maillage sera conforme à l'étude.

La longueur des drains hors sol sera de 0,15 m au minimum. Lorsqu'une longueur supérieure sera demandée, la gargouille ainsi constituée sera réalisée avec un tube PVC rigide.

### 4.16. Filets généralités

Tous les filets concernés par le paragraphe « 4.16 » seront mis en œuvre de façon à ce que le pied de filet soit pris directement sur les renforts passifs. La liaison tête de filet et rives avec les renforts passifs se fera soit directement, soit par l'intermédiaire d'estropes de câble, conforme au présent CCTP, confectionnées sur place ou manufacturées en usine avec boucles manchonnées. Des cosse-cœurs seront mis en œuvre à chaque extrémité. Si nécessaire, des manilles adaptées à la résistance voulue seront intercalées entre l'estrope et le filet pour permettre la mise en œuvre des cosse-cœurs.

#### 4.16.1. Filets à câbles métalliques

#### **4.16.2.** Le dimensionnement des filets à câbles est défini dans l'étude d'exécution, basé sur l'étude géotechnique validée par le Maître d'Œuvre.

Pour atteindre les surfaces demandées, les nappes seront assemblées à l'aide de serre-câbles tous les quarante (40) centimètres réunissant les câbles de pourtour.

Les câbles seront maintenus par des serre-câbles conforme à l'article « du présent CCTP ».

L'ensemble des filets à câbles sera tendu par l'intermédiaire de câbles de diamètre seize (16) millimètres reliés à des renforts passifs scellés dans le rocher sain. Les contacts câbles / filet à câbles s'effectueront via des cosse-cœurs, ou à défaut de possibilité de mise en œuvre, par l'association manilles sur filet à câble et cosse-cœurs sur estrope de câble.

#### 4.16.3. Filets métalliques à anneaux (1+6)

Le dimensionnement des filets à anneaux est défini dans l'étude d'exécution de l'Entreprise, basée sur l'étude géotechnique validée par le Maître d'Œuvre.

Les filets à anneaux seront reliés aux renforts passifs par l'intermédiaire de câble de vingt-six (26) millimètres de diamètre. La liaison câble/filet sera réalisée par manille huit tonnes et demi (85 kN) permettant la mise en œuvre d'une cosse-cœur.

La liaison de panneaux de filet entre eux se fera par manille anneau à anneau de façon à reconstituer la liaison 1+6. Les contacts câbles / filet à anneaux s'effectueront via des cosse-cœurs, ou à défaut de possibilité de mise en œuvre, par l'intermédiaire de manilles et de cosse-cœurs.

Le nombre de serre-câbles sera conforme à la norme NF EN 13411-5 annexe B.

Le revêtement anticorrosion sera conforme à l'article « 3.7 ».

#### 4.16.4. Filets à câbles d'acier à haute limite élastique

Le dimensionnement des filets à câbles acier à haute limite élastique est défini dans l'étude d'exécution de l'Entreprise, basée sur l'étude géotechnique validée par le Maître d'Œuvre, notamment le maillage des renforts passifs et leur longueur.

Le filet sera constitué de 2 à 3 fils de 3 mm de limite élastique minimum 1770 N/mm<sup>2</sup>. La résistance à la traction sera à minima de 90 kN,

La liaison entre les panneaux de filet se fera par des manilles 3/8" (10 kN), maille à maille.

Les câbles de pourtour, en diamètre quatorze (14) millimètres, seront insérés maille à maille en périphérie du filet. Les renforts passifs pourront être de type barres filetées ou câbles selon les configurations, mais dans tous les cas soumis à validation par le Maître d'Œuvre suite à une note de calcul de l'entreprise.

Des câbles de placage intermédiaires, en diamètre quatorze (14) millimètres, seront mis en œuvre dans des cas spécifiques tels que les surplombs.

Le placage se fera par l'intermédiaire des plaques à griffes préconisées par le constructeur.

L'ensemble des matériels et matériaux mis en œuvre seront conformes à l'article « 3 ».

### **4.17. Grillages plaqués double torsion**

Le dimensionnement du grillage plaqué est défini dans l'étude d'exécution de l'Entreprise, basé sur l'étude géotechnique validée par le Maître d'Œuvre.

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

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 à l'article « 3 ».

La mise en œuvre du grillage plaqué double torsion comprend :

- *En tête* : la fourniture et la mise en place de câbles d'amarrage.

La ligne de rive supérieure est disposée, en règle générale, entre 2 à 5 mètres, en amont du plan de la paroi ou de la limite amont de l'arrondi de tête de falaise.

Le câble tressé à âme métallique, par éléments de douze (12) mètres maximum en diamètre quatorze (14) millimètres, sera déroulé à l'arrière des renforts passifs et fixé à ces dernières sous les

plaques d'appui. En bordure, un retournement suffisant à la pose de serre-câbles sera prévu autour des renforts passifs avec assemblage par boucles, cosse-cœurs et serre-câbles conformément à la norme NF EN 13411.

Les lés de grillage seront repliés sur au moins trente (30) à cinquante (50) centimètres autour du câble d'amarrage et ligaturés maille à maille.

- *En paroi* : la fourniture et la mise en place de câbles verticaux et obliques.

La densité des renforts passifs sera adaptée au relief et aux masses à plaquer en restant dans les quantités prévues dans le rapport d'étude (La densité sera d'environ  $1u/5m^2$ ). Des câbles de placage verticaux ou obliques, reliant les renforts passifs de tête aux renforts passifs de pied, et passant par les renforts passifs de placage, seront positionnés, tendus et plaqués afin d'obtenir un emmaillotement optimal de la paroi et éviter la mise en mouvement de blocs (implantation à définir après purges, au moment de la pose du filet). Des renforts passifs de placages horizontaux pourront également être mis en œuvre. La densité des câbles de placage correspond à l'équivalent d'un câble vertical (ligne de tête à ligne de pied) par longueur de douze (12) mètres maximum tous les deux lés.

- *En pied* : la fourniture et la mise en place de câbles d'amarrage de pied.

Le retour du bas du grillage, en pied, sera plaqué à la paroi par un câble de douze (12) millimètres de diamètre par longueur de douze (12) mètres maximum, fixé sur des renforts passifs. Le câble de pied sera positionné, au plus bas, à 1.2 m du niveau de la chaussée et repris par des boulons d'amarrage espacés tous les 5 mètres.

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

On prendra toutes les précautions nécessaires 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 spéciales ou d'outils pneumatiques et devront être refermées en recouvrement sur au moins la moitié de leur périmètre.

La ligature pourra le cas échéant avec approbation du Maître d'Œuvre être effectuée manuellement avec du fil en faisant un double tour une maille sur deux et en passant par toutes les mailles. Le fil de ligature nécessaire à l'assemblage des lés devra répondre aux mêmes spécifications et caractéristiques que le fil constitutif du grillage de protection.

Les grillages de protection devront être installés suivant les règles de l'art, de manière à assurer une protection contre les chutes de pierres efficace et durable dans le temps.

#### **4.18. Grillages acier allié à haute limite élastique**

Le dimensionnement des grillages en acier à haute limite élastique (HLE) est défini dans l'étude d'exécution de l'Entreprise, basé sur l'étude géotechnique validée par le Maître d'Œuvre.

La pose des grillages HLE plaqués sera réalisée selon les schémas de principe fournis par le fabricant.

Ces travaux comprennent :

- *En tête* :

- Le forage, la fourniture et la mise en place de renforts passifs, avec leur plaque à griffe, leur scellement au coulis de ciment ;
- La fourniture et la mise en place de câbles d'amarrage en acier galvanisé.

- *En paroi* :

- Le forage, la fourniture et la mise en place de renforts passifs, maillage défini par l'étude d'exécution, avec leur plaque à griffe, leur scellement au coulis de ciment ;
- La fourniture et la mise en place de câbles latéraux et de câbles verticaux de placage en acier galvanisé, un lé sur deux.

➤ *En pied :*

- Le forage, la fourniture et la mise en place de renforts passifs d'amarrage de pied, avec leur plaque à griffe, leur scellement au coulis de ciment ;
- La fourniture et la mise en place de câbles d'amarrage de pied en acier galvanisé.

La ligne de rive supérieure est disposée, en règle générale, entre 2 à 5 mètres, en amont du plan de la paroi ou de la limite amont de l'arrondi de tête de falaise

Le câble de pied sera positionné, au plus bas, à 1.2 m du niveau de la chaussée et repris par des boulons d'amarrage espacés tous les 5 mètres.

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

Les liaisons entre les nappes et les câbles de pourtour seront réalisées soit à l'aide d'agrafes de même nuance d'acier que le grillage HLE, soit par tricotage du câble dans les mailles du dernier rang.

Les liaisons verticales et horizontales entre nappes seront réalisées bord à bord via la mise en place d'agrafes conforme à l'article 3.15 du présent CCTP.

Les câbles de rive et de paroi seront posés par élément de douze (12) mètres maximum maintenus par les renforts passifs de pied, de tête et de placage. Les fixations aux extrémités seront effectuées autour des renforts passifs par un retournement suffisant à la pose de serre-câbles et cosse-cœurs.

Des câbles de placage verticaux ou obliques (équivalent d'un lé sur deux) de diamètre douze (12) millimètres, reliant les renforts passifs de tête aux renforts passifs de pied et en passant par les renforts passifs de placage devront être correctement positionnés, tendus et plaqués afin d'obtenir un emmaillotement optimal de la paroi et éviter la mise en mouvement de blocs (implantation à définir après purges, au moment de la pose du grillage). La densité des renforts passifs pourra être adaptée au relief et aux masses à plaquer. Les câbles de placage pourront être également positionnés horizontalement.

Tous les câbles seront associés au grillage par des agrafes placées toutes les deux mailles.

Une attention particulière sera accordée par le Maître d'Œuvre à la bonne réalisation des engravures et à la mise en tension du grillage HLE (voir annexe 5.2).

Les grillages acier allié HLE devront être mis en œuvre suivant les règles de l'art, de manière à assurer une protection contre les chutes de pierres efficace et durable dans le temps.

#### **4.19. Grillages pendus**

Le dimensionnement du grillage pendu est défini dans l'étude d'exécution de l'entreprise, basée sur l'étude géotechnique validée par le Maître d'Œuvre.

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

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 CCTP.

La mise en œuvre du grillage pendu double torsion comprend :

➤ *En tête :* la fourniture et la mise en place de câbles d'amarrage.

Le câble de tête à âme métallique en diamètre seize (16) millimètres, par éléments de douze (12) mètres, maximum, sera déroulé à l'arrière des barres de renfort passif et fixé à ces dernières sous les plaques d'appui, avec retournement de cinquante (50) centimètres, minimum, autour des renforts passifs, 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 d'amarrage et ligaturés maille à maille. Un dispositif avaloir pourra être constitué avec les poteaux avaloirs définis aux articles « 3.17 » et « 4.21 ».

La ligne de rive supérieure est disposée, en règle générale, entre 2 à 5 mètres, en amont du plan de la paroi ou de la limite amont de l'arrondi de tête de falaise.

➤ *En paroi :* la fourniture et la mise en place de câbles de renfort verticaux.

Des câbles de renfort verticaux en diamètre douze (12) millimètres, seront systématiquement mis en œuvre un lé sur deux. Ils seront tricotés dans le grillage ou ligaturés toutes les deux mailles, avec retournement de cinquante (50) centimètres autour des points d'amarrage (renfort passif en tête et câble en pied). Les assemblages s'effectueront via des cosse-cœurs et des serre-câbles.

Des câbles de rappel (bretelles) seront mis en œuvre selon les prescriptions de l'étude.

➤ *En pied* : la fourniture et la mise en place d'un câble de pied.

En pied, un câble galvanisé de douze (12) millimètres de diamètre, à âme métallique sera fixé aux renforts passifs par l'intermédiaire de bretelles. Les lés seront arrêtés à cinquante (50) centimètres au-dessus du sol (à adapter en fonction des configurations) et seront auparavant retournés de quarante (40) à cinquante (50) centimètres avec ligatures maille à maille.

On prendra toutes les précautions nécessaires 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 préconisées par le fabricant seront mises en place à l'aide de pinces spéciales ou d'outils pneumatiques et devront être refermées en recouvrant sur au moins la moitié de leur périmètre.

La ligature pourra le cas échéant, avec approbation du Maître d'Œuvre, être effectuée manuellement avec du fil en faisant un double tour une maille sur deux et en passant par toutes les mailles. Le fil de ligature nécessaire à l'assemblage des lés devra répondre aux mêmes spécifications et caractéristiques que le fil constitutif du grillage de protection.

Les grillages de protection devront être installés suivant les règles de l'art, de manière à assurer une protection contre les chutes de pierres efficace et durable dans le temps.

## **4.20. Écrans pare-blocs**

### **4.20.1. Généralités**

Ils devront être conformes aux spécifications de l'article « 3 ».

Les écrans pare-blocs seront implantés suivant les plans joints en annexe des études et/ou lors de la visite contradictoire.

L'entreprise devra respecter l'implantation qui sera définie contradictoirement avec la maîtrise d'œuvre. Cette implantation tient compte des résultats d'essai en station de chute de blocs, c'est-à-dire que les longueurs spécifiées dans le marché sont les longueurs d'écran à mettre en œuvre. Celles-ci incluent les parties latérales non susceptibles de reprendre les efforts.

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 340059-00-0106.

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

Le versant à l'aval des écrans devra être vierge de tout obstacle sur une distance, depuis les pieds de poteaux, au moins équivalente à celle du déplacement des éléments de filet suite à l'essai MEL, afin de ne pas créer de dysfonctionnement. En amont, l'emprise des points d'haubannage sera dévégétalisée.

Plus particulièrement et selon les configurations, des terrassements seront à réaliser au droit et à l'aval des écrans, en respectant toutefois les prescriptions des zones protégées. Une plate-forme de 2,50 m minimum de large sera terrassée pour obtenir un profil en long cohérent avec les prescriptions du fournisseur (tolérance de variations sur le profil en long). En cas d'impossibilité d'exécution des terrassements à l'aide de moyens traditionnels, l'entrepreneur devra utiliser le brise roche. La décision d'utiliser l'explosif pour terrasser par micro-minage certains affleurements rocheux, relève uniquement de la maîtrise d'œuvre, éventuellement sur proposition de l'entreprise.

Le terrassement permettra d'aménager une plate-forme en contre-pente afin de récupérer les fines provenant de l'érosion et de favoriser la reprise de la végétation.

Les conditions d'adaptation au terrain des écrans pare-blocs et de leur bavette (différence d'altitude entre panneaux – angle entre les plans des panneaux – positionnement des renforts passifs) feront l'objet d'une validation formelle par le fournisseur de l'écran détenteur de l'ETE.

Un grillage double torsion de doublage, maille 60 × 80, sera mis en œuvre sur les panneaux de l'écran. Il sera déroulé du câble de tête au câble de pied. Il remontera impérativement sur le sol, en

l'absence de bavette, sur une distance d'un mètre maximum, afin de palier toutes irrégularités comprises entre zéro (0) et trente (30) centimètres. En aucun cas le grillage ne pourra être maintenu plaqué au sol par un lestage avec des cailloux, ou tout autres produits pondéreux. Il devra être plaqué par un câble Ø 10 mm maintenu par des renforts passifs indépendants placés dans les creux topographiques et aux extrémités. Ils seront dimensionnés en longueur et diamètre suivant la nature du terrain et sur la base d'une note de calcul de l'entreprise validée par le Maître d'Ouvrage. Ces doublages seront mis en œuvre à la demande expresse du Maître d'Œuvre.

Les bavettes de filet permettront de s'adapter au terrain. Elles seront maintenues via des renforts passifs indépendants et ne devront en aucun cas perturber le bon fonctionnement de l'écran tout en restant plaquées au sol lors d'une éventuelle sollicitation par des volumes importants (cf. article 3.18.5). Leur longueur sera telle, hors accident topographique, que le fonctionnement des dissipateurs ne soit pas entravé avant d'arriver à leur course maximum constatée lors de l'essai MEL, plus 10%.

Elles seront liaisonnées au câble de pied d'écran et à l'écran à l'aide de manilles, anneau à anneau. Les manilles seront identiques à celles utilisées pour la liaison des modules de l'écran.

Les écrans seront doublés par du grillage double torsion 60 × 80 mm sur toute leur hauteur. La liaison grillage / filet à anneaux se fera par ligature une maille tous les quarante centimètres en tête et en pied de filet et une maille par mètre carré en milieu de panneau.

En cas de présence de sol meuble, des renforts passifs par la méthode des micropieux seront mis en œuvre. L'entreprise devra fournir les propositions relatives aux procédés qu'elle compte utiliser ainsi que celles aux essais de convenance. Une note de calcul définira les caractéristiques (implantation, nombre, type) nécessaires. Elle se fondera sur les résultats des essais réalisés.

Les renforts passifs, de toute nature, scellement direct ou micropieux, sont réputés inclus dans le prix de l'écran, seul fait l'objet d'un prix spécifique le tubage en terrain instable nécessaire pour les micropieux.

#### 4.20.2. 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.

#### 4.20.3. Identification de l'ouvrage

Une plaque d'identification de l'ouvrage sera fixée sur les montants, de part et d'autre de l'écran, indiquant le numéro ainsi que les principales caractéristiques de l'ouvrage (classe d'énergie, fabricant, poseur, date, etc.). Soit deux plaques d'identification par écran.

#### 4.20.4. Remplacement de dissipateurs d'énergie sur écrans pare-blocs existants

Ils devront être conformes aux spécifications de l'article « 3 ». Ils seront de capacité et de technologie identique à celle donnée par le constructeur au moment de la fourniture de l'écran. En cas d'impossibilité, il sera toléré la pose d'un dissipateur d'énergie de capacité identique, validée lors d'un essai selon l'EAD 340059-00-0106 sur un dispositif différent.

Avant démontage, les écrans seront mis en sécurité par haubanage parallèle. Le réglage de l'écran de filet pare blocs sera réalisé après changement du frein.

Les freins détériorés seront évacués et mis en décharge sélective.

#### 4.20.5. Remplacement de poteaux sur écrans pare-blocs existants

Ils devront être conformes aux spécifications de l'article « 3 ». Ils seront identiques aux poteaux à remplacer. Toutes les précautions seront prises lors du largage de la tension de l'écran afin que celui-ci ne se couche pas dans sa totalité. Le réglage final sera fait après repose du poteau et mise en place des câbles d'haubanage et de maintien des filets.

#### 4.20.6. Remplacement de panneaux d'interception sur écrans pare-blocs existants

Ils devront être conformes aux spécifications de l'article « 3 ». Ils seront identiques aux panneaux existants, les liaisons se feront avec l'accastillage préconisé par le constructeur et dans les conditions prévues par celui-ci.

### 4.21. Barrière fixe/dynamique inférieure à énergie de 100 kJ

Elle sera conforme aux spécifications de l'article « 3 ».

Elle sera implantée suivant les plans, joints en annexe, des études et/ou lors de la visite contradictoire.

L'entreprise devra respecter l'implantation qui sera définie contradictoirement avec la maîtrise d'œuvre. Cette implantation tient compte des résultats d'essai en station de chute de blocs, c'est-à-dire que les longueurs spécifiées dans le marché sont les longueurs d'écran à mettre en œuvre. Celles-ci incluent les parties latérales non susceptibles de reprendre les efforts.

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 340089-00-0106, le cas échéant.

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

Le versant à l'aval de la barrière devra être vierge de tout obstacle sur une distance, depuis les pieds de poteaux, au moins équivalente à celle du déplacement des éléments de filet suite à l'essai MEL, afin de ne pas créer de dysfonctionnement. En amont, l'emprise des points d'haubanage sera dévégétalisée.

Plus particulièrement, et selon les configurations, des terrassements seront à réaliser au droit et à l'aval des écrans en respectant toutefois les prescriptions des zones protégées. Une plate-forme de 2,50 m minimum de large sera terrassée pour obtenir un profil en long cohérent avec les prescriptions du fournisseur (tolérance de variations sur le profil en long). En cas d'impossibilité d'exécution des terrassements à l'aide de moyens traditionnels l'entrepreneur devra utiliser le brise roche. La décision d'utiliser l'explosif pour terrasser par micro-minage certains affleurements rocheux, relève uniquement de la maîtrise d'œuvre, éventuellement sur proposition de l'entreprise.

Le terrassement permettra d'aménager une plate-forme en contre-pente afin de récupérer les fines provenant de l'érosion et de favoriser la reprise de la végétation.

Les conditions d'adaptation au terrain de la barrière (différence d'altitude entre panneaux – angle entre les plans des panneaux – positionnement des renforts passifs) feront l'objet d'une validation formelle par le fournisseur de l'écran détenteur de l'ETE, le cas échéant.

#### **4.22. Barrières fixes grillagées**

Elles devront être conformes aux spécifications de l'article « 3 ».

Les barrières fixes grillagées seront implantées suivant les plans joints en annexe des études et/ou lors de la visite contradictoire.

L'entreprise devra respecter l'implantation qui sera définie contradictoirement avec la maîtrise d'œuvre.

Les poteaux de support seront mis en œuvre tous les 3 mètres, ils seront systématiquement haubanés en amont. La barrière grillagée sera haubanée sur l'aval tous les trois (3) poteaux ou à chaque changement de direction.

Les lignes de rives passeront à l'intérieur des poteaux.

Une nappe de grillage double torsion sera mise en œuvre avec retournement de trente (30) centimètres autour des câbles de tête et de pied. Les nappes seront ligaturées maille à maille manuellement ou mécaniquement avec des agrafes et pistolet.

La barrière fixe sera adaptée à la morphologie du versant. Si, 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 réalisée maille à maille par du fil de même nature que celui du grillage ou 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.

#### **4.23. Mise en œuvre de dispositifs modulaires de soutènement**

Les dispositifs modulaires de soutènement sont mis en dépôt provisoire puis repris et mis en œuvre au moyen d'une pelle équipée d'un grappin ou d'une benne preneuse.

L'implantation des dispositifs est soumise à l'approbation du Maître d'Œuvre. Le calage pourra s'effectuer à l'aide de béton.

#### **4.24. Réparation des déchirures**

Sur les grillages et /ou filets plaqués, ou pendus, existants et endommagés, il pourra être proposé des réparations.

Les réparations seront réalisées par mise en œuvre de « rustines » en matériau similaire à l'existant, la ligature sera faite maille à maille. La pièce de réparation sera en recouvrement de trente (30) centimètres au-delà des parties endommagées.

Les matériaux employés devront être conformes aux spécifications de l'article « 3 » du présent CCTP.

#### **4.25. Dépose de nappes existantes**

Sur les grillages plaqués, ou pendus, existants et endommagés, il pourra être proposé une dépose. Les déposes de parties endommagées seront réalisées après découpes soignées. Les grillages seront mis en dépôt provisoire en pied de versant pour être évacués en décharge, agréée par le Maître d'Œuvre.

#### **4.26. Remplacement des lests par câbles de pied**

Les lests présents en pied de nappe de grillage pendu existants seront remplacés par des câbles acier de diamètre 12 millimètres maintenus par des « bretelles ».

Les câbles de pied seront mis en œuvre par tronçon de douze (12) mètres et repris sur les bretelles, en câble de 12 mm également, fixées aux renforts passifs par l'intermédiaire de boucles manchonnées ou confectionnées sur place.

Le retournement en pied de lé autour du câble sera de trente (30) centimètres environ avec ligature maille à maille. Les « bretelles » feront maximum un (1) mètre de long, boucles d'extrémité comprises.

En cas de détérioration du bas du grillage après dépose des lests, celui-ci sera réparé avant retournement sur les câbles de pied.

Le grillage traité sera maintenu à environ un (1) mètre de hauteur par rapport au bord de chaussée, le Maître d'Œuvre spécifiera pour chaque cas la hauteur à laquelle doit être maintenu le pied de grillage.

Les matériaux employés devront être conformes aux spécifications de l'article « 3 ».

#### **4.27. Accastillage**

De manière générale, l'ouverture forcée de l'accastillage est interdite et plus particulièrement pour les cosse-cœurs.

##### **4.27.1. Serre-câbles**

L'espacement entre deux serre-câbles sera compris entre 1,5 et 3 fois la largeur de la semelle de celui-ci. L'extrémité libre du câble dépassera selon la même prescription. La semelle sera positionnée côté brin renfort passif et serrée au couple à la clé dynamométrique.

Les serre-câbles devront satisfaire à la norme NF EN 13 411-5 annexe B.

##### **4.27.2. Cosse-cœurs**

Les cosse-cœurs seront mis en œuvre systématiquement lorsque le rayon de giration du câble autour d'un axe est inférieur à 3,5 fois son diamètre.

Ils devront satisfaire à la norme NF EN 13411-1+A1.

##### **4.27.3. Manilles**

Les manilles serviront à la jonction de panneaux de filets entre eux, maille à maille ou anneaux à anneaux. Elles seront employées pour la jonction des panneaux de filets avec les renforts passifs périphériques pour permettre la mise en place d'estropes avec cosse-cœurs. En bord de chaussée et sur une hauteur de 2,5 m, toutes les manilles seront vissées avec du frein filet fort ou à la glu.

Elles devront satisfaire à la norme NF EN 13889+A1.

#### 4.28. Épuisements

Les épuisements font partie de l'entreprise quelle que soit leur importance.

L'entrepreneur devra, sous son entière responsabilité, assurer la protection de son chantier contre les eaux de toute nature et de toute origine.

Il assurera également, sous sa responsabilité, l'évacuation et la dérivation des eaux de toute origine depuis le chantier jusqu'aux exutoires où elles pourront être reçues.

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

Les lés de géotextiles naturels ou géogrille seront 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.

#### 4.30. Réparation d'ouvrages paravalanches

La DIRSO a mis en place des ouvrages de protection paravalanche dans le cadre du programme SAPYRA de 2018 à 2020 pour l'amélioration et la sécurisation de l'accès en Andorre par les routes nationales.

La liste des ouvrages est la suivante :

Site	Commune	RN	Type d'ouvrages	Quantité	Année de réalisation
H4	L'Hospitalet-Près-l'Andorre (09)	RN20	Barrage ELITE ES40	62mL	2018
			Claie Elite ER30	156 mL	
			Elite ES40	280 mL	
			Menta ES40	80 mL	
			Xcross ES40	405 mL	
			Xcross hybride ES40	55 mL	
			Sentier visite	850 mL	2019
Pe9	Porté Puy-morens (66)	RN320	Claie Elite ER30	356 mL	2018
			Boisement : collectifs d'arbres	Nbre Collectifs : 71	2018
Pe31	Porté Puy-morens (66)	RN320	Claie Elite ER30	122 mL	2019
			Boisement : Collectifs d'arbres + Tri-podes	Nbre Collectifs : 36	2020
Pa 13	Porta (66)	RN22	Claie Elite ER30	192 mL	2018-2019

*ES : Ecran Souple paravalanche - norme NF P 95-304 « Équipement de protection contre les avalanches - Écrans paravalanches souples - Spécifications de conception ».*

*ER : Ecran Rigide paravalanche - norme NF P 95-303 « Écrans paravalanches rigides – Claie, râtelier ».*

Des réparations de pièces fonctionnelles (poteau, filets, câbles, traverses en bois, pièces d'accastillage diverses) seront éventuellement à prévoir sur ces ouvrages en fonction des désordres identifiés lors des visites d'inspections des dispositifs au printemps.

Le remplacement d'ouvrages ou de lignes d'ouvrages pourra s'avérer nécessaire le cas échéant.

\* \* \*

## 5. ANNEXES

### 5.1. Liste des normes utilisées dans le présent C.C.T.P.

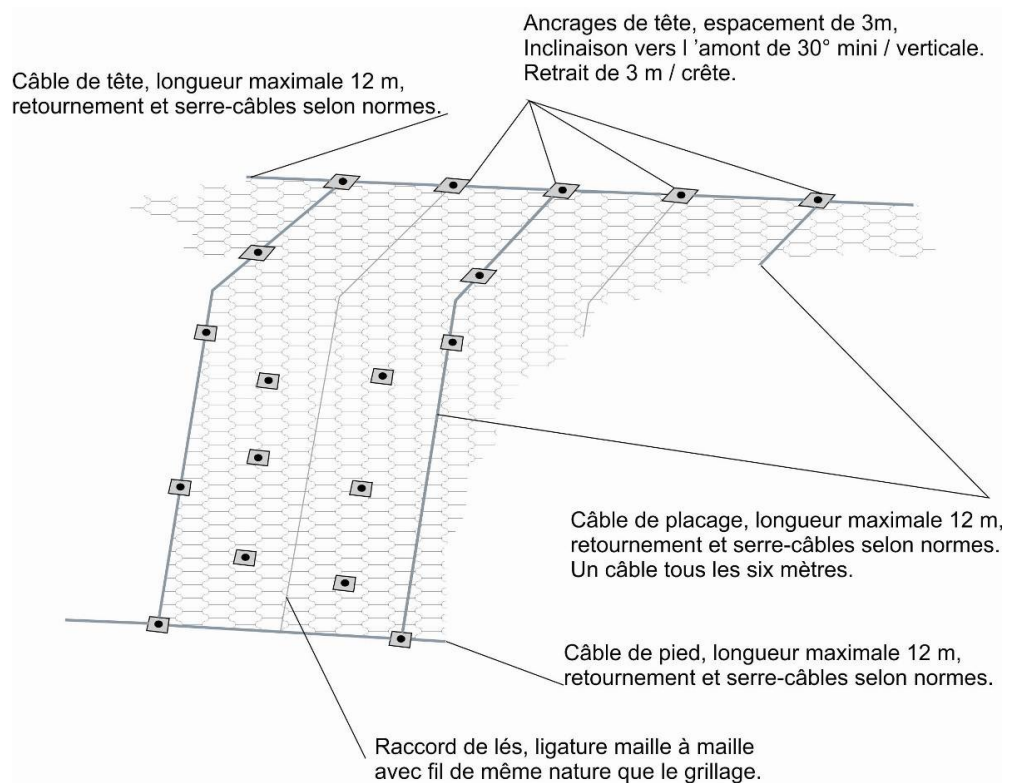
Liste des normes utilisées dans le présent C.C.T.P.			
Intitulé de la norme	Domaine	Référence	Date de parution
Manilles forgées en acier pour applications générales de levage – Manilles droites et manilles lyres - Classe 6 - Sécurité	Accastillage	NF EN 13889 + A1	17-janv-09
Terminaisons pour câbles en acier — Sécurité — Partie 1 : Cosses pour élingues en câbles d'acier	Accastillage	NF EN 13411-1+ A1	19-déc-08
Terminaisons pour câbles en acier – Sécurité - Partie 3 : manchons et boucles	Accastillage	NF EN 13411-3+ A1	01-déc-08
Terminaisons pour câbles en acier - Sécurité - Partie 5 : serre-câbles à étrier en U	Accastillage	NF EN 13411-5+ A1	01-déc-08
Aciers pour béton armé - Aciers soudables lisses - Barres et couronnes	Aciers	NF A35-015	19-Juillet-19
Aciers pour béton armé - Barres et couronnes non soudables à verrous	Aciers	NF A 35-017	19-Juillet-19
Aciers pour béton armé - Aciers soudables - Partie 1 : barres et couronnes	Aciers	NF A35-080-1	01-mai-20
Produits en acier - Dispositifs de rabouillage et dispositifs d'ancrage d'aciers pour béton armé à verrous ou à empreintes - Partie 1 : prescriptions relatives aux performances mécaniques	Aciers	NF A35-020-1	25-nov-17
Produits en acier - Dispositifs de rabouillage et dispositifs d'ancrage d'aciers pour béton armé à verrous ou à empreintes - Partie 2-1 : méthodes d'essai pour dispositifs de rabouillage	Aciers	NF A35-020-2-1	25-nov-17
Produits en acier - Dispositifs de rabouillage et dispositifs d'ancrage d'aciers pour béton armé à verrous ou à empreintes - Partie 2-2 : méthodes d'essai pour les dispositifs d'ancrage et les coupleurs à souder	Aciers	NF A35-020-2-2	25-nov-17
Produits laminés à chaud en aciers de construction - Partie 2 : conditions techniques de livraison pour les aciers de construction non alliés	Aciers creux	NF EN 10025-2	14-août-19
Produits laminés à chaud en aciers de construction - Partie 3 : conditions techniques de livraison pour les aciers de construction soudables à grains fins à l'état normalisé/laminage normalisé	Aciers creux	NF EN 10025-3	14-août-19
Matériel de forage des roches. Filetage corde à gauche.	Aciers creux	ISO 10208-1991	15-févr-91
Profilés creux de construction finis à chaud en aciers non alliés et à grains fins - Partie 1 : conditions techniques de livraison	Aciers creux	NF EN 10 210-1	01-juil-06
Profilés creux de construction finis à chaud en aciers non alliés et à grains fins - Partie 2 : tolérances, dimensions et caractéristiques de profil	Aciers creux	NF EN 10 210-2	08-mai-19
Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Clouage	Ancrage clouage	NF EN 14490	11-sept-10

Liste des normes utilisées dans le présent C.C.T.P.			
Intitulé de la norme	Domaine	Référence	Date de parution
Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Micropieux	Ancrage clouage	NF EN 14199	05-sept-15
Calcul géotechnique - Ouvrages de soutènement - Remblais renforcés et massifs en sol cloué	Ancrages calcul	NF P94-270	30-oct-20
Eurocode 7 : calcul géotechnique - Partie 1 : règles générales	Ancrages calcul	NF EN 1997-1 / A1	05-avr-14
Justification des ouvrages géotechniques - Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations profondes	Ancrages calcul	NF P94-262	01-juil-12
Essai statique d'arrachement, sous un effort axial de traction, d'un ancrage scellé dans un massif rocheux. Essai par palier	Ancrages essai	XP P94-444	01-déc-02
Essai statique d'arrachement de clou soumis à un effort axial de traction - Essai à vitesse de déplacement constante.	Ancrages essai	NF P94-242-1	01-mars-93
Ancrages passifs ponctuels en sol meuble - Méthode d'essais d'arrachement.	Ancrages essai	NF P95-301	01-août-94
Reconnaissance et essais géotechniques, essais des structures géotechniques - Partie 5 essais de tirants d'ancrage	Ancrages essai	NF EN ISO 22477-5	19-sept-18
Fixations - Assemblages vissés à filetage métrique ISO - Partie 1 : règles de conception pour les assemblages pré-contraints - Démarche simplifiée	Ancrages serrage	NF E25-030-1	23-août-14
Fixations - Assemblages vissés à filetage métrique ISO - Partie 2 : règles de conception pour les assemblages pré-contraints - Démarche complète	Ancrages serrage	NF E25-30-2	23-août-14
Béton-Spécification, performance, production et conformité - Complément national à la norme NF EN 206+A2	Béton	NF EN 206+A2/CN	05-nov-22
Essais pour béton frais - Partie 1 à Partie 7	Béton	NF EN 12350-1 à 7	19-juin-19
Essais pour béton durci-Partie 1 à Partie 7	Béton	NF EN 12390-1 à 7	juin-19 à mars-25
Exécution des structures en béton	Béton	NF EN 13670/CN	16-févr-13
Ouvrages d'art- Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie -Mortier Béton projeté - Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés	Béton Projeté	NF P 95-102	18-fev-23
Béton projeté - Partie 1 : définitions, spécifications et conformité	Béton Projeté	NF EN 14487-1	09-nov-22
Essais pour béton projeté - Partie 2 : résistance à la compression au jeune âge du béton projeté	Béton Projeté	NF EN 14488-2	01-oct-06
Béton projeté - Partie 2 : exécution	Béton Projeté	NF EN 14487-2	01-août-07
Élingues en câbles d'acier - Sécurité - Partie 3 : estropes et élingues en grelin	Câbles	NF EN 13414-3+A1	01-janv-09
Câbles en acier - Sécurité - Partie 4 : câbles à torons pour applications générales de levage	Câbles	NF EN 12385-4+A1	01-mai-08
Câbles en acier - Sécurité - Partie 1 : prescriptions générales	Câbles	NF EN 12385-1+A1	01-déc-08
Câbles en acier - Sécurité - Partie 2 : définitions, désignation et classification	Câbles	NF EN 12385-2+A1	01-mai-08
Câbles en acier - Sécurité - Partie 3 : informations pour l'utilisation et la	Câbles	NF EN 12385-3+A1	09-dec-20

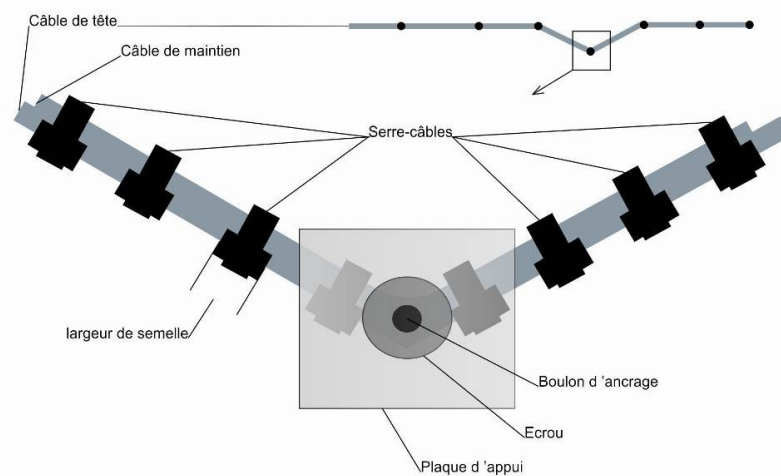
Liste des normes utilisées dans le présent C.C.T.P.			
Intitulé de la norme	Domaine	Référence	Date de parution
maintenance			
Corrosion des métaux et alliages - Corrosivité des atmosphères	Corrosion	NF EN ISO 9223	01-mars-12
Corrosion des métaux et alliages - Lignes directrices pour le choix des méthodes de protection contre la corrosion atmosphérique	Corrosion	NF EN ISO 11303	01-août-08
Corrosion par les sols - Aciers galvanisés ou non mis au contact de matériaux naturels de remblai (sols)	Corrosion	NF EN 10244-1A05-252	01-juil-90
Fils et produits tréfilés en acier - Revêtements métalliques non ferreux sur fils d'acier - Partie 1 : principes généraux	Corrosion	NF EN 10244-1	01-août-09
Fils et produits tréfilés en acier - Revêtements métalliques non ferreux sur fils d'acier - Partie 2 : revêtement de zinc ou d'alliage de zinc	Corrosion	NF EN 10244-2	28-juin-23
Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et en acier - Spécifications et méthodes d'essai	Corrosion	NF EN ISO 1461	21-sept-22
Peintures et vernis - Évaluation de la quantité et de la dimension des défauts, et de l'intensité des changements uniformes d'aspect -- Partie 3 : évaluation du degré d'enrouillement	Corrosion	NF EN ISO 4628-3	27-nov-24
Coulis pour câble de précontrainte - Prescriptions pour les coulis courants	Coulis	NF EN 447	01-déc-07
Coulis pour câble de précontrainte - Méthodes d'essai	Coulis	NF EN 445	01-déc-07
Coulis pour câble de précontrainte - Procédures d'injection de coulis	Coulis	NF EN 446	01-déc-07
Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité	Coulis, Béton	NF EN 1504-1 à 10	mars-05 à oct-17
Adjuvants - Produits de cure pour bétons et mortiers - Détermination du coefficient de protection	Coulis, Béton	NF P18-371	26-juil-13
Méthodes d'essais des ciments - Partie 1 : détermination des résistances	Coulis, Béton	NF EN 196-1	24-sept-16
Eau de gâchage pour bétons - Spécifications d'échantillonnage, d'essais et d'évaluation de l'aptitude à l'emploi, y compris les eaux des processus de l'industrie du béton, telle que l'eau de gâchage pour béton	Coulis, Béton	NF EN 1008	01-juil-03
Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique - Produits de calage à base de liants hydrauliques - Caractères normalisés garantis	Coulis, Béton	NF P18-821	03-août-13
Systèmes de canalisations en plastique pour drainage enterré — Ouvrages de voirie, travaux publics et autres ouvrages de génie civil — Spécifications pour tubes et accessoires en PVC-U, PE et PP	Drain	NF P16-351	16-nov-13
Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Drains verticaux	Drain	NF EN 15237	01-mai-07
Enrochements - Partie 1 : spécifications	Enrochement	NF EN 13383-1	01-août-03
Enrochements - Partie 2 : méthodes d'essai	Enrochement	NF EN 13383-2	05-juin-19

<b>Liste des normes utilisées dans le présent C.C.T.P.</b>			
<b>Intitulé de la norme</b>	<b>Domaine</b>	<b>Référence</b>	<b>Date de parution</b>
Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Ouvrages en gabions en grillage métallique à maille hexagonale double torsion -	Gabions	NF P94-325	31-juillet-24
Fils et produits tréfilés en acier pour clôtures et grillages - Partie 8 : gabions à mailles soudées	Gabions	NF EN 10223-8	26-avr-14
Équipement de protection contre les éboulements rocheux	Général	NF P 95-307	01-déc-96
Évaluation de la conformité - Exigences pour le fonctionnement de différents types d'organismes procédant à l'inspection	Général	NF EN ISO / CEI 17020	01-oct-12
Mission d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications	Géotechnique	NF P 94-500	30-nov-13
Reconnaissance et essais géotechniques - Dénomination, description et classification des sols - Partie 1 : identification et description -	Géotechnique	NF EN ISO 14688-1 /	14-fev-18
Reconnaissance et essais géotechniques - Dénomination, description et classification des sols - Partie 2 : principes pour une classification -	Géotechnique	NF EN ISO 14688-2	20-déc-13
Calcul géotechnique - Ouvrages de soutènement - Remblais renforcés et massifs en sol cloué	Géotechnique	NF P94-270	30-oct-20
Reconnaissance et essais géotechniques - Identification, description et classification des roches	Géotechnique	NF EN ISO 14689	14-fev-18
Système d'unités pifométriques	Grandeurs et unités	UNM 00-001	01-janv-02

## 5.2. Schéma de principe du grillage plaqué



### Schéma type pour câblage sur un ancrage décalé en tête en pied ou en placage



L'espacement des serre-câbles doit être de 1.5 à 3 fois la largeur de la semelle du serre-câble.

Figure 1 : Schéma de principe de mise en œuvre de grillage plaqué

### 5.3. Schéma de principe de têtes de renfort passif de grillage HLE

Figure 2 : Schéma de principe des engravures de têtes de renfort passif du filet HLE

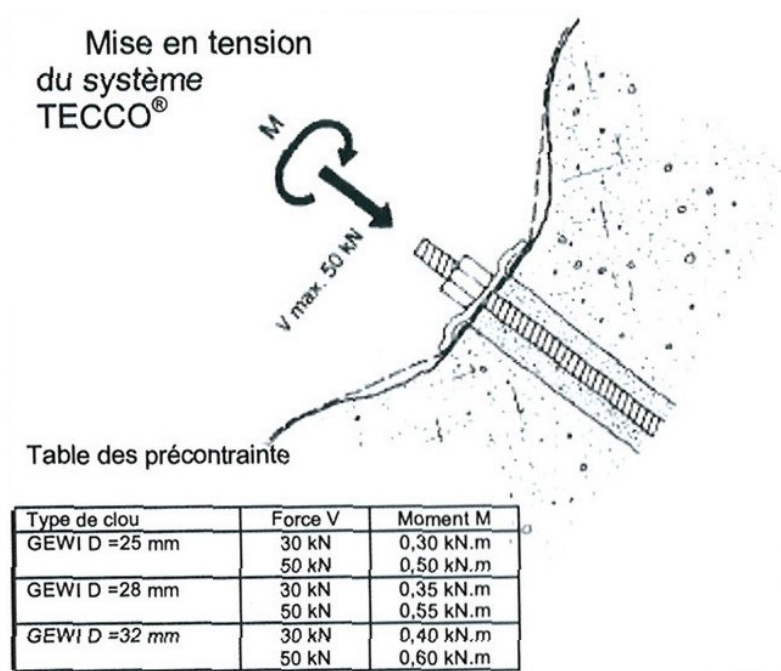


Figure 3 : Forces et couples de serrage des renforts passif de filets HLE

### 5.4. Schéma Saint-André

de principe croix de

5.5.

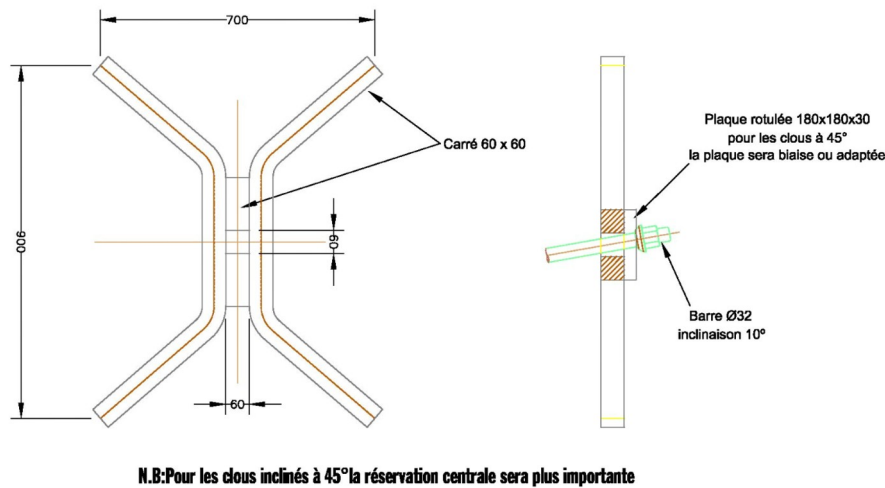


Figure 4 : Croix de Saint-André