

## MAÎTRE D'OUVRAGE



## OPÉRATION

### Travaux de renforcement de la buse des Brossards par chemisage béton armé

## MAITRE D'ŒUVRE ÉTUDES



## DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES

### Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP)

Indices	Date	Objet de l'indice	Document		
			Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
A	22/01/2026	1 <sup>re</sup> diffusion	V. Boulinguez	T. Ballet	F. Carneiro

Référence du document					
N° d'affaire	Phase	Nature doc	Emetteur	Numéro	Indice
<b>CC6662</b>	<b>DCE</b>	<b>CCTP</b>	<b>IGP</b>	<b>1-1</b>	<b>A</b>

# SOMMAIRE

Chapitre 1. DISPOSITIONS GENERALES - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE.....	4
Article 1.1. Objet du marché.....	4
Article 1.2. Données générales.....	4
Article 1.3. Données géométriques de L'ouvrage existant.....	6
Article 1.4. Description de l'ouvrage terminé.....	6
Article 1.5. Equipements.....	7
Article 1.6. Nettoyage de LA BUSE.....	7
Article 1.7. Consistance des travaux.....	7
Article 1.8. Contraintes particulières imposées au chantier.....	8
Chapitre 2. PREPARATION ET ORGANISATION DU CHANTIER.....	10
Article 2.1. Stipulations préliminaires.....	10
Article 2.2. Documents à fournir par le titulaire.....	10
Article 2.3. Contrôle des documents d'exécution.....	10
Article 2.4. Programme d'exécution des travaux.....	11
Article 2.5. Sécurité et protection de la santé.....	11
Article 2.6. Plan qualité - Généralités.....	11
Article 2.7. Note d'organisation générale du chantier.....	12
Article 2.8. Procédures d'exécution.....	12
Article 2.9. Plan de respect de l'environnement.....	17
Article 2.10. Documents de suivi d'exécution.....	17
Article 2.11. Etudes d'exécution.....	17
Article 2.12. Actions et sollicitations.....	19
Article 2.13. Combinaisons d'actions.....	20
Article 2.14. Justification de L'ouvrage.....	22
Article 2.15. Justification des ouvrages provisoires.....	22
Article 2.16. Dossier des ouvrages exécutés.....	23
Chapitre 3. PROVENANCE, QUALITE ET PREPARATION DES MATERIAUX.....	24
Article 3.1. Généralités.....	24
Article 3.2. Armatures de béton armé.....	25
Article 3.3. Bétons et mortiers hydrauliques.....	27
Article 3.4. Béton projeté.....	34
Article 3.5. Produits de revêtement.....	41
Article 3.6. COULIS D'INJECTION.....	42
Article 3.7. Protection anticorrosion des parties métalliques : spécifications communes.....	43
Article 3.8. Remblais d'apport.....	44
Article 3.9. Géotextile anticontaminant.....	44
Article 3.10. Grave non traitée.....	45
Article 3.11. Fourreaux.....	45
Article 3.12. Clôtures autoroutières.....	45
Chapitre 4. EXECUTION DES TRAVAUX.....	48
Article 4.1. Travaux préparatoires.....	48
Article 4.2. Débroussaillage.....	49
Article 4.3. Terrassements.....	49
Article 4.4. Fouilles.....	49
Article 4.5. Ouvrages provisoires autres que les coffrages et dispositifs spéciaux.....	50
Article 4.6. Coffrages.....	50
Article 4.7. Armatures de béton armé.....	51
Article 4.8. Bétons.....	53
Article 4.9. INJECTION.....	55
Article 4.10. Projection du béton.....	56
Article 4.11. Traitement des surfaces en béton.....	60

Article 4.12. Remblais.....	64
Article 4.13. Fourreaux.....	64
Article 4.14. Clôtures.....	64
Article 4.15. Tolerances geometriques de l'ouvrage fini.....	66
Article 4.16. Remise en etat des lieux et nettoyage final.....	66

## Chapitre 1. DISPOSITIONS GENERALES - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

### Article 1.1. Objet du marché

Le présent marché a pour objet la réalisation des travaux de renforcement de la buse des Brossards, ouvrage assurant le franchissement de l'autoroute A20 au PR 269+715.

L'ouvrage se situe sur la commune d'Ussac, dans le département de la Corrèze (19).

Les plans joints au CCTP décrivent les travaux.

### Article 1.2. Données générales

#### 1.2.1. Planimétrie et altimétrie

##### 1.2.1.1. Planimétrie

Tous les points sont repérés en coordonnées planes dans le référentiel RGF 93 avec projection conique conforme CC45 zone 4.

##### 1.2.1.2. Altimétrie

Conformément au décret n° 2019-165 du 5 mars 2019, tous les plans sont rapportés au zéro du nivellement du réseau NGF-IGN 1969 (nouveau système des altitudes françaises – IGN69) et toutes les altitudes sont exprimées en mètres.

#### 1.2.2. Données géotechniques

*(Art.2 du fasc. 68 du CCTG)*

Tous les renseignements géologiques et géotechniques relatifs aux travaux faisant l'objet du présent marché sont consignés dans le rapport d'étude géotechnique joint au présent CCTP.

L'entrepreneur est libre de prévoir des campagnes de reconnaissances complémentaires s'il le juge nécessaire. Ces campagnes sont rémunérées dans le prix des études et méthodes d'exécution pour l'ouvrage de renforcement et pour les accès chantier.

##### 1.2.3. Réseaux de concessionnaires

Des réseaux sont présents à proximité de l'ouvrage.

L'entrepreneur établira les DICT lui permettant d'identifier les réseaux présents dans la zone de chantier et dans ses accès.

#### 1.2.4. Contexte climatique et environnemental

##### 1.2.4.1. Classes d'exposition à l'environnement climatique

*(Normes NF EN 206/CN, NF EN 1992-1-1 et NF EN 1992-1-1/NA)*

Les classes d'expositions à l'environnement climatique auxquelles sont soumises les différentes parties des ouvrages sont précisées à l'article intitulé "Bétons et mortiers hydrauliques" du chapitre 3 du présent CCTP.

##### 1.2.4.2. Niveau de prévention des risques liés à l'alcali-réaction

Le titulaire doit mettre en œuvre les recommandations destinées à prévenir l'alcali-réaction des bétons données dans l'article 5.2.3.5 et NA 5.2.3.5 de la norme NF EN 206/CN et dans le fascicule de documentation FD P 18-464.

Pour l'application de ces documents, le niveau de prévention des risques liés à l'alcali-réaction est le niveau de précautions particulières (niveau B du fascicule de documentation FD P 18-464).

##### 1.2.4.3. Niveau de prévention des risques liés à la réaction sulfatique interne

Le titulaire doit mettre en œuvre les recommandations destinées à prévenir la réaction sulfatique interne des bétons, données dans le document intitulé "Recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne" édité par l'IFSTTAR en octobre 2017.

Pour l'application de ce document, le niveau de prévention de chaque partie des ouvrages est déterminé grâce au tableau III de ce document en retenant la catégorie d'ouvrage et la classe d'exposition XH précisées ci-dessous.

### **Catégorie d'ouvrage**

Les ouvrages sont de catégorie II au sens du tableau I du document intitulé "Recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne" édité par l'IFSTTAR en octobre 2017.

### **Classes d'exposition XH**

Toutes les parties des ouvrages relèvent de la classe d'exposition XH2 au sens du tableau II du document intitulé "Recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne" édité par l'IFSTTAR en octobre 2017

#### **1.2.4.4. Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel et des fondants**

Les parties de l'ouvrage soumises à l'action du gel et des sels de déverglaçage sont précisées dans l'article intitulé « Bétons et mortiers hydrauliques » du chapitre 3 du présent CCTP. L'ouvrage comporte des parties soumises à un gel modéré, avec salage fréquent.

#### **1.2.4.5. Contexte sismique**

Les ouvrages sont classés en catégorie d'importance III de la classe dite « à risque normal » et se situent dans une zone de sismicité très faible, conformément au décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français et à l'arrêté du 26 octobre 2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux ponts de la classe dite "à risque normal".

#### **1.2.5. Classes d'exécution et de tolérance au sens de la norme NF EN 13670/CN** *(Norme NF EN 13670/CN)*

L'organisation de la qualité, la mise en œuvre des bétons, la fourniture et la mise en œuvre des aciers et l'exécution des étalements et des parements des ouvrages doivent respecter les exigences définies par la norme NF EN 13670/CN. Pour l'application de ces normes, pour toutes les parties constitutives des ouvrages :

- La classe d'exécution à retenir est la classe 3, conformément au 4.3.1 du fascicule 65
- La classe de tolérance à retenir au sens du 10.1 est la classe 1.

#### **1.2.6. Durées de vie, de service et d'utilisation de projet**

Les durées de vie, de service et d'utilisation de projet de l'ouvrage sont fixées à cent (100) ans.

### Article 1.3. Données géométriques de L'ouvrage existant

Les données géométriques et fonctionnelles de l'ouvrage sont définies dans les plans joints au présent CCTP.

L'ouvrage existant est une buse métallique type ARMCO, taillée en sifflet aux extrémités, de section circulaire dont les caractéristiques principales sont les suivantes :

- Gabarit intérieur de la buse : # 4.00 m (ht) x 4.55 m (l)
- Longueur du radier : # 52.45 m
- Longueur de la clef de voute : # 39.60 m
- Couverture maximale de remblai au-dessus de la génératrice supérieure : # 1.77 m côté ouest.

Sur la base des relevés effectués sur site, la buse peut être assimilée à un modèle de type ARMCO 152x51.

- Ondulation de la tôle métallique en moyenne :
- Profondeur de l'ondulation :  $P = 50.8$  mm
- Longueur de l'ondulation :  $L1 = 152.4$  mm
- Longueur de l'ondulation :  $L2 = 76.2$  mm

Il convient de noter que l'ouvrage a été touché par un incendie 2023, ce qui a entraîné la destruction de la couche de protection anticorrosion par galvanisation sur la partie supérieure de la buse. Cet incident, associé aux infiltrations d'eau, a accéléré la dégradation de la structure. De plus, une zone perforée se situe précisément à l'épicentre du départ de feu, confirmant que l'incendie a provoqué une perte de résistance de l'ouvrage.

Afin d'assurer le maintien de la buse, un système d'étalement a été mis en place en fin d'année 2025.



Des étalements complémentaires vont être mis en place courant février 2026 et une surveillance topographique va être mise en place permettant ainsi d'observer la déformation de l'ouvrage.

Les étalements présents dans la buse seront à déposer lors des opérations de renforcement de la buse.

**L'attention du titulaire est attiré sur le fait qu'il y a un risque de rupture de l'ouvrage sans étalement. En conséquence, l'entreprise devra prendre toutes les précautions nécessaires à la sécurité des travailleurs lors des travaux de renforcement.**

### Article 1.4. Description de l'ouvrage terminé

#### 1.4.1. Généralités

L'ouvrage est défini par le présent CCTP et par l'ensemble des plans qui lui sont joints.  
Les paragraphes qui suivent présentent les principales caractéristiques de l'ouvrage et certaines de leurs particularités.

#### 1.4.2. Travaux de renforcement, réparation et aménagements des extrémités

Après avoir retiré le remblai à l'intérieur de la buse, servant de couche de roulement, le renforcement de la buse des Brossards sera exécuté en béton armé suivant deux méthodologies :

- Le radier sera réalisé en béton armé coulé en place,
- Le complément représentant la voûte et les reins seront réalisés en béton projeté.

Le béton projeté structurel sera réalisé par voie sèche. La passe de finition pourra être réalisée par voie humide. L'entrepreneur proposera une méthodologie d'exécution.

En complément des travaux de renforcement, des travaux de réparation et d'aménagements des têtes de l'ouvrage sont prévus afin de limiter l'entretien futur et de faciliter l'exploitation.

#### 1.4.3. Traitement des parties vues

(Norme NF EN 13670/CN, art. 8.8 du fasc. 65 du CCTG)

Les parties vues doivent respecter les exigences issues de la norme NF EN 13670/CN et les exigences complémentaires définies au chapitre 4 du présent CCTP, en partie issues du chapitre 8 du fascicule 65 du CCTG.

Pour se faire, les différents parements (surfaces de béton visibles) de l'ouvrage sont classés comme suit :

Partie d'ouvrage	Classe de parement au sens de l'article 8.8.2.1.1 du fascicule 65 du CCTG
Toutes parties d'ouvrage	Parements simples

### Article 1.5. Equipements

#### 1.5.1. Grillage

Les grillages existant au droit des têtes de buse seront à remplacer.

#### 1.5.2. Bétonnage des bermes et talus

Avant de remplacer le grillage existant, il est prévu de bétonner le talus entre le dispositif de retenue et la tête de buse côté Est et Ouest

#### 1.5.3. Remblai dans l'ouvrage

Le marché comprend la mise en place d'une GNT 0/31.5 à l'intérieur de la buse servant de couche de roulement.

#### 1.5.4. Fourreaux et chambres de tirage

Il est prévu de mettre en place 5 gaines annelées de diamètre 50 mm dans le radier béton. Ces gaines seront connectées aux chambres de tirage type L1T disposées de part et d'autre de la buse.

### Article 1.6. Nettoyage de LA BUSE

Le marché comprend le retrait du remblai dans la buse et le nettoyage de celle-ci avant les opérations de bétonnage.

### Article 1.7. Consistance des travaux

D'une manière générale, l'entreprise comprend toutes les fournitures et mises en œuvre nécessaires à la complète réalisation de l'ouvrage objets du présent marché, ainsi que la remise en état des lieux mis à la disposition du titulaire ou modifiés par le déroulement des travaux. Elle comprend également tous les moyens nécessaires au suivi des indicateurs sécurité et environnement définis dans les pièces contractuelles, y compris la fourniture des supports d'information.

### Article 1.8. Contraintes particulières imposées au chantier

#### 1.8.1. Conditions d'accès aux sites

##### 1.8.1.1. Généralités

De façon générale, les conditions d'accès au chantier et les modes de livraison devront être adaptés et compatibles avec les accès extérieurs au chantier et également avec les accès routiers (publics ou privés) ainsi qu'en accord avec les arrêtés de voirie pris par l'entrepreneur ou avec les accords des propriétaires des parcelles privées empruntées.

Pendant toute la durée du marché, un rapport de fin de journée sera produit par l'Entrepreneur permettant d'attester de la fermeture de chantier (rapport photographique). En complément, un rapport de fin de semaine sera produit par l'Entrepreneur permettant d'attester de la fermeture de chantier et du nettoyage/entretien des voies d'accès. Ce rapport comprendra une planche photographique des vues du chantier et des voies d'accès à la fermeture du chantier. L'établissement de ce rapport est rémunéré dans le cadre du prix des installations de chantier.

#### 1.8.1.2. Accès chantier

L'accès principal au chantier de la buse est prévu par l'avenue de la zone de la gare (côté Est).

Le marché comprend l'entretien et le renforcement éventuel selon les moyens envisagés par l'entrepreneur de la voirie communale existante. Un état des lieux d'entrée et de sortie de l'ensemble des voiries impactées sera réalisé avec la commune.

**Une voie d'accès au bassin devra être laissée libre pendant toute la durée du chantier.**

#### 1.8.2. Réseaux

L'attention du titulaire est attirée sur l'existence de réseaux concessionnaires au droit du projet.

Les Déclarations de projet de Travaux au sens du décret n°2012-970 du 20 août 2012 sont jointes au présent CCTP, ainsi que les réponses des concessionnaires.

Pour les besoins du chantier, l'Entrepreneur devra prévoir des moyens autonomes (groupe électrogène, stockage d'eau, stockage des eaux usées, etc...). Ces moyens autonomes et leur alimentation et entretien sont rémunérés dans le cadre des prix des installations de chantier.

#### 1.8.3. Phasage des travaux et ordre d'exécution

L'entrepreneur proposera un phasage d'exécution soumis à l'avis du maître d'œuvre dans le respect du planning guide transmis.

#### 1.8.4. Maintien de circulation

La circulation sur l'autoroute A20 sera maintenue pendant les travaux. Il est prévu un balisage de la bretelle d'entrée le temps de la réalisation du bétonnage de la berme côté Est.

Les circulations sur les voiries secondaires devront être maintenues pendant les travaux selon les conditions fixées par les arrêtés. La réalisation des demandes d'arrêtés est à la charge de l'Entrepreneur.

Une note spécifique sera produite 30 jours après le démarrage de la période de préparation afin de détailler les mesures retenues par l'entrepreneur pour l'exécution des travaux.

#### 1.8.5. Déchets

Le titulaire doit mettre en œuvre un schéma d'organisation et de suivi de l'élimination des déchets (SOSED), selon les modalités définies au chapitre 2 du présent CCTP et dans les pièces du marché.

#### 1.8.6. Evacuation des eaux de chantier

L'entreprise devra gérer l'ensemble des eaux de la zone de chantier (eaux pluviales, eaux d'exhaure, eaux d'infiltration, etc...). Il mettra en œuvre les moyens nécessaires pour assurer l'exhaure des eaux résiduelles lors du maintien en assec de l'ouvrage. Les eaux pluviales des pistes et des plateformes devront être gérées (collectées et décantées à minima).

Les rejets directs des eaux collectées sont interdits. L'entreprise mettra en œuvre un bassin temporaire de décantation naturelle ou des unités de floculation.

Les travaux et mesures de protection du milieu précisés dans les pièces contractuelles respecteront les consignes du guide des « Bonnes pratiques environnementales – Protection des milieux aquatiques en phase chantier » établi par l'AFB.

#### 1.8.7. Limitation des nuisances sonores

L'entrepreneur prendra les mesures nécessaires afin de limiter les nuisances sonores dues au chantier.

## **Chapitre 2. PREPARATION ET ORGANISATION DU CHANTIER**

### Article 2.1. Stipulations préliminaires

Le titulaire 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.

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

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

La gestion de l'exécution doit respecter les exigences du fascicule 4 et du fascicule 65 du CCTG.

Article 2.2. Documents à fournir par le titulaire

*(Norme NF EN 13670/CN, chapitre 3 du fasc. 65 du CCTG, art. 2.1 et 2.3 du fasc. 66 du CCTG, art. 3.1.1 et 3.2.1 du fasc. 56 du CCTG, art. 28, 29 et 40 du CCAG-T et annexe C de la norme NF EN 1090-2+A1)*

2.2.1. Dispositions générales

L'ensemble des documents à fournir par le titulaire est soumis au visa du maître d'œuvre, excepté :

- Les documents relatifs à la sécurité et à la protection de la santé,
- Les documents relatifs aux ouvrages provisoires de 2ème catégorie,
- Les documents de suivi d'exécution dont seul le cadre est soumis à son acceptation,
- Les documents permettant l'élaboration du dossier des ouvrages exécutés.

2.2.2. Liste des documents à fournir

L'ensemble des documents à fournir par le titulaire, 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 :

- Le programme d'exécution,
- Le plan qualité (PAQ),
- Les documents relatifs à la sécurité et à la protection de la santé,
- Les documents de suivi d'exécution et les documents de levée de points d'arrêt,
- Les documents de levée de points d'arrêt environnementaux et les bordereaux de suivi des déchets,
- Les études d'exécution,
- Les études d'exécution relatives aux ouvrages géotechniques au sens de la norme NF P94-500,
- Le journal de chantier
- Les documents nécessaires à la constitution du dossier des ouvrages exécutés.

**Il est précisé que les sous-détails des prix du marché seront transmis au maître d'œuvre 15 jours après notification du marché.**

Article 2.3. Contrôle des documents d'exécution

Tous les documents d'exécution sont soumis à différents niveaux de contrôle. Tous les documents d'exécution transmis pour avis à la maîtrise d'œuvre doivent avoir les niveaux de contrôle suivants :

- Contrôle interne à la chaîne de production et donc au groupement,
- Contrôle externe à la chaîne de production.

Le contrôle externe des documents d'exécution est indépendant de la chaîne de production. Il est matérialisé par un document de contrôle accompagnant systématiquement le document remis au visa du maître d'œuvre. Ce document synthétise les remarques émises sur l'ensemble des versions du document.

Cependant, les contrôles externes des notes de calculs et des plans d'exécution seront réalisés par une entité juridiquement indépendante de l'entreprise ou des membres du groupement en charge de l'exécution du marché. Il sera soumis à l'avis du maître d'œuvre.

Les frais inhérents au contrôle intérieur (interne et externe) sont réputés inclus dans les prix d'études.

Article 2.4. Programme d'exécution des travaux

*(Art. 28.2 du CCAG-T, art. 4.2.1.1 du fasc. 65 du CCTG)*

Le programme d'exécution des travaux est conforme au 4.2.1.1 du fascicule 65 du CCTG.

Article 2.5. Sécurité et protection de la santé

*(Art. 28.3 du CCAG-T, 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 et respecteront les spécifications indiquées dans le PGC.

Article 2.6. Plan qualité - Généralités



(Norme NF EN 13670/CN, art. 4.2.2 du fasc. 65 du CCTG, art. 4.2.1 et 4.2.2 du fasc. 66 du CCTG, art. 1.6, 3.1.1 et 3.2.1 du fasc. 56 du CCTG, art. 7 du fasc. 68 du CCTG et annexe C de la norme NF EN 1090-2+A1)

#### 2.6.1. Composition générale du Plan Qualité

Le Plan Qualité est constitué :

- De la note d'organisation générale du chantier (NOG), et le cas échéant, des procédures de maîtrise de la qualité qui la complètent,
- Des Plans Qualité des co-traitants et des sous-traitants,
- Des procédures d'exécution relatives à chaque ouvrage,
- Des cadres des documents de suivi d'exécution.

Il est conforme :

- A l'article 4.2.2 du fascicule 65 du CCTG pour les parties en béton,
- A l'article 7 du fascicule 68 du CCTG pour les fondations.

Le plan de contrôle intérieur, inclus dans la note d'organisation générale, comprend les contrôles indiqués aux 4.3.2 et 4.3.3 du fascicule 65 du CCTG pour les parties en béton.

Les résultats du contrôle intérieur ne sont pas soumis au visa.

Seul le cadre de ces documents faisant partie du Plan Qualité est soumis au visa du maître d'œuvre.

#### 2.6.2. Points d'arrêt et points critiques

La liste des points d'arrêt est donnée ci-dessous. Les délais de préavis et de levée sont donnés au CCAP.

Phase des travaux	Points d'arrêt
Implantation de l'ouvrage	- Acceptation du piquetage
Bétonnages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceptation des centrales à béton et autorisation de réaliser les épreuves de convenue</li> <li>- Acceptation de la méthodologie d'exécution</li> <li>- Acceptation de l'épreuve de convenue après acceptation de l'épreuve d'étude ou des références probantes</li> <li>- Autorisation de pose des armatures de béton armé</li> <li>- Autorisation de bétonnage d'une partie d'ouvrage</li> <li>- Acceptation des parements</li> </ul>
Protection contre la corrosion des éléments galvanisés et peints avec application automatisée (processus de type industriel)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceptation des documents préalables à l'exécution (PAQ)</li> <li>- Fourniture des documents de suivi d'exécution avec les éléments finis</li> </ul>
Equipements	- Acceptation des clôtures

Cette liste n'est pas exhaustive et sera complétée par le titulaire et le maître d'œuvre suivant les dispositions prises par l'entreprise pour réaliser les travaux. Ainsi, la liste complétée des points critiques, assortie des délais de préavis du maître d'œuvre est présentée par le titulaire dans le document d'organisation générale du Plan Qualité.

Dans le cadre du contrôle externe des travaux, le titulaire établit, pour chaque point d'arrêt et point critique, un rapport présentant les vérifications et relevés effectués ainsi qu'une comparaison avec les valeurs théoriques. Ces rapports seront transmis au maître d'œuvre avant ou lors de la réalisation de la levée du point d'arrêt en fonction de la nature de l'opération.

Le délai de prévenance du Maître d'œuvre et du contrôle extérieur est de 5 jours ouvrés.

Les modalités de traitement d'une non-conformité sont soumises au visa du maître d'œuvre et constituent un point d'arrêt.

Article 2.7. Note d'organisation générale du chantier

(Norme NF EN 13670/CN, art. 4.2.2 du fasc. 65 du CCTG, art. 4.2.1 du fasc. 66 du CCTG, art. 4.2.2 de la norme NF EN 1090-2+A1, art. 7.1 du fasc. 68 du CCTG, art. 1.6.2.1 du fasc. 56 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 :

- Nombre de documents adressés au maître d'œuvre, aux bureaux de contrôle et autres intervenants ;
- Principes et délais pour les vérifications et modifications.

Article 2.8. Procédures d'exécution

2.8.1. Liste des procédures d'exécution

Dans le cas où les procédures sont établies par nature de travaux, les procédures d'exécution exigées sont les suivantes :

- Implantation et terrassements ;
- Nettoyage et débroussaillage des emprises chantier ;
- Réalisation des pistes et plateformes ;
- Coffrages et parements ;
- Si réalisé sur chantier, exécution des armatures de béton armé ;
- Pose des armatures de béton armé ;
- Méthodologie et programme de bétonnage ;
- Préparation et nettoyage de la buse ;
- Injection de la zone effondrée
- Renforcement de la buse en béton (béton coulé sur place pour radier et béton projeté pour voûte) et finition ;
- Réalisation de la GNT dans la buse ;
- Réalisation des bétons sur les bermes en têtes de buse ;
- Pose des grillages ;
- Remise en état du site.

Dans le cas où les procédures sont établies par famille d'opérations, les procédures exigées sont les suivantes :

- Installation générale ;
- Réalisation des ouvrages provisoires,
- Implantation et terrassements ;
- Travaux de renforcement de l'ouvrage ;
- Travaux de réparation de l'ouvrage ;
- Travaux d'aménagements ;
- Pose des équipements et finitions ;
- Remise en état du site.

2.8.2. Documents annexés aux procédures d'exécution

Les documents annexés aux procédures comprennent en outre les documents suivants :

- Le plan de phasage des travaux de renforcement et de réparation **comprenant le phasage de dépose des étalements** ;
- Le dossier d'étude des bétons et leurs références ;
- L'ensemble des dispositions prises pour la protection de l'environnement ;
- Le programme de bétonnage ;
- Le projet des ouvrages provisoires ;

– Les références des documents internes à l’entreprise consultables par le maître d’œuvre sur le chantier.

### 2.8.3. Assurance de la qualité pour les implantations

Le PAQ précise les dispositions adoptées pour respecter les implantations géométriques de l’ouvrage. Il précise également les dispositions prises pour la conservation des dépôts.

### 2.8.4. Maîtrise de la conformité pour les ouvrages provisoires

*(Norme NF EN 13670/CN, chapitre 5 du fasc. 65 du CCTG, norme NF EN 1090-2+A1, art. 9.2 du fasc.66 du CCTG)*

Pour l'application du 5.3 de la norme NF EN 13670/CN, avant tout début de montage des ouvrages provisoires, le titulaire doit fournir un projet des ouvrages provisoires conforme au 5.1.4 du fascicule 65 du CCTG.

Ce projet doit préciser leur conception et justifier les profils utilisés, avant et après déformation, tant du point de vue de la conformité et de l'aspect de l'ouvrage fini que du comportement mécanique de l'ouvrage provisoire et de l'ouvrage lui-même (il est rappelé que les ouvrages provisoires doivent être dimensionnés en tenant compte de toutes les actions exercées dans les diverses phases de la construction).

Le projet doit également préciser le phasage détaillé et précis des opérations de manutention, montage, contre-fléchage et dépose des ouvrages provisoires.

Des schémas types peuvent être utilisés et, en cas d'emploi de pièces préfabriquées, des notices ou partie de notices du fabricant peuvent être incorporées aux dessins d'exécution à condition de former avec les dessins particuliers un ensemble complet, cohérent et sans risque d'ambiguïté ; en particulier, les parties de ces notices applicables au cas d'espèce sont clairement mises en évidence.

### 2.8.5. Maîtrise de la conformité pour les parements

*(Norme NF EN 13670/CN, art. 5.8 du fasc. 65 du CCTG)*

Avant tout début des travaux de coffrage, le titulaire doit fournir une note / procédure précisant les conditions de manutention, de mise en place, de contre-fléchage, de réglage puis de dépose des coffrages.

### 2.8.6. Maîtrise de la conformité pour les bétons

*(Norme NF EN 13670/CN, chapitre 8 du fasc. 65 du CCTG)*

#### 2.8.6.1. Nature et qualité des différents constituants

Le Plan Qualité définit la catégorie, la classe, la sous-classe et la provenance des ciments.

Pour les granulats (norme NF EN 12620+A1 et NF P 18-545), le Plan Qualité indique par dérogation au fascicule 65 du CCTG :

– Leur provenance ;

– Leurs caractéristiques :

- Granulométrie et teneur en fines des gravillons, des sables et graves (norme NF EN 933-1) ;
- Module de finesse des sables et graves (normes NF EN 12620+A1 et NF EN 13139) ;
- Propreté des sables et graves (normes NF EN 933-8+A1 et NF EN 933-9+A1) ;
- Polluants organiques (norme NF EN 1744-1+A1) ;
- Coefficient d’absorption d’eau (norme NF EN 1097-6) ;
- Teneur en éléments coquillers des granulats d’origine marine (norme NF EN 933-7) ;
- Los Angeles (norme NF EN 1097-2)
- Friabilité des sables (norme NF P 18-576)
- Niveau de réactivité vis-à-vis de la réaction alcali-silice (normes XP P 18-594, FD P 18-542 et mode opératoire LPC n°37) ;
- Sensibilité au gel-dégel (norme NF EN 1097-6 et NF EN 1367-1).

L’emploi de granulats recyclés et l’emploi de granulats provenant de la récupération du béton frais sur l’installation de production sont autorisés dans les conditions du 8.1.2.2 du fascicule 65 du CCTG.

Le PAQ définit enfin la nature, le dosage et la provenance des adjuvants.

#### 2.8.6.2. Dispositions particulières liées aux réactions de gonflement interne des bétons

##### 2.8.6.2.1. Alkali-réaction

### **Dispositions concernant le dossier d'étude des bétons**

Si les granulats bénéficient du droit d'usage de la marque NF-Granulats avec qualification vis-à-vis de l'alcali-réaction en NR ou PRP, le certificat de conformité des granulats à la marque NF, qui donne leur qualification vis-à-vis de l'alcali-réaction, doit être annexé au dossier d'étude des bétons. Si les granulats ne bénéficient pas du droit d'usage de la marque NF-Granulats mais si le producteur de granulats dispose d'un dossier carrière élaboré conformément aux prescriptions du fascicule de documentation FD P 18-541 et approuvé par le maître d'œuvre, le dossier d'étude des bétons doit contenir les extraits du Plan Qualité du producteur permettant de certifier la qualification vis-à-vis de l'alcali-réaction des granulats utilisés. Ces documents sont accompagnés des résultats des contrôles intérieurs effectués par le producteur de granulats.

En l'absence de granulats titulaires de la marque NF-Granulats et d'un dossier carrière approuvé par le maître d'œuvre, les résultats des essais permettant la qualification des granulats conformément aux prescriptions du fascicule de documentation FD P 18-542 et de la norme NF P 18-594 sont joints au dossier d'étude des bétons.

Si les granulats sont potentiellement réactifs à l'effet de pessimum (PRP), le dossier d'étude des bétons doit comporter tous les résultats des essais permettant de justifier que les conditions (1) et (2) du 6.3.1.2 du fascicule de documentation FD P 18-464 sont vérifiées.

### **Dispositions concernant les procédures de bétonnage**

En l'absence de granulats titulaires de la marque NF-Granulats mais en présence d'un dossier carrière approuvé par le maître d'œuvre, toutes les procédures de bétonnage doivent prévoir la fourniture au maître d'œuvre, avant bétonnage, des documents de suivi du contrôle intérieur effectué par le producteur de granulats et le titulaire conformément à leur Plan Qualité.

En l'absence de granulats titulaires de la marque NF-Granulats et d'un dossier carrière approuvé par le maître d'œuvre, toutes les procédures de bétonnage doivent prévoir la fourniture au maître d'œuvre, avant bétonnage, des résultats des essais rapides permettant la qualification des granulats conformément aux prescriptions du fascicule de documentation FD P 18-542.

L'acceptation des résultats de tous les essais par le maître d'œuvre est une condition nécessaire à la levée des points d'arrêt avant bétonnage.

#### **2.8.6.2.2. Réaction sulfatique interne**

Le Plan Qualité précise les dispositions prises par le titulaire pour prévenir la réaction sulfatique interne du béton, en tenant compte des indications du document intitulé « Recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne » édité par l'IFSTTAR en octobre 2017.

#### **2.8.6.3. Bétonnage dans des conditions de températures particulières (Art. 8.5.4 du fasc. 65 du CCTG)**

Le Plan Qualité précise les dispositions à prendre en cas de bétonnage dans des conditions de température particulières conformément au 8.5.4 du fascicule 65 du CCTG. En outre, en cas de délai important entre la fabrication du béton et la fin de sa mise en œuvre, le Plan Qualité précise les dispositions à appliquer ainsi que les modalités d'utilisation d'un retardateur de prise.

#### **2.8.6.4. Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel**

Le Plan Qualité précise les modalités de prise en compte des préconisations du guide technique « Recommandation pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel » édité par le LCPC en décembre 2003.

#### **2.8.7. Assurance de la qualité pour les bétons projetés**

Le Plan Qualité définit :

- Le mode de projection utilisé,
- L'origine et la qualité des constituants des bétons,
- La catégorie, la classe, la sous-classe et la provenance des ciments,
- Les caractéristiques du sable employé,
- La nature, le dosage et la provenance des adjuvants le cas échéant,
- Les épreuves de convenance à réaliser avant travaux de projection,
- Le mode de mise en place du ferrailage éventuel, et ses liaisons avec la structure.

Le Plan Qualité précise :

- Les conditions de réalisation des épreuves de convenance,
- Les modalités de communication des résultats par le titulaire au maître d'œuvre,
- La conduite à tenir lorsque les résultats escomptés ne sont pas atteints.

Les épreuves de convenance sont à la charge du titulaire et doivent être réalisées avant le début de la projection, sur le chantier et dans les conditions de celui-ci pour vérifier :

- La méthode de préparation du support,
- La mise en place du ferrailage y compris acier de connexions à la buse ou de calage,
- La projection (y compris la qualification du porte-lance),
- Le respect des épaisseurs,
- Les caractéristiques du béton projeté.

Le calendrier proposé par le titulaire doit prendre en compte l'éventualité de résultats négatifs des épreuves nécessitant un ajustement possible sur un des points évoqués ci-dessus et permettre tous les réglages en fonction des paramètres du chantier.

#### 2.8.8. Maîtrise de la conformité pour les armatures de béton armé

*Norme NF EN 13670/CN, art. 6.6 du fasc. 65 du CCTG*

Les dispositions en matière de maîtrise de la conformité pour les armatures de béton armé sont établies conformément aux articles 4, 6 et 10 de la norme NF EN 13670/CN et à l'article 6.6 du fascicule 65 du CCTG.

En complément, si des dispositifs de raboutage des armatures (manchons) sont prévus ou utilisés, le Plan Qualité précise leurs caractéristiques et leur provenance.

Enfin, si une protection contre la corrosion des armatures de béton armé est prévue par le sous-article intitulé « Exigences générales » de l'article intitulé « Armatures pour béton armé » du chapitre 3 du présent CCTP, le Plan Qualité explicite ses modalités.

#### 2.8.9. Assurance de la qualité pour le curage et le nettoyage

Le PAQ doit clairement préciser les matériels et la méthodologie mis en œuvre pour la suppression des atterrissements et matériaux divers présents dans la buse métallique au niveau du radier.

Le PAQ doit clairement préciser les matériels et la méthodologie mis en œuvre pour le nettoyage à l'eau sous pression de l'intrados de la buse métallique.

#### 2.8.10. Assurance de la qualité pour les produits de protection générale de surface en béton

Le PAQ définit :

- la nature des produits prêts à l'emploi utilisés ;
- la nature des revêtements employés ;
- les fonctions de protection principales et complémentaires des produits de protection générale de surface employés (revêtements ou imprégnations hydrophobes : voir chapitre 3 du présent CCTP).

#### 2.8.11. Assurance de la qualité relative à la protection contre la corrosion

*(En cas de processus de type industriel définis par l'article 1.6.1 du fascicule 56 du CCTG)*

Les dispositions particulières relatives à la mise en œuvre d'une protection contre la corrosion suivant un processus de type industriel sont fixées par le PAQ.

Cet article spécifie précisément les exigences en matière de :

- Dispositions d'exécution ;
- Dispositions et documents de suivi d'exécution.

Pour émettre son avis préalable et son visa du PAQ, le maître d'œuvre peut être amené, dans le cadre de son contrôle extérieur, à faire (ou faire faire) un audit du système qualité du fournisseur des éléments. Cet audit peut porter, notamment, sur le processus de galvanisation et/ou sur celui de mise en peinture avec application automatisée.

Les documents de suivi d'exécution tels que définis à l'article 3.1.2 du fascicule 56 du CCTG sont remis au maître d'œuvre avant le départ des pièces de l'usine de fabrication.

#### Article 2.9. Plan de respect de l'environnement

Pendant la période de préparation, le titulaire soumet au visa du maître d'œuvre un Plan de Respect de l'Environnement conforme au 4.2.3 du fascicule 65 du CCTG.

Le plan de respect de l'environnement devra décrire notamment les mesures suivantes :

- Renforcement des clôtures de chantier pour limiter l'intrusion de la faune ;
- Balisage des zones sensibles ;
- Dispositif de gestion des eaux pluviales des pistes et des plateformes ;
- Mesure de protection pour limiter les nuisances pour les riverains ;
- Mesures particulières prévues pour les opérations sensibles ;
- Etc...

Il comprend également une composante « déchets » qui décrit de manière détaillée :

- Les méthodes qu'il va employer pour ne pas mélanger les déchets ;
  - Les centres de stockage ou centres de regroupement ou unités de recyclage vers lesquels sont acheminés les différents déchets à éliminer ;
  - Les moyens de contrôle, de suivi et de traçabilité qu'il va mettre en œuvre pendant les travaux.
- Tous les déchets à évacuer doivent l'être en respectant les modalités prévues dans ce document.

#### Article 2.10. Documents de suivi d'exécution

La liste des documents de suivi d'exécution est définie au Plan Qualité pour chaque procédure d'exécution.

Lors de l'exécution, le titulaire adresse au maître d'œuvre les documents de suivi du contrôle intérieur au fur et à mesure de l'obtention des résultats du contrôle intérieur.

Tous les documents transmis à la maîtrise d'œuvre doivent avoir fait l'objet d'un contrôle interne et externe tel que définie dans le fascicule 65. Le contrôle externe ne sera pas impliqué dans la chaîne de production du chantier.

Chaque non-conformité fait l'objet d'une fiche.

#### Article 2.11. Etudes d'exécution

##### 2.11.1. Préliminaires – Note des entrants

En amont du démarrage des études d'exécution, une note des entrants sera établie 10 jours après le démarrage de la période de préparation. Cette note a pour objectif de lister l'ensemble des données d'entrées fournies à l'entreprise, d'identifier leur prise en compte et leur utilisation principale dans le cadre des études et d'identifier les éléments manquants et nécessaires pour la réalisation des études.

##### 2.11.2. Organisation de la période de préparation

Le titulaire s'engage, à compter de la notification de démarrage de la période de préparation, à fournir au maître d'œuvre :

- Le planning des études, les sous détails des prix dans un délai de quinze (15) jours ;
- Le PPSPS dans un délai de dix (10) jours suivant la VIC ;
- Le programme des études et les demandes d'agrément du chargé sécurité et du chargé environnement dans un délai de quinze (10) jours ;
- Les documents généraux dans un délai de vingt (15) jours ;
- La note de calcul du renforcement de l'ouvrage dans un délai de vingt-cinq (20) jours ;
- Le plan d'installation de chantier, le plan des pistes d'accès dans un délai de trente (25) jours ;
- Les plans de l'ouvrage dans un délai de trente-cinq (25) jours.

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

Le programme des études d'exécution comprend la liste des documents d'exécution à fournir et le calendrier prévisionnel des études d'exécution. Ce dernier est présenté de telle sorte qu'apparaissent clairement les tâches critiques et leur enchaînement.

##### 2.11.4. Etudes d'exécution – Généralités

(Art. 29.1 du CCAG-T, art. 4.2.1.2 du fasc. 65 du CCTG, art. 4.2.1 du fasc. 66 du CCTG)

Les études d'exécution comprennent :

- Une note définissant les bases des études d'exécution ;
- Les documents d'exécution des ouvrages définitifs ;
- Les documents d'exécution des ouvrages provisoires sous la responsabilité du COP.

Les études d'exécution des ouvrages géotechniques relèvent de la mission G3 au sens de la norme NF P94-500.

Les notes de calculs électroniques issues de programme doivent être accompagnées d'une note de synthèse informatique « manuelle » qui récapitule :

- Les hypothèses et données introduites dans le programme ;
- Les principes généraux du fonctionnement du programme ;
- Les principaux résultats obtenus et leur interprétation.

Les plans d'exécution doivent indiquer les dispositions constructives liées aux hypothèses de calcul.

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

*(Art. 4.2.1.2.1 du fasc. 65 du CCTG, art. 4.2.1 du fasc. 66 du CCTG)*

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

La note précise notamment les enrobages prévus pour toutes les parties d'ouvrage.

Elle précise également les méthodes et moyens de calcul et les bases numériques des calculs.

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

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

D'une manière générale, les justifications relatives aux études d'exécution sont effectuées suivant les règlements en vigueur et notamment selon les modalités précisées dans les documents suivants :

- Les normes NF EN 1990 et NF EN 1990/A1 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1990/NA et NF EN 1990/A1/NA ;
- Les normes NF EN 1991-1-1 et NF EN 1991-1-3 à NF EN 1991-1-7 ainsi que leurs annexes nationales, les normes NF EN 1991-1-1/NA et NF EN 1991-1-3/NA à NF EN 1991-1-7/NA ;
- La norme NF EN 1991-2 et son annexe nationale, la norme NF EN 1991-2/NA ;
- La circulaire n° R/EG3 du 20 juillet 1983 : « Transports exceptionnels, définition des convois types et règles pour la vérification des ouvrages d'art » publiée par la Direction des Routes ;
- Les normes NF EN 1992-1-1 et NF EN 1992-2 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1992-1-1/NA et NF EN 1992-2/NA ;
- La norme NF EN 1997-1 et son annexe nationale, la norme NF EN 1997-1/NA, ainsi que les normes d'application nationales NF P 94-261, NF P 94-262, NF P 94-270, NF P 94-281 et NF P 94-282 ;
- Les normes NF EN 1998-1, NF EN 1998-2, NF EN 1998-5 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1998-1/NA, NF EN 1998-2/NA, NF EN 1998-5/NA ;
- Le décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique ;
- Le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- L'arrêté du 26 octobre 2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux ponts de la classe dite « à risque normal » ;

L'attention du titulaire est en outre attiré sur le fait que le présent CCTP constitue le document intitulé « document particulier », « document particulier du marché », « projet individuel » ou encore « projet particulier » dans les normes visées ci-dessus.

#### Article 2.12. Actions et sollicitations

La note d'hypothèse établie par le titulaire devra retranscrire les sollicitations et cas de charge de l'ouvrage actuel.

##### 2.12.1. Charges permanentes

###### 2.12.1.1. Poids propre des structures

*(Norme NF EN 1991-1-1 et NF EN 1991-1-1/NA)*

Conformément à l'article 4.1.2 (5) de la norme NF EN 1990, le poids propre de la structure peut être représenté par une valeur caractéristique unique calculée sur la base des dimensions nominales figurant sur les plans d'exécution et des poids volumiques suivants :

- Poids volumique du béton armé : 25 kN/m<sup>3</sup> ;

### 2.12.2. Retrait et fluage

*(Normes NF EN 1992-1-1 et NF EN 1992-1-1/NA)*

Les déformations de retrait et de fluage du béton sont calculées conformément à l'article 3.1.4 et à l'annexe B2 de la norme NF EN 1992-1-1.

### 2.12.3. Charges d'exploitation

*(Normes NF EN 1991-2 et NF EN 1991-2/NA)*

#### 2.12.3.1. Charges routières normales

L'ouvrage à renforcer est implanté sous l'autoroute A20. Sur les remblais au droit de la section de l'autoroute, les charges routières doivent être prises en compte.

Ils supportent un trafic de classe 1 au sens de l'article 4.2.2 des normes NF EN 1991-2 et NF EN 1991-2/NA.

La largeur de la chaussée est définie sur les plans joints au CCTP.

#### 2.12.3.2. Charges routières exceptionnelles

L'ouvrage doit être vérifié sous le passage des convois type CEREMA 2016 TE 120 t, composé d'une semi-remorque de 120 t et d'une grue automotrice de 108 t.

### 2.12.4. Actions en cours d'exécution autres que les actions permanentes et thermiques

*(Normes NF EN 1991-1-6 et NF EN 1991-1-6/NA)*

A définir suivant la méthodologie de l'entreprise.

### 2.12.5. Actions thermiques

*(Normes NF EN 1991-1-5 et NF EN 1991-1-5/NA)*

Les effets de la température sont déterminés conformément aux indications des normes NF EN 1991-1-5 et NF EN 1991-1-5/NA, en considérant notamment que :

- Le module du béton à prendre en compte est le module instantané ;
- Le coefficient de dilatation thermique du béton est fixé à  $10^{-5}$  m/m/°C conformément au paragraphe (5) de l'article 3.1.3 de la norme NF EN 1992-1-1.

### 2.12.6. Poids et poussée des terres en contact avec l'ouvrage

Sauf proposition différente et justifiée de l'entrepreneur, lorsqu'elles ne sont pas définies dans le dossier géotechnique, les caractéristiques des terres et remblais en contact avec l'ouvrage sont les suivantes :

- Poids volumique égale à 20 kN/m<sup>3</sup> ;
- Cohésion nulle, angle de frottement interne 30°, module pressiométrique de 10 MPa ;
- Coefficient de poussée des terres derrière les piédroits compris entre 0,25 et 0,50 (calcul en fourchette).

### 2.12.7. Charges d'exploitation sur les remblais

*(Normes NF EN 1991-2 et NF EN 1991-2/NA)*

En dehors de la plateforme routière, les effets des véhicules lourds de chantier ou des véhicules spéciaux autorisés à circuler sont aussi à prendre en compte le cas échéant.

L'effet du compactage des remblais est pris en compte en considérant une charge uniformément répartie de 20 kN/m<sup>2</sup>, appliquée sur toute la surface des terres retenues.

### 2.12.8. Charges travaux

Les charges travaux à prendre en compte seront déterminées par l'entreprise en fonction de ses moyens d'intervention.

### 2.12.9. Charges sismiques

Les calculs sismiques sont conduits selon le guide méthodologique du Cerema « Ponts en zone sismique – Conception et dimensionnement selon l'Eurocode 8 » d'août 2015. La combinaison des sollicitations provoquées par les différentes composantes du séisme est effectuée selon les indications du § 3.2 du chapitre 4 du guide méthodologique du Cerema « Ponts en zone sismique – Conception et dimensionnement selon l'Eurocode 8 » d'août 2015 et en particulier selon la relation  $E = \pm E_1 \pm 0,3 E_2 \pm 0,3 E_3$  dans laquelle  $E_i$  est successivement la composante longitudinale, transversale puis verticale du séisme.

## Article 2.13. Combinaisons d'actions

*(Normes NF EN 1990, NF EN 1990/A1, NF EN 1990/NA et NF EN 1990/A1/NA)*

A adapter aux cas de charges à retenir pour l'ouvrage.



### 2.13.1. \_\_\_\_\_ Rappel des notations adoptées

Gk,sup : effet défavorable du poids propre et des superstructures, considérés avec leur valeur caractéristique supérieure

Gk,inf : effet favorable du poids propre et des superstructures, considérés avec leur valeur caractéristique inférieure

Gset : effet défavorable des tassements d'appui

Pk : effet de la précontrainte considérée avec sa valeur caractéristique

Pm : effet de la précontrainte considérée avec sa valeur probable

Tk : effet de la température considérée avec sa valeur caractéristique

gr-c : effet des groupes de charges gr1a, gr1b, gr2, gr3 ou gr5 considérés avec leur valeur caractéristique

gr-fq : effet des groupes de charges gr1a, gr1b, gr2, gr3 ou gr5 considérés avec leur valeur fréquente

gr-a : effet des groupes de charges gr1a, gr1b, gr2, gr3 ou gr5 considérés avec leur valeur d'accompagnement

Fwk : effet du vent considéré avec sa valeur caractéristique

Fwk,trafic : effet du vent concomitant à la circulation

Fa : effet d'une action accidentelle

We : effet du vent en cours d'exécution

Qc : effet des charges de construction

L'attention du titulaire est attirée sur le fait que les effets du retrait et du fluage du béton ne figurent pas dans les combinaisons explicitées ci-dessous pour en simplifier le formalisme mais sont bien à prendre en compte dans tous les états limites avec une pondération unité.

### 2.13.2. \_\_\_\_\_ Combinaisons d'actions à l'état limite de service

#### 2.13.2.1. \_\_\_\_\_ En service, combinaisons caractéristiques

Le titulaire considère les combinaisons d'actions suivantes :

$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + P_k + gr_{1a-c} + 0,6.T_k$

$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + P_k + gr_{1a-c} + 0,6.F_{wk,trafic}$

$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + P_k + gr_{1b-c}$

$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + P_k + gr_{2-c} + 0,6.T_k$

$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + P_k + gr_{3-c} + 0,6.T_k$

$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + P_k + T_k + gr_{1a-a}$

$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + P_k + F_{wk}$

$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + P_k + gr_{5-c} + 0,6.T_k$

#### 2.13.2.2. \_\_\_\_\_ En service, combinaisons fréquentes

Le titulaire considère les combinaisons d'actions suivantes :

$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + P_k + gr_{1a-fq} + 0,5.T_k$

$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + P_k + gr_{1b-fq}$

$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + P_k + 0,6.T_k$

$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + P_k + 0,2.F_{wk}$

$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + P_k + gr_{5-fq}$

#### 2.13.2.3. \_\_\_\_\_ En service, combinaisons quasi-permanentes

Le titulaire considère la combinaison d'actions suivantes :

$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + P_k + 0,5.T_k$

#### 2.13.2.4. \_\_\_\_\_ En phase de construction

Le titulaire considère les combinaisons d'actions suivantes :

$G_{k,sup} + G_{k,inf} + P_m + F_{wk} + Q_c$

$G_{k,sup} + G_{k,inf} + P_m + T_k + Q_c$

### 2.13.3. \_\_\_\_\_ Combinaisons d'actions à l'état limite ultime de résistance

#### 2.13.3.1. \_\_\_\_\_ Combinaisons fondamentales, en service

Le titulaire considère les combinaisons d'actions suivantes :

$1,35.G_{k,sup} + G_{k,inf} + 1,20.G_{set} + P_m + 1,35.gr_{1a-c} + 1,50.(0,6.F_{wk,trafic})$

$1,35.G_{k,sup} + G_{k,inf} + 1,20.G_{set} + P_m + 1,35.gr_{1b-c}$

$1,35.G_{k,sup} + G_{k,inf} + 1,20.G_{set} + P_m + 1,35.gr_{2-c}$

$1,35.Gk_{sup} + Gk_{inf} + 1,20.Gset + Pm + 1,35.gr3-c$   
 $1,35.Gk_{sup} + Gk_{inf} + 1,20.Gset + Pm + 1,5.Tk + 1,35.gr1a-a$   
 $1,35.Gk_{sup} + Gk_{inf} + 1,20.Gset + Pm + 1,50.Fwk$   
 $1,35.Gk_{sup} + Gk_{inf} + 1,20.Gset + Pm + 1,35.gr5-c$   
2.13.3.2. Combinaisons fondamentales, en phase de construction

Le titulaire considère les combinaisons d'actions suivantes :

$1,35.Gk_{sup} + Gk_{inf} + Pm + 1,50.Fwk + 1,35.Qc$   
 $1,35.Gk_{sup} + Gk_{inf} + Pm + 1,50.Tk + 1,35.Qc$

2.13.3.3. Combinaisons accidentelles

Le titulaire considère la combinaison d'actions suivante :

$Gk_{sup} + Gk_{inf} + Gset + Pm + Fa + 0,5.Tk$

Article 2.14. Justification de L'ouvrage

2.14.1. Classes d'exposition et enrobages minimal des aciers passifs

*(Normes NF EN 206/CN, NF EN 1992-1-1, NF EN 1992-1-1/NA, NF EN 1992-2 et NF EN 1992-2/NA)*

L'enrobage minimal sera déterminé par l'entreprise en prenant en compte les classes d'exposition et la réglementation en vigueur.

2.14.2. Etudes géotechniques

Des études géotechniques ont été réalisées. Le rapport de synthèse est fourni en annexe du présent C.C.T.P.

L'Entrepreneur accepte les dispositions techniques du présent C.C.T.P. au vu des données du projet prévues concernant notamment les conditions géotechniques. Il est prévu dans le cadre des prix du marché, la réalisation, par l'Entrepreneur, de campagnes géotechniques complémentaires, s'il le juge nécessaire pour la réalisation de ces études d'exécution dans le cadre de la mission G3.

L'entrepreneur peut réaliser les investigations géotechniques complémentaires qu'il juge nécessaires. Dans ce cas, le programme d'investigations complémentaires est décrit dans l'offre et les coûts associés sont intégrés dans son offre financière.

Conformément au C.C.T.G., la prise en compte des conditions géotechniques peut être complétée pendant les travaux. Cependant l'Entrepreneur ne pourra réclamer aucune plus-value en cours d'exécution sans avoir préalablement démontré, par des études de sol réalisées à sa charge et validées par le Maître d'Œuvre, que les données du DCE ne lui permettaient pas d'anticiper les éventuels problèmes de mise en œuvre.

Dans le cas où les dispositions techniques du présent C.C.T.P. se révéleraient difficiles à mettre en place ou inadaptées aux conditions de chantier réellement rencontrées, l'Entrepreneur soumet au Maître d'Œuvre les modes d'exécution mieux appropriés. Les dispositions adaptées aux problèmes posés sont arrêtées en commun par le Maître d'Œuvre et l'Entrepreneur après proposition au Maître d'Ouvrage.

Il appartient à l'Entrepreneur d'apprécier l'incidence des variations du niveau de la nappe phréatique, sur les conditions d'exécution des fouilles, compte-tenu de l'époque de réalisation.

Article 2.15. Justification des ouvrages provisoires

*(Norme NF EN 13670/CN, art. 5.3 du fascicule 65 du CCTG)*

Les ouvrages provisoires sont calculés conformément aux indications des 5.1 et 5.3 de la norme NF EN 13670/CN et à celles de l'article 5.3 du fascicule 65 du CCTG.

Un chargé des ouvrages provisoires sera nommé et réalisera les prestations définies dans le paragraphe 5.1.3 du fascicule 65 du CCTG. Sa rémunération est réputée incluse dans le prix des installations de chantier.

Article 2.16. Dossier des ouvrages exécutés

*(Norme NF EN 13670/CN, art. 40 du CCAG-T, art. 4.2.4.2 du fasc. 65 du CCTG, norme NF EN 1090-2+A1, art. 4.2.3 du fasc. 66 du CCTG)*

Le dossier des ouvrages exécutés (DOE) est établi conformément au 4.2.4.2 du fascicule 65 du CCTG, qui intègre notamment les dossiers de fin d'exécution relatifs au management de la qualité (4.2.4.2.2 du fasc. 65 du CCTG) et au respect de l'environnement (4.2.4.2.3 du fasc.65 du CCTG).

Le dossier sera structuré comme suit et comportera a minima les éléments suivants :

### **Dossier administratif**

- Contrat
- OS, avenants, etc...
- Fiche EXE
- Arrêtés/huissier

### **Dossier technique**

- Plans de récolement des ouvrages exécutés,
- Fiche signalétique de l'ouvrage (renseignements sur l'ouvrage, date d'intervention, types de travaux réalisés, suivi des conditions de réalisation...),
- Plans de repérage des travaux réalisés,
- Procédures de l'ensemble des tâches,
- Fiches des contrôles effectués pendant le chantier,
- Rapport hebdomadaire du chef de chantier,
- Métrés finaux avec repérage schématique sur plan,
- Bons de livraison (béton, aciers),
- Bordereaux de suivi des déchets,
- Éléments du PAQ, PIC,
- Fiches techniques de tous les produits utilisés, demandes d'agrément,
- DICT, DICTR,
- CR réunions de chantier,
- Fiches de contrôle effectuées pendant le chantier,
- Rapport hebdomadaire du chef de chantier,
- Dossier photo,
- Planning,
- Sécurité : Registre journal/PGC/IC, etc.,

## Chapitre 3. PROVENANCE, QUALITE ET PREPARATION DES MATERIAUX

### Article 3.1. Généralités

#### 3.1.1. Généralités

*(Art. 5.1 du fasc. 66 du CCTG, art. 21 à 25 du CCAG-T)*

Il est rappelé que la fourniture des matériaux, composants ou autres produits fait partie de l'entreprise. Le titulaire doit en conséquence imposer dans les conventions avec les fournisseurs ou producteurs toutes les obligations résultant du présent marché.

Tous les matériaux, composants ou équipements entrant dans la composition des ouvrages ou ayant une incidence sur leur qualité ou leur aspect, sont proposés par le titulaire au maître d'œuvre selon les modalités (procédures et délais) prévues au PAQ.

Ils sont définis par leurs caractéristiques, leur conditionnement et leur provenance.

Il est rappelé que l'acceptation des matériaux, produits et composants est subordonnée :

- Aux résultats du contrôle intérieur, dont les modalités sont définies dans le PAQ,
- Aux résultats du contrôle extérieur.

Dans l'exercice du contrôle extérieur, le maître d'œuvre peut être amené à :

- S'assurer de l'exercice du contrôle intérieur,
- Exécuter les essais qu'il juge utiles,
- Faire procéder à des prélèvements conservatoires.

En cas d'anomalies constatées sur les matériaux, produits composants et équipements avant leur mise en place dans l'ouvrage au niveau du contrôle intérieur, ou dans le cadre du contrôle extérieur, il est fait application des articles 39 et 44 du CCAG-T.

### 3.1.2. Marquage CE des produits de construction

*(Règlement UE n°305/2011)*

Le présent CCTP stipule que certains produits de construction doivent bénéficier du marquage CE sur la base d'une norme harmonisée ou d'une évaluation technique européenne (ETE). Conformément au règlement (UE) n°305/2011, ils font l'objet d'une déclaration de performances.

Les performances déclarées doivent couvrir de façon exhaustive les exigences prévues par la norme harmonisée ou le document d'évaluation européen correspondant.

Les dispositions transitoires de l'article 66 du règlement (UE) n°305/2011 s'appliquent. En particulier, le titulaire peut présenter, en tant qu'évaluations techniques européennes, les agréments techniques européens délivrés conformément à l'article 9 de la directive 89/106/CEE avant le 1er juillet 2013, pendant toute la durée de validité desdits agréments.

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

*(Art. 23.2 et 24.2 du CCAG-T)*

#### 3.1.3.1. Possibilités d'équivalence

Le présent CCTP prévoit que certains matériaux ou produits doivent être conformes à des normes françaises non issues de normes européennes.

Conformément à l'article 23.2 du CCAG-T, le titulaire peut proposer d'autres matériaux ou produits à condition d'une part, qu'ils soient conformes à des normes en vigueur dans d'autres Etats parties à l'Accord sur les marchés publics de l'Organisation mondiale du commerce 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 matériaux, 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 émise par un organisme public français (Sétra, IFSTTAR, CSTB, etc.).

Conformément à l'article 24.2 du CCAG-T, le titulaire peut proposer d'autres matériaux, produits ou services à condition que ceux-ci bénéficient d'une attestation délivrée par un organisme établi dans l'Espace économique européen et accrédité selon les normes NF EN ISO/CEI 17025 et NF EN 45011 par le Comité français d'accréditation (COFRAC), ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de European co-operation for Accreditation (EA), coordination européenne des organismes d'accréditation. Ces matériaux, produits ou services doivent également être acceptés par le maître d'œuvre, ce dernier restant seul juge de l'équivalence.

#### 3.1.3.2. Acceptation ou refus d'une équivalence par le maître d'œuvre

En complément à l'article 23.2 du CCAG-T, pour toute demande d'équivalence d'un matériau, produit ou service, le titulaire doit fournir au moins deux 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 matériau, produit ou service proposé au matériau, produit ou service requis. Ces éléments sont à la charge du titulaire et, pour les documents, rédigés en langue française.

Le maître d'œuvre dispose d'un délai de 30 jours à partir de la livraison de ces éléments pour accepter ou refuser ce matériau, produit ou service. 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 matériau, 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 du titulaire, sans préjudice des frais directs ou indirects de retard ou d'arrêt de chantier.

### Article 3.2. Armatures de béton armé

*(Norme NF EN 13670/CN, chapitre 6.1, 6.2 et 6.3 du fasc. 65 du CCTG, normes NF A 35-015, NF A 35-080-1, NF A 35-080-2, NF A 35-024 et NF A 35-020-1)*

Les armatures de béton armé utilisées pour la construction de l'ouvrage doivent respecter les exigences générales définies dans la norme NF EN 13670/CN et dans les chapitres 6.1 et 6.2 du fascicule 65.

#### 3.2.1. Aciers

*(Norme NF EN 13670/CN, chapitre 6.2.1.1 et 6.2.2.1 du fasc. 65 du CCTG, normes NF A 35-015, NF A 35-080-1, NF A 35-080-2 et NF A 35-024)*

Conformément au 6.2.1.1 du fascicule 65 du CCTG, tous les aciers utilisés pour la confection des armatures de béton armé utilisées sont soudables. Le recours à des aciers non soudables est ainsi interdit.

L'utilisation des aciers lisses est limitée aux :

- Armatures de frettage ;
- Barres de montage ;
- Armatures en attente de diamètre inférieur ou égal à 16 mm exposées à un pliage suivi d'un dépliage.

Les aciers haute adhérence sont conformes à la norme NF A 35-080-1 et bénéficient de la marque NF-Aciers pour béton armé.

Les treillis soudés sont conformes à la norme NF A 35-080-2 et NF A 35-024 et bénéficient de la marque NF-Aciers pour béton armé.

L'utilisation de treillis soudés est soumise à l'acceptation préalable du maître d'œuvre.

Le conditionnement et l'identification des aciers respectent les exigences du chapitre 6.2.2.1 du fascicule 65 du CCTG.

Le titulaire s'engage à se fournir auprès de fournisseurs garantissant au moins 90% d'aciers recyclés pour les aciers de béton armé.

#### 3.2.2. Armatures

*(Norme NF EN 13670/CN, chapitre 6.2.1.2 et 6.2.2.2 du fasc. 65 du CCTG, norme NF A 35-027)*

Si le titulaire a recours à une usine d'armatures industrielles pour le béton, celle-ci doit bénéficier de la marque NF-Armatures.

Si les armatures sont façonnées sur chantier, l'atelier forain doit bénéficier de la marque NF-Armatures.

Les armatures à haute adhérence sont approvisionnées en longueur telle que toute armature transversale puisse ne pas comporter plus de tronçons que si elle était constituée d'éléments de 12 m.

Pour l'application du 6.2 (1) de la norme NF EN 13670/CN, les armatures à haute adhérence sont conformes à la norme NF A 35-080-1 et sont de nuance B500B au sens de celles-ci (sauf exigences éventuelles de ductilité pour le comportement au séisme).

#### 3.2.3. Dispositifs de raboutage ou d'ancrage

*(Norme NF EN 13670/CN, chapitres 6.2.1.3, 6.2.2.3 et 6.2.1.5 du fasc. 65 du CCTG, norme NF A 35-020-1)*

Les dispositifs de raboutage éventuellement utilisés pour le raccordement des armatures de béton armé sont conformes à la norme NF A 35-020-1 et bénéficient de la marque AFCAB-Dispositifs de raboutage ou d'ancrage d'armatures du béton.

La résistance à la fatigue des dispositifs de raboutage doit être testée conformément à l'article 5.4 de la norme NF A 35-020-1. Chaque éprouvette doit supporter sans se rompre deux millions de cycles de sollicitations engendrant une contrainte maximale égale à 60% de la limite d'élasticité spécifiée des barres à raccorder et une étendue de variation de contrainte de 80 MPa.

Le conditionnement et l'identification des dispositifs de raboutage ou d'ancrage respectent les exigences du chapitre 6.2.2.3 du fascicule 65 du CCTG.

#### 3.2.4. Accessoires

*(Norme NF EN 13670/CN, chapitres 6.2.1.4, 6.2.2.4 et 6.2.1.5 du fasc. 65 du CCTG)*

Les cales, chaises et boîtes d'attente doivent respecter les exigences fixées dans les chapitres 6.2.1.4 et 6.2.1.5 du fascicule 65 du CCTG.

Les boîtes d'attente doivent être certifiées AFCAB-Boîtes d'attente pour le béton armé.

Le conditionnement et l'identification des boîtes d'attente respectent les exigences du chapitre 6.2.2.4 du fascicule 65 du CCTG.

### Article 3.3. Bétons et mortiers hydrauliques

*(Norme NF EN 13670/CN, chapitre 8 et annexe B du fasc. 65 du CCTG, norme NF EN 206/CN)*

#### 3.3.1. Généralités sur la définition des bétons

*(Norme NF EN 13670/CN et NF EN 206/CN, art. 8.1 du fasc. 65 du CCTG)*

Les bétons utilisés dans la construction de l'ouvrage doivent respecter les exigences définies dans la norme NF EN 13670/CN.

Pour l'application du 8.1 (1) de la norme NF EN 13670/CN, les bétons sont spécifiés en conformité avec la norme NF EN 206/CN y compris son annexe D. Ainsi, conformément à l'article NA.D.2.1 de la norme NF EN 206/CN, le ciment prompt naturel conforme à la norme NF P 15-314 et du ciment d'aluminates de calcium conforme à la norme NF EN 14647 sont interdits.

Compte tenu de la disparité des types d'éprouvettes utilisées en Europe, la classe de résistance d'un béton s'exprime avec deux valeurs (ex. C30/37), la première correspondant à des résultats en compression obtenus en écrasant des éprouvettes cylindriques, l'autre des éprouvettes cubiques.

La détermination des résistances est appréciée à partir d'essais réalisés sur des éprouvettes cylindriques conformes à la norme NF EN 12390-1.

Les spécifications destinées à assurer la durabilité du béton sont celles données dans la norme NF EN 206/CN complétées par des spécifications complémentaires en fonction des classes d'exposition des différentes parties d'ouvrage.

Ces spécifications complémentaires sont des spécifications de composition. Par dérogation au 8.1.1.4 du fascicule 65 du CCTG, les spécifications performanciennes ne sont pas autorisées.

Par dérogation au fascicule 65 du CCTG, pour chaque partie d'ouvrage, les classes d'exposition, la classe de résistance au sens de la norme NF EN 206/CN, la teneur minimale en liant équivalent, les exigences sur le ciment, le rapport Eeff/Lianteq maximal et les caractéristiques complémentaires exigées sont indiqués dans le tableau du sous-article « Définition des bétons ».

La classe de chlorure pour chacune des parties d'ouvrage est définie en référence au tableau NA 5.2.8 de la norme NF EN 206/CN, à l'exception des bétons précontraints par pré-tension pour lesquels la classe de chlorure retenue est 0,15.

#### 3.3.2. Définition des bétons

*(Art. 8.1.1 du fasc. 65 du CCTG, norme NF EN 206/CN)*

Les spécifications destinées à assurer la durabilité du béton sont celles données dans la norme NF EN 206/CN complétées par les indications des articles suivants en fonction des classes d'exposition des différentes parties d'ouvrage.

Les caractéristiques des bétons indiqués dans les tableaux à suivre, sont à optimiser par l'entreprise en vue de bénéficier de réduction d'effet de carbonatation (réduction des gaz à effet de serre). Ces propositions seront à prendre en compte dans les bilans carbone à fournir à l'offre et pendant la réalisation du marché de travaux.

### 3.3.2.1. Béton de structure

Parties d'ouvrage	Classes d'exposition	Classe de résistance	Teneur minimale en liant équivalent vis-à-vis de la durabilité (1) (2)	Nature du ciment vis-à-vis de la durabilité	Caractéristiques complémentaires du ciment vis-à-vis de la durabilité	Eeff/Leq vis-à-vis de la durabilité (8)	Caractéristiques complémentaires (3)
Béton de propreté		C16/20	250 kg				
Ouvrages en béton armé (béton des bernes, massifs clôtures, etc...)	XC4, XF2	C35/45	350 kg	CEM III 52,5 R	ES	0,45	RAG, Bs
Radier de buse en béton armé	XC4, XF2	C35/45	350 kg	CEM III 52,5 R	ES	0,45	RAG, Bs

La mention "ES" dans le tableau précédent désigne soit un ciment ES au sens de la norme NF P 15-319, soit un ciment SR au sens de la norme NF EN 197-1 et titulaire de la marque NF-Liants hydrauliques.

Conformément à la norme NF EN 206/CN, les bétons des parties d'ouvrage soumises à la classe d'exposition XF2 (dans les conditions du tableau 8.1 du fascicule 65) peuvent être formulés de deux façons différentes :

- Avec une teneur en air occlus égale ou supérieur à 4% ;
- Avec une teneur en air occlus inférieure à 4% et les spécifications correspondant à la classe d'exposition XD3.

(1) Les additions en substitution de ciment et le mélange de deux ciments ne sont admis que pour les parties d'ouvrage où la nature du ciment n'est pas imposée, et dans les conditions de l'annexe NA.F. de la norme NF EN 206/CN. La nature et la quantité maximale de ces additions sont données :

- Dans le tableau NA.F.1 de cette norme dans le cas général et pour les bétons d'ingénierie dont la formulation comprend deux ciments,
- Dans le tableau NA.F.3 pour les bétons d'ingénierie contenant du laitier vitrifié moulu de haut fourneau de classe A en substitution du ciment.

Il est rappelé qu'une étude préliminaire conforme à l'annexe NA.A. de la norme NF EN 206/CN est exigée dans le cas des bétons d'ingénierie.

Pour les bétons G et G+S, il convient en outre de tenir compte des restrictions complémentaires données dans le document intitulé "Recommandations pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel" édité par le LCPC en décembre 2003.

(2) Les teneurs minimales en liant équivalent étant définies pour  $D_{max} = 20\text{mm}$ , la quantité de liant équivalent à ajouter ou à déduire en pourcentage de la valeur indiquée en fonction de la dimension nominale supérieure du plus gros granulat exprimée en mm est +10% pour  $D < 12,5\text{mm}$ , +7,5% pour  $D = 14\text{mm}$ , +5% pour  $D = 16\text{mm}$ , -2,5% pour  $D = 22,4\text{mm}$  et -5% pour  $D = 25\text{mm}$ .

(3) Les caractéristiques complémentaires indiquées ont les significations suivantes :

– Caractéristique complémentaire "G+S" :

Les bétons correspondants doivent faire l'objet des dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel avec fondants précisées dans la suite du présent CCTP.

– Caractéristique complémentaire "RAG" :

Les bétons correspondants doivent faire l'objet des dispositions particulières relatives à la prévention des désordres liés à l'alcali-réaction précisées dans la suite du présent CCTP.

– Caractéristique complémentaire "Bs", "Cs", ou "Ds" :

Il s'agit de niveaux de prévention vis-à-vis de la réaction sulfatique interne du béton. Les prescriptions relatives à ces niveaux sont indiquées dans le guide technique édité en 2007 par le LCPC et intitulé "Recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne".



(8) En complément des dispositions de l'annexe NA.F de la norme NF EN 206/CN, l'exigence relative au rapport Eeff/Leq est applicable à chaque gâchée de la charge.

#### 3.3.2.2. Consistance et teneur en air des bétons

La consistance de tous les bétons est proposée par le titulaire et soumise au visa du maître d'œuvre. Elle est déterminée par l'essai d'affaissement selon la norme NF EN 12350-2 pour les classes de consistance S1 à S4 et par l'essai d'étalement selon la norme NF EN 12350-5 pour la classe de consistance S5. La classe de consistance S1 n'est autorisée que pour les bétons préfabriqués. Les spécifications relatives à la consistance et à la teneur en air sont définies en termes de valeurs cibles.

La valeur cible de consistance doit tenir compte des conditions particulières de bétonnage telles que le temps de trajet entre le point de fabrication et le point de livraison ou le temps de bétonnage. Pour les bétons des pieux coulés en place, la valeur cible de la consistance au point de livraison est conforme à la norme NF EN 1536.

#### 3.3.2.3. Dispositions particulières pour la qualité des parements (EQP)

Pour les valeurs d'affaissements supérieures ou égales à 100 mm, la tolérance sur la consistance est réduite à +/-20 mm. Cette tolérance peut toutefois être augmentée si le titulaire le justifie par une étude spécifique de la sensibilité de la variation de la consistance sur la résistance du béton et l'aspect des parements.

### 3.3.3. Constituants des mortiers et bétons

*(Art 8.1.2 du fasc. 65 du CCTG)*

#### 3.3.3.1. Granulats

*(Art. 8.1.2.2 du fasc. 65 du CCTG, normes NF EN 12620+A1, NF P 18-545, FD p 18-542)*

Pour chaque formule de béton, la dimension nominale supérieure du plus gros granulat est proposée et justifiée par le titulaire dans son Plan Qualité. Dans tous les cas, elle est limitée à 25mm et doit être adaptée à la dimension et à la densité du ferrailage des pièces à bétonner.

Les granulats sont des granulats naturels courants, conformes aux normes NF EN 12620+A1 et NF P 18-545.

L'utilisation des granulats récupérés sur l'installation de production des granulats recyclés est autorisée dans les limites et conditions fixées par l'article 8.1.2.2 du fascicule 65 du CCTG.

Les granulats doivent impérativement être approvisionnés à la centrale sur un stockage primaire.

Des stocks sont constitués sur une aire bétonnée présentant une pente assurant l'évacuation des eaux d'essorage.

Le volume de ces stocks et l'organisation des manutentions doivent être tels qu'au moment du transfert à la centrale, la durée d'essorage effectif soit de trois jours pour le sable et de deux jours pour les gravillons.

Le titulaire doit prévenir immédiatement le maître d'œuvre des modifications qui peuvent survenir dans la production des granulats.

Lors de la livraison des granulats sur le lieu d'utilisation, le titulaire doit contrôler les bordereaux de livraison et l'aspect visuel des granulats.

#### 3.3.3.1.1. Dispositions particulières liées aux réactions « d'alcali-silice » RAG

Tous les granulats (gravillons et sables) doivent être qualifiés vis-à-vis de l'alcali-réaction, conformément aux prescriptions du fascicule de documentation FD P 18-542.

Dans le cas de sables fillerisés, les fillers doivent être qualifiés séparément des sables vis-à-vis de l'alcali-réaction. Ils sont qualifiés soit, lorsque la granulométrie du filler correspond à la coupure 0-0,315mm, par l'essai cinétique visé par la norme XP P 18-594, soit, dans le cas contraire, en appliquant les clauses relatives aux additions mentionnées au paragraphe "Additions pour bétons" du même sous-article du présent CCTP.

Les granulats doivent être qualifiés non réactifs (NR). Toutefois, des granulats potentiellement réactifs à effet de pessimum (PRP), peuvent être utilisés sous réserve que les deux conditions du 6.3.1.2 du fascicule de documentation FD P 18-464 soient vérifiées.

#### 3.3.3.2. Ciments

*(Art. 8.1.2.1 du fasc. 65 du CCTG, normes FD P 15-010, NF EN 197-1, NF P 15-302, NF P 15-317, NF P 15-318, NF P 15-319)*

Pour chaque lot de fourniture, le titulaire procède à une vérification des emballages et bordereaux de livraison.

Le titulaire doit effectuer des prélèvements conservatoires de ciment de 10 kg pour chaque lot de ciment utilisé pour les épreuves d'étude et de convenance des bétons et de 5 kg pour chaque partie d'ouvrage. Ces prélèvements sont effectués soit dans le silo à l'aide d'un dispositif installé sur la colonne montante, soit au droit du malaxeur. Les méthodes de prélèvement et d'échantillonnage des liants doivent être conformes à la norme NF EN 196-7.

L'ensemble des opérations de transport et de stockage des liants, à partir du lieu de livraison jusqu'à la mise en œuvre, doit être conçu de manière à éviter toute cause d'atteinte à leur qualité (cf. article B1 de l'annexe B au Fascicule 65 du CCTG).

#### **Contrôle intérieur**

Pendant toute la durée des travaux de bétonnage, le titulaire fournit au maître d'œuvre les relevés statistiques du fabricant de ciment comprenant moyenne, écart-type et coefficient de variation. En complément à l'article 8.2.1.2 du fascicule 65 du CCTG, le fournisseur de ciment présente, à l'appui de ses résultats d'auto-contrôle, un engagement sur le respect de la valeur minimale retenue C min.

#### **Contrôle extérieur**

L'attention du titulaire est attirée sur le fait que le maître d'œuvre peut faire réaliser des prélèvements en vue de faire réaliser les essais suivants :

- Identification rapide ;
- Temps de prise ;
- Expansion à chaud ;
- Flexion – compression à 7 et 28 jours ;
- Chaleur d'hydratation.

##### **3.3.3.2.1. Dispositions particulières liées à la limitation de la chaleur d'hydratation LCH**

Le titulaire doit utiliser des ciments à faible exothermie et à prise lente. Les ciments de la classe de résistance à court terme R sont notamment proscrits.

##### **3.3.3.2.2. Disposition particulières liées à la limitation du retrait LRE**

La teneur maximale en ciment est limitée à 385 kg/m<sup>3</sup>.

La résistance caractéristique du béton est d'au moins 35 MPa à 28 jours sur cylindre.

##### **3.3.3.3. Adjuvants pour bétons**

*(Art. 8.1.2.4 du fasc. 65 du CCTG, norme NF EN 934-2+A1)*

En début d'utilisation, le titulaire effectue un prélèvement conservatoire sur chaque adjuvant.

##### **3.3.3.4. Additions pour béton**

*(Art. 8.1.2.6 du fasc. 65 du CCTG, norme NF EN 15167-1, NF EN 15167-2, NF P 18-508, NF P 18-509, NF EN 450-1, NF EN 13263-1+A1)*

##### **3.3.3.4.1. Dispositions particulières liées aux réactions « d'alcali-silice » RAG**

Les fillers siliceux ne sont admis que sous réserve que la formule de béton proposée satisfasse à un critère de performance (essai de gonflement) conformément aux prescriptions du 6.3.3 du fascicule de documentation FD P 18-464.

Si les granulats sont PRP, les cendres volantes de houille ne sont admises qu'à la condition que leur teneur totale en alcalins soit inférieure à 2%.

##### **3.3.3.5. Eau**

*(Art. 8.1.2.3 du fasc. 65 du CCTG)*

Il est rappelé que l'eau de gâchage doit respecter les prescriptions de la norme NF EN 1008.

#### **3.3.4. Généralités sur les épreuves d'études, de convenance et de contrôle**

*(Norme NF EN 13670/CN, art. 8.2.1, 8.2.3 et 8.3.2 du fasc. 65 du CCTG)*

Les épreuves d'étude, de convenance et de contrôle des bétons utilisés dans la construction de l'ouvrage doivent respecter les exigences définies dans la norme NF EN 13670/CN et les articles correspondants du fascicule 65 du CCTG (8.2.1, 8.2.3 et 8.3.2 respectivement).

La notion de famille définie dans la norme NF EN 206/CN n'est pas retenue pour ce qui concerne les épreuves d'étude, de convenance et de contrôle.

#### **3.3.5. Etude des bétons**

(Norme NF EN 13670/CN, art. 8.2.1 du fasc. 65 du CCTG)

Les dispositions de l'article 8.2.1 du fascicule 65 du CCTG s'appliquent en considérant qu'un prélèvement comporte trois éprouvettes.

Pour l'application du 8.1 (4) de la norme NF EN 13670/CN, les résultats de résistance au jeune âge du béton sont exigés pour déterminer la durée d'application de la cure pour les parties d'ouvrage concernées.

Pour l'application du 8.2 (1) de la norme NF EN 13670/CN, la fourniture d'un programme de bétonnage par partie d'ouvrage est exigée. Ce dernier doit être établi conformément à l'article 8.2.2 du fascicule 65 du CCTG.

En complément des exigences du fascicule 65 et en référence à l'article 7.2 de la norme NF EN 206/CN, l'épreuve d'étude doit comporter des mesures de la résistance en compression à 2 jours. Ceci permet d'anticiper l'évolution de la montée en résistance du béton pour déterminer la durée de cure.

3.3.5.1. Dispositions particulières liées aux réactions « d'alcali-silice » RAG

#### **Justification de la qualification des granulats**

Si les granulats bénéficient du droit d'usage de la marque NF-Granulats, avec qualification vis-à-vis de l'alcali-réaction en NR ou PRP, le certificat de conformité des granulats à la marque NF, qui donne leur qualification vis-à-vis de l'alcali-réaction, doit être annexé au dossier d'étude des bétons. Si les granulats ne bénéficient pas du droit d'usage de la marque NF-Granulats, mais si le producteur de granulats dispose d'un dossier carrière élaboré conformément aux prescriptions du document "Guide pour l'élaboration du dossier carrière" édité par le LCPC en juin 1994 et approuvé par le maître d'œuvre, le dossier d'étude des bétons doit contenir les extraits du plan qualité du producteur permettant de certifier la qualification vis-à-vis de l'alcali-réaction des granulats utilisés. Ces documents sont accompagnés des résultats des contrôles intérieurs effectués par le producteur de granulats.

En l'absence de granulats titulaires de la marque NF-Granulats, et d'un dossier carrière approuvé par le maître d'œuvre, le titulaire fait réaliser, à ses frais, les essais permettant la qualification des granulats conformément aux prescriptions du fascicule de documentation FD P 18-542. Les résultats de ces essais sont joints au dossier d'étude des bétons.

#### **Justification de la possibilité d'utilisation des granulats**

Si les granulats sont potentiellement réactifs à effet de pessimum (PRP), le titulaire doit intégrer dans le dossier d'étude des bétons tous les résultats des essais permettant de vérifier que les conditions (1) et (2) du 6.3.1.2 du fascicule de documentation FD P 18-464 sont vérifiées. Ces essais sont réalisés à ses frais.

Dans le cas de la reconduction d'une formule de béton, le titulaire doit tout de même réaliser ces essais, avant les épreuves de convenance.

3.3.5.2. Dispositions particulières liées à la réaction sulfatique interne

#### **Généralités**

Dans le cadre des épreuves d'étude, le titulaire doit démontrer que la température maximale susceptible d'être atteinte par le béton de toutes les parties d'ouvrage - compte tenu du planning de réalisation, du programme de bétonnage et des éventuelles dispositions particulières proposées par le titulaire - respecte la température maximale fixée dans le document intitulé « Recommandations sur la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne » édité par le LCPC en août 2007.

Par dérogation au document intitulé « Recommandations sur la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne » édité par l'IFSTTAR en octobre 2017, la mention "ES" désigne soit un ciment ES au sens de la norme NF P 15-319, soit un ciment SR au sens de la norme NF EN 197-1 et titulaire de la marque NF-Liants hydrauliques.

Si la température maximale donnée par la méthode simplifiée constituant l'annexe IV de ce document excède le seuil fixé pour le niveau de prévention requis et rappelé ci-dessous, une étude plus précise doit être entreprise par le titulaire, à ses frais, pour valider la formule proposée et pour définir la température maximale du béton à la livraison.

#### **Température maximale pour le niveau de prévention Bs**

Pour le niveau de prévention Bs, la température maximale dans le béton doit, d'une manière générale, rester inférieure à 75 °C. Si cette condition ne peut être respectée, elle doit obligatoirement rester inférieure à 85 °C et au moins une des six conditions du 3.2 des « Recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne » édité par l'IFSTTAR en octobre 2017 doit être respectée.

### 3.3.6. Epreuves de convenance

*(Norme NF EN 13670/CN, art. 8.2.3 du fasc. 65 du CCTG)*

#### 3.3.6.1. Dispositions générales

Les épreuves de convenance sont réalisées dans le cadre du contrôle intérieur et sont à la charge du titulaire.

Un essai de rendement doit être effectué. Il doit permettre de vérifier l'inégalité suivante :

$$0,975 < \text{masse volumique théorique} / \text{masse volumique réelle} < 1,025$$

En complément des exigences du fascicule 65 et en référence à l'article 7.2 de la norme NF EN 206/CN, l'épreuve de convenance doit comporter des mesures de la résistance en compression à 2 jours. Ceci permet d'anticiper l'évolution de la montée en résistance du béton pour déterminer la durée de cure.

#### 3.3.6.2. Dispositions particulières liées aux réactions « d'alcali-silice » RAG

Si les granulats sont potentiellement réactifs (PR), l'épreuve de convenance intègre la réalisation des essais prévus aux 6.3.2 et 6.3.3 du fascicule de documentation FD P 18-464. La réalisation de ces essais est à la charge du titulaire.

### 3.3.7. Fabrication, transport et manutention des bétons

*(Norme NF EN 13670/CN, chap. 8 et annexe B du fasc. 65 du CCTG, norme NF EN 206/CN)*

La fabrication, le transport et la manutention des bétons sont conformes aux exigences générales de la norme NF EN 13670/CN et du chapitre 8 et de l'annexe B du fascicule 65 du CCTG.

Pour l'application du 8.1 (1) de la norme NF EN 13670/CN, les bétons sont fabriqués en conformité avec la norme NF EN 206/CN.

Pour l'application du 8.3 (5) de la norme NF EN 13670/CN, le contact du béton frais avec un alliage d'aluminium est interdit.

#### 3.3.7.1. Généralités

Le béton est fabriqué par le titulaire soit dans une centrale de chantier, soit dans une centrale de béton prêt à l'emploi (BPE), soit dans une usine de préfabrication.

Dans tous les cas, il doit respecter la norme NF EN 206/CN et l'unité de fabrication est soumise à l'acceptation du maître d'œuvre. Cette dernière s'effectue sur la base du respect des caractéristiques détaillées précisées dans l'annexe B du fascicule 65 du CCTG. Il est notamment tenu compte de l'existence d'une capacité de stockage des ciments et des granulats et d'une capacité de production compatibles avec les exigences du chantier.

Les bétonnières portées sont des cuves agitatrices et non des camions malaxeurs. De ce fait, la vérification des tolérances de dosage sur chaque constituant doit être réalisée sur chaque gâchée. Les exigences concernant les rapports  $\text{maxi Eau}_{\text{eff}} / \text{Liant}_{\text{eq}}$  doivent être respectées pour chaque gâchée. Si le béton provient d'une centrale de BPE, il doit être titulaire de la marque NF-BPE. Ainsi, soit la centrale est titulaire de la marque NF-BPE (procédure conventionnelle), soit le béton est certifié pour le chantier (procédure particulière).

En complément du 8.3 (1) de la norme NF EN 13670/CN, chaque livraison de béton de structure est accompagnée du bordereau d'impression des pesées qui est visé par le titulaire dans le cadre du contrôle interne. Ce document est également tenu à la disposition du maître d'œuvre.

Il est également demandé que l'évolution de la résistance du béton soit indiquée sur le bon de livraison ou le bordereau d'impression des pesées, afin qu'il n'y ait aucun doute sur la durée de cure nécessaire.

#### 3.3.7.2. Contrôle interne à la charge du titulaire lors du processus de fabrication

Le titulaire doit contrôler les conditions de stockage et de transport des granulats aux emplacements réservés dans le cas de recours à une centrale alimentée par des granulats provenant de gisements ou

d'identités différents. Il doit s'assurer que toutes les dispositions sont prises pour éviter les mélanges inopportuns.

### **Dispositions particulières liées aux réactions « d'alcali-silice » RAG**

En l'absence de granulats titulaires de la marque NF-Granulats et d'un dossier carrière approuvé par le maître d'œuvre, le titulaire doit réaliser sur chaque dépôt de granulats et à chaque renouvellement de stock, des essais rapides permettant la qualification des granulats conformément aux prescriptions du fascicule de documentation FD P 18-542. Les résultats de ces essais sont fournis au maître d'œuvre avant chaque phase de bétonnage. Le nombre de ces essais doit être au moins de trois pour un tas de 1000 m<sup>3</sup> et au moins de deux pour un tas de 500 m<sup>3</sup>.

L'acceptation des résultats de ces essais par le maître d'œuvre est une condition nécessaire à la levée des points d'arrêt avant bétonnage.

#### **3.3.7.3. Epreuve de contrôle**

*(Norme NF EN 13670/CN, art. 8.3.2 et annexe B du fasc. 65 du CCTG)*

##### **3.3.7.3.1. Généralités**

Les essais réalisés dans le cadre de celle-ci ne relèvent pas des spécifications de la norme NF EN 206/CN qui s'appliquent aux contrôles de production et de conformité de l'installation de fabrication. Ils sont effectués par un laboratoire de contrôle qui doit, soit être accrédité COFRAC, soit avoir subi, avec succès et moins d'un an avant le premier essai, un audit basé sur un référentiel d'accréditation équivalent. Ils font l'objet de rapports qui doivent être transmis au maître d'œuvre au fur et à mesure de l'obtention des résultats.

Le laboratoire de contrôle est soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

Le lotissement et le nombre de prélèvements sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

<b>Lot</b>	<b>Nombre de prélèvements</b>
Structures et équipements	3 (+1 par 100 m <sup>3</sup> supplémentaires au-delà de 300 m <sup>3</sup> ou par phase de bétonnage)

De plus, il est effectué par le titulaire au minimum deux essais de consistance de béton frais sur chaque camion de livraison (un essai avant la mise en œuvre et un essai au cours de la mise en œuvre) ou dans le cas de fabrication du béton sur chantier, un essai par heure de bétonnage.

Les éprouvettes de béton, dont la fourniture est à la charge du titulaire, doivent être transportées au laboratoire et démoulées dans les trois jours suivant leur confection et être placées en atmosphère normalisée dans les trois heures suivant leur démoulage.

Par partie d'ouvrage, il est demandé un prélèvement supplémentaire aux nombres de prélèvements définis dans le tableau ci-dessus, afin de réaliser des essais en compression à 2 jours. Ceci permettra éventuellement d'adapter la durée de cure déduite des épreuves de convenance.

Les dispositions pour obtenir les conditions de conservation normalisées sont à la charge du titulaire, qui doit les préciser dans son Plan Qualité. Le respect de la fourchette des températures rappelées ci-dessus est notamment contrôlé obligatoirement avec un thermomètre mini/maxi maintenu à proximité des éprouvettes.

#### **3.3.7.3.2. Dispositions particulières liées aux réactions « d'alcali-silice » RAG**

Dans le cas où les granulats ont été qualifiés de potentiellement réactifs, le maître d'œuvre peut faire effectuer par phase de bétonnage un essai de gonflement prévu au 6.3.3 du fascicule de documentation FD P 18-464, conformément aux dispositions du CCAP sur la réception de l'ouvrage.

#### **3.3.7.4. Equipements des centrales à béton**

Il est rappelé que les centrales à béton, quel que soit leur type, doivent être équipées conformément aux exigences de l'article 8.3.1 et de l'annexe B du fascicule 65 du CCTG.

### **Article 3.4. Béton projeté**

(NF P 95-102, NF EN 206-1/CN, NF EN 14487-1 et NF EN 14487-2, NF EN 13670/CN)

Les matériaux utilisés ainsi que les contrôles effectués sur ceux-ci doivent être conformes et répondre aux spécifications de la norme NF P 95-102 et à toutes celles issues du présent CCTP, ainsi qu'en particulier les normes NF EN 206-1/CN, NF EN 14487-1 et NF EN 14487-2.

La formulation du béton, ses constituants et son contrôle respecteront les préconisations décrites dans les fascicules de l'ASQUAPRO.

L'adhérence du béton projeté étant primordiale, les valeurs d'adhérence exigées sont élevées. La méthode de projection par voie sèche doit, de ce fait, être obligatoirement utilisée.

#### 3.4.1. Provenance des matériaux

Dans les huit (8) jours qui suivent la notification du marché, le titulaire soumet à l'agrément du maître d'œuvre la nature, la provenance et la qualité des matériaux qu'il entend utiliser.

Nature des matériaux	Provenance
Ciments	Usines agréées par le maître d'œuvre
Granulats	Carrières agréées par le maître d'œuvre
Adjuvants	Fournisseur agréé par le maître d'œuvre
Armatures	Fournisseur agréé par le maître d'œuvre
Mélange à projeter, fabriqué en usine	Usines, matériaux et composition agréées par le maître d'œuvre
Mélange à projeter, livré en sacs	Usines, matériaux et composition agréées par le maître d'œuvre
Mélange à projeter, livré en silo	Usines, matériaux et composition agréées par le maître d'œuvre

#### 3.4.2. Définition et exigences relatives au béton

(NF EN 206-1/CN, NF EN 12390-3, NF EN 14488-4+A1, FD P 18-011)

Le béton doit répondre aux exigences définies dans le présent sous-article.

Il est à noter que le dosage minimal en ciment est vérifié sur le béton projeté en place et non sur la formule projetée.

##### 3.4.2.1. Caractéristiques de résistance et d'adhérence

La résistance moyenne à la compression à 28 jours, mesurée selon la norme NF EN 12390-3 sur au moins 3 carottes de diamètre 60 mm x 120 mm, doit être supérieure ou égale à 30 MPa.

L'adhérence moyenne entre le béton projeté et le support, sera obtenue par un traitement du support. Elle doit être supérieure ou égale à 1 MPa à 7 jours et à 1,5 MPa à 28 jours.

##### 3.4.2.2. Classes d'exposition du béton projeté

La classe d'exposition du béton projeté pour le risque de corrosion par carbonatation, définie dans la norme NF EN 206-1/CN, est XC4, XF1.

##### 3.4.2.3. Exigences vis-à-vis de l'alcali-réaction

Le titulaire doit mettre en œuvre les recommandations destinées à prévenir l'alcali-réaction des bétons données dans l'article 5.2.3.4 de la norme NF EN 206-1/CN et dans le fascicule de documentation FD P 18-464.

Pour l'application de ces documents, le niveau de prévention des risques liés à l'alcali-réaction est le niveau de précautions particulières (niveau B du FD P 18-464).

#### 3.4.3. Mélange à projeter fabriqué en usine

(NF P 95-102)

Les mélanges à projeter secs, prêts à l'emploi, fabriqués en usine et conditionnés en sacs ou livrés en vrac et transvasés sur le site dans un silo, doivent répondre aux prescriptions de la norme NF P 95-102 et être proposés à l'agrément du maître d'œuvre.

Les courbes granulaires des mélanges secs - en sacs ou en silos - doivent s'inscrire dans le fuseau conseillé dans la norme NF P 95-102.

Le titulaire est dispensé de fournir une étude de composition lorsque le mélange sec est élaboré en usine et livré en sac ou en silo. Il doit simplement dans ce cas adresser au maître d'œuvre la fiche technique du produit que le fournisseur est tenu d'établir. Cette fiche doit indiquer la composition détaillée du mélange (granularité, nature et classe du ciment, teneur en ciment et éventuellement nature et teneur en adjuvant).

La fiche technique du fournisseur doit également préciser les conditions de stockage, la date du conditionnement ou de l'ensachage du mélange, ainsi que la durée limite d'utilisation (dans les conditions de stockage décrites dans la fiche). Ces indications doivent être respectées.

Le titulaire est soumis également aux dispositions du fascicule 65 du CCTG.

Le maître d'œuvre refuse la mise en œuvre de toute livraison de mélange sec préparé en usine dont le marquage d'identification serait incomplet ou douteux.

L'utilisation de ce mode de confection et de transport du mélange à projeter doit donc être soumis à l'agrément du maître d'œuvre qui fixe la quantité maximale de livraison et le délai limite d'utilisation en fonction du type de ciment et de la température ambiante.

Pour être agréés par le maître d'œuvre, les matériaux entrant dans la composition des mélanges à projeter doivent satisfaire aux exigences décrites ci-après.

#### 3.4.4. Constituants

##### 3.4.4.1. Granulats

(NF EN 12620+A1, NF P 18-545 et FD P 18-542)

Les granulats doivent être conformes aux normes NF EN 12620+A1, NF P 18-545, et FD P 18-542.

Conformément à la norme NF P 95-102, les granulats doivent être de catégorie A. Le coefficient d'aplatissement défini selon la norme NF EN 933-3 doit être inférieur ou égal à :

- 20 pour D supérieur à 10,
- 25 pour D inférieur à 10.

Le critère d'absorption d'eau doit être inférieur ou égal à 2,5.

La teneur en eau des granulats doit être homogène et rester faible (teneur optimale comprise entre 2 et 5 %). A cet effet, les granulats doivent être stockés sous abri pour que leur teneur en eau ne varie pas du fait des intempéries.

##### 3.4.4.1.1. Dispositions particulières liées aux réactions "d'alcali-silice"

Spécifications identiques à celles des bétons et mortiers hydrauliques.

##### 3.4.4.2. Sable

Le granulat fin ou sable doit avoir un équivalent de sable supérieur à 85 déterminés selon la norme NF EN 933-8 et un pourcentage inférieur à 10 % d'éléments passant au tamis de 0,063 mm.

Il ne doit pas contenir d'impuretés pouvant nuire aux propriétés du béton.

##### 3.4.4.3. Eau

(NF EN 1008)

Elle doit répondre aux prescriptions de la norme NF EN 1008. Sous réserve de se conformer à la norme précitée, l'eau du réseau public peut être utilisée.

##### 3.4.4.4. Ciments

(NF EN 197-1, NF EN 197-2, FD P 15-010)

Les ciments employés doivent être conformes aux normes NF EN 197-1, NF EN 197-2 et FD P 15-010.

La fourniture des ciments fait partie de l'entreprise et elle doit satisfaire au fascicule 3 du CCTG.

Le ciment doit provenir exclusivement de l'usine choisie par le titulaire et agréée par le maître d'œuvre.

Le ciment doit être le même pour l'ensemble du chantier.

##### 3.4.4.5. Adjuvants

(NF EN 934-5)

Les adjuvants employés doivent être conforme à la norme NF EN 934-5.

Les produits qui peuvent être utilisés pour faciliter la mise en œuvre du béton projeté et/ou améliorer sa qualité en place sont :

- soit des adjuvants pour béton,
- soit des raidisseurs ne contenant ni alcalin ni silicate dont la fonction principale est de permettre l'adhérence et le maintien en place immédiats, sans fluage du béton dès sa projection sur le support quelle que soit l'inclinaison de celui-ci. L'utilisation des adjuvants spécifiques du béton projeté tels que les "raidisseurs" ou les "raidisseurs-accélérateurs de prise" est déconseillée en dehors des zones de venues d'eau.

Les adjuvants alcalins à base d'aluminates ou de silicates de sodium sont interdits.

Sauf dans le cas d'emploi de mélanges secs préparés en usine, pour lesquels l'adjuvant peut être dosé avec précision et incorporé à la fabrication, le titulaire doit disposer, sur le chantier, d'un moyen de dosage automatique agréé par le maître d'œuvre.

L'emploi de tout adjuvant doit être soumis à l'avis du maître d'œuvre.

#### 3.4.4.6. Additions

(NF EN 13263-1+A1, NF EN 15167-1, NF EN 15167-2, NF P 18-508, NF P 18-509, NF P 18-513)

##### 3.4.4.6.1. Dispositions particulières liées aux réactions "d'alcali-silice"

Les fillers siliceux ne sont admis que sous réserve que la formule de béton proposée satisfasse à un critère de performance (essai de gonflement) conformément aux prescriptions du 6.3.3 du fascicule de documentation FD P 18-464.

Si les granulats sont PRP, les cendres volantes de houille ne sont admises qu'à la condition que leur teneur totale en alcalins soit inférieure à 2%.

#### 3.4.4.7. Coffrages

(art. 63 et 55 du fasc. 65 du CCTG, FD P 18-503)

Les coffrages nécessaires doivent être des coffrages rigides non métalliques.

#### 3.4.4.8. Cure

La cure peut être réalisée à l'eau. Cette eau peut être la même que celle utilisée pour le béton projeté avec les mêmes prescriptions.

Les produits de cure utilisés doivent répondre aux spécifications de la norme NF P 18-370. En espaces confinés les produits à base de solvants sont strictement interdits.

#### 3.4.5. Aciers pour béton armé - Produits de scellement des aciers

##### 3.6.5.1. Aciers pour béton armé

(norme NF EN 13670/CN, art. 71 du fasc. 65 du CCTG, normes NF A 35-015, NF A 35-080-1, NF A 35-080-2, NF A 35-027)

##### 3.4.5.1.1. Généralités

Les armatures de béton armé utilisées pour la réparation de l'ouvrage doivent respecter les exigences générales définies dans la norme NF EN 13670/CN.

Pour l'application du 6.4 (1) de la norme NF EN 13670/CN, toutes les armatures de béton armé utilisées sont soudables. Le recours à des armatures non soudables est ainsi interdit.

Les aciers doivent être conformes à la norme NF A 35-027.

Si le titulaire a recours à une usine d'armatures industrielles pour le béton, celle-ci doit bénéficier de la marque NF-Armatures.

##### 3.4.5.1.2. Treillis soudés

(NF A 35-080-2)

L'utilisation de treillis soudés est soumise à l'acceptation préalable du maître d'œuvre.

Tous les treillis soudés sont conformes à la norme NF A 35-080-2 et sont de nuance B500B au sens de celle-ci.

##### 3.4.5.1.3. Ronds lisses

(NF A 35-015)

Tous les aciers lisses utilisés sont conformes à la norme NF A 35-015. Leur utilisation est limitée aux :

- Armatures de frettage,
- Barres de montage,
- Armatures en attente de diamètre inférieur ou égal à 16 mm exposées à un pliage suivi d'un dépliage.

##### 3.4.5.1.4. Armatures à haute adhérence

(NF A 35-080-1)

Pour l'application du 6.2 (1) de la norme NF EN 13670/CN, toutes les armatures à haute adhérence sont conformes à la norme NF A 35-080-1 et sont de nuance B500B au sens de celle-ci.

Elles sont approvisionnées en longueur telle que toute armature transversale puisse ne pas comporter plus de tronçons que si elle était constituée d'éléments de 12 m.

##### 3.4.5.1.5. Dispositifs de raboutage pour armatures de béton armé

(NF A 35-020-1)



Les dispositifs de rabouillage éventuellement utilisés pour le raccordement des armatures de béton armé sont admis à la marque AFCAB-Dispositifs de rabouillage ou d'ancrage d'armatures du béton.

#### 3.4.5.2. Produits de scellement des armatures

(NF EN 1504-6, ETAG 001)

Les produits de scellement utilisés peuvent être à base de liants hydrauliques ou de résines synthétiques. Ils doivent bénéficier d'un ATE selon l'ETAG 001 partie 5 et du marquage CE conformément à la norme NF EN 1504-6.

Les performances minimales garanties de ces produits sont rappelées ci-après :

- l'essai d'arrachement conduit selon la norme NF EN 1881 conduit à un déplacement de la barre inférieur à 0,6 mm pour une charge de 75 kN,
- la teneur en ions chlorure mesurée selon la norme NF EN 1015-17 doit être inférieure à 0,05%,
- pour les produits à base de résines synthétiques (PC) :
- la température de transition vitreuse mesurée selon la norme NF EN 12614 doit être supérieure ou égale aux deux valeurs suivantes : 45°C, ou 20°C au-dessus de la température ambiante maximale de la structure en service,
- l'essai de fluage en traction selon la norme NF EN 1544 doit conduire à un déplacement de la barre inférieur ou égal à 0,6 mm au bout de 3 mois, après application continue d'une charge de 50 kN.

Les produits de scellement à base de liants hydrauliques doivent, en complément, avoir des performances garanties vis-à-vis de l'eau de mer et d'eau à haute teneur en sulfates. Pour cela, des essais sont réalisés conformément à la norme P18-837 ; l'allongement relatif des éprouvettes témoins immergées dans l'eau douce, pendant 6 mois, doit être inférieur à 400  $\mu$ m/m, et l'allongement relatif des éprouvettes immergées dans l'eau de mer et dans l'eau à haute teneur en sulfates, pendant 6 mois, doit être inférieur à 600  $\mu$ m/m.

Les produits mis en œuvre doivent satisfaire en fonction de leur destination les critères figurant dans le guide technique "Choix et application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton armé" édité par LCPC-Sétra en août 1996.

Les produits mis en œuvre doivent être soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

#### 3.4.6. Produits anti-corrosion des armatures

(NF EN 1504-7)

Les produits utilisés doivent être marqués CE conformément à la norme NF EN 1504-7. Ils doivent empêcher la corrosion des armatures, mais aussi être compatibles avec le béton mis en œuvre. Ils doivent notamment garantir une performance vis-à-vis de l'adhérence par cisaillement.

Les exigences de performance de ces produits sont rappelées ci-après :

- Protection contre la corrosion : l'essai réalisé selon la norme NF EN 15183 est jugé satisfaisant si les zones revêtues des aciers sont exemptes de corrosion et si la corrosion sous-jacente au niveau du bord meulé est inférieure à 1 mm,
- La température de transition vitreuse mesurée selon la norme NF EN 12614 doit être au moins supérieure de 10°C à la température de service maximale,
- Adhérence par cisaillement (acier revêtu sur béton) mesurée selon la norme NF EN 15184 : le critère d'évaluation est la contrainte d'adhérence pour un déplacement  $\Delta$  de 0,1 mm. L'essai est jugé satisfaisant si la contrainte d'adhérence, déterminée à l'aide des barres revêtues, est, dans chaque cas, au moins égale à 80% de la contrainte d'adhérence de référence, déterminées sur les barres non revêtues.

Les produits mis en œuvre doivent être soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

#### 3.4.7. Composition, fabrication, transport et manutention des bétons

##### 3.4.7.1. Composition

L'étude de composition des bétons incombe au titulaire dans le cadre de son Plan Qualité.

##### 3.4.7.1.1. Contenu du mémoire d'étude de composition

Conformément aux spécifications du chapitre 8 du fascicule 65 du CCTG, les épreuves d'études ne sont pas nécessaires en cas d'utilisation d'une formule de béton présentant des références probantes ou ceux dont la résistance à la compression à 28 jours est inférieure ou égale à 25 MPa.

Le béton est considéré comme disposant de références probantes si les deux conditions suivantes sont remplies :

- Il a été antérieurement fabriqué et mis en œuvre dans des conditions à peu près équivalentes à celles de la fourniture considérée.
- Les n résultats de résistance à la compression à 28 jours obtenus dans le cadre des épreuves de contrôle des fournitures de référence ayant donné lieu à une mesure de consistance située dans la fourchette requise, vérifient les deux conditions suivantes :

$$n \geq 12 \text{ et } f_c - K(n) \times S \geq f_{c28}$$

$f_c$  est la moyenne arithmétique des n résultats,

$S$  est l'estimateur de l'écart type de la distribution des résistances,

$f_{c28}$  est la résistance caractéristique spécifiée,

$K(n)$  est un coefficient, fonction du nombre de résultats selon le tableau ci-dessous :

<b>n</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>200</b>
<b>K(n)</b>	2,5	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,86	1,80

Pour chacun des bétons étudiés, le mémoire remis au maître d'œuvre doit comporter :

- Un chapitre indiquant avec précision l'origine de chacun des composants du béton (ciment, granulats, eaux, adjuvants éventuels) et regroupant toutes les informations demandées à l'appui de la proposition d'agrément de ces composants. C'est dans ce chapitre que le titulaire indique les valeurs minimales et maximales de l'équivalent de sable et les fuseaux de tolérance de la granulométrie des différents granulats qu'il propose, ainsi que la formule nominale de composition de chacun des bétons ;
- Un chapitre indiquant avec précision les caractéristiques du matériel utilisé pour la fabrication du béton, et les tolérances qu'elles permettent sur le dosage de constituants ;
- Un chapitre rassemblant les résultats de l'épreuve d'étude.

#### 3.4.7.1.2. Délais impartis pour l'étude de composition

Le titulaire doit remettre son mémoire d'étude au plus tard quinze (15) jours ouvrables après notification du marché.

Le maître d'œuvre formule ses observations dans un délai de quinze (15) jours ouvrables à compter de la réception du mémoire d'étude.

#### 3.4.7.2. Fabrication des bétons

(article 8.3 du fascicule 65 du CCTG)

S'il n'y a pas de contraintes particulières de durée de transport et de temps de mise en œuvre, le titulaire a la liberté de proposer sa méthode de fabrication :

- Mélange fabriqué en centrale,
- Mélange sec fabriqué en usine,
- Mélange fabriqué sur place (dans ce cas, on imposera un dispositif de dosage pondéral).

S'il y a des contraintes liées à une durée de transport et/ou un temps de mise en œuvre excédant 1h30 dans des conditions de température ordinaires, 1h en période chaude (plus de 27-28°C), l'utilisation de mélange fabriqué en centrale pour la projection par voie sèche est interdite.

Les prescriptions sont conformes à l'article 8.3 du fascicule 65 du CCTG.

#### 3.4.7.3. Transport et manutention

(article 8.3 du fascicule 65 du CCTG)

Les prescriptions de l'article 8.3 du fascicule 65 du CCTG sont applicables.

#### 3.4.7.4. Assurance de la qualité des bétons

Dans le cadre du contrôle intérieur, sont réalisées les :

- Epreuves de convenance,
- Epreuves de contrôle,
- Epreuves d'information.

Pour confectionner les éprouvettes, le titulaire doit fournir le béton et les caisses. Ces éprouvettes sont confectionnées suivant la méthode spécifique au béton projeté décrite dans la norme NF P 95-102.

Le nombre d'éprouvette est de 3 (+1 par 100 m<sup>3</sup> supplémentaires au-delà de 300 m<sup>3</sup> ou par phase de bétonnage).

### Article 3.5. Produits de revêtement

#### 3.5.1. Généralités

Les produits de protection générale de surface visés par le présent article doivent répondre aux exigences du guide d'application volontaire GA P 18-902 de la norme NF EN 1504-2. Ils doivent être marqués CE conformément à cette même norme.

Il s'agit de "revêtements" au sens de cette norme, c'est à dire que l'épaisseur est comprise entre 0,1 mm et 5 mm.

Ils se caractérisent par :

- une ou des fonctions de protection principales de base (protection contre l'eau sans pression, protection vis-à-vis de la vapeur d'eau, protection vis-à-vis du dioxyde de carbone),
- une ou des fonctions de protection principales optionnelles (protection contre la pénétration des chlorures, protection contre l'écaillage de surface dû au gel/dégel et aux sels de déverglaçage, résistance à la fissuration),
- et éventuellement une ou des fonctions complémentaires optionnelles (préservation de la perméabilité à la vapeur d'eau, résistance au nettoyage à l'eau sous pression, résistance aux pressions d'eau).

Le système est proposé par l'entreprise et soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

Les teintes éventuellement prévues sont précisées dans les plans joints au présent CCTP. Elles sont définitivement arrêtées après la réalisation des épreuves de convenance.

#### 3.5.2. Critère d'appréciation de la qualité du système proposé

Les produits proposés par le titulaire doivent remplir les fonctions principales de base suivantes :

- la protection contre l'eau sans pression,
- la protection vis-à-vis de la vapeur d'eau,
- la protection contre le dioxyde de carbone.

Vis-à-vis de cette fonction principale de base, le niveau de performance conforme au guide d'application GA P 18-902 (Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton) est le niveau 2. Pour chaque caractéristique de protection (fonctions de base et fonctions optionnelles), les produits doivent être évalués conformément aux prescriptions du guide d'application GA P 18-902.

Il est précisé que :

- pour l'adhérence et la compatibilité thermique : le produit est prévu pour une application extérieure avec sel de déverglaçage,
- pour la perméabilité à la vapeur d'eau : le produit de protection doit avoir une perméabilité à la vapeur d'eau de classe I telle que définie dans le guide d'application précité.

Les produits doivent remplir les fonctions principales optionnelles suivantes :

- protection contre la pénétration des chlorures
- résistance à la fissuration : le niveau de performance 2 du guide d'application GA P 18-902 est requis

Les produits de protection doivent remplir les fonctions complémentaires suivantes :

- résistance au nettoyage à l'eau sous pression
- résistance aux pressions d'eau
- préservation de la perméabilité à la vapeur d'eau.

Les produits ou systèmes de produits proposés doivent :

- soit être conformes aux niveaux d'exigence du guide d'application GA P 18-902 de la norme NF EN 1504-2 qui ont été définies ci-avant ; ils doivent être marqués CE conformément à la norme NF EN 1504-2,
- soit être équivalents à ces niveaux d'exigence selon les prescriptions de l'article 3.1.1 du présent CCTP.

Les produits proposés doivent être compatibles entre eux et avec les produits mis en œuvre préalablement aux travaux de protection.

Le système d'attestation de conformité du produit ou système de produits mis en œuvre doit appartenir à la classe 2+.

### 3.5.3. Approvisionnement et conditionnement

Les produits ou systèmes de produits font l'objet d'une procédure de réception qui inclut :

- la vérification de la conformité de la livraison à la commande :
  - quantité livrée,
  - respect des prescriptions pour les emballages, intégrité de ceux-ci.
- leur identification :
  - société productrice,
  - usine de fabrication,
  - étiquetage des produits avec le cas échéant la référence à une marque, un marquage, une homologation, ...,
  - date de fabrication, numéro de lot,
  - date de péremption.
- la fourniture de la notice technique précisant les conditions particulières et les consignes d'emploi des produits,
- la réalisation de prélèvements conservatoires, destinés à s'assurer de la conformité des produits si cela est utile au cours des travaux.

Le titulaire doit s'organiser de façon à ce que le stockage des produits sur chantier permette de respecter les conditions prescrites par le fabricant pour assurer leur bonne conservation et le respect des consignes de sécurité les cas échéants.

### 3.5.4. Contrôle de la conformité

#### 3.5.4.1. Contrôle intérieur

Le titulaire doit procéder systématiquement à une vérification de la concordance des étiquettes avec les bons de commande.

Chaque lot de livraison fait l'objet d'une attestation de conformité comprenant des essais d'identification rapide réalisés par un laboratoire agréé par le maître d'œuvre. Si les résultats sortent des tolérances, et qu'un second prélèvement confirme les premiers résultats, le titulaire est tenu de faire réaliser une analyse chimique complète.

#### 3.5.4.2. Contrôle extérieur

Le maître d'œuvre peut procéder, à titre exceptionnel, à des vérifications complémentaires à la charge du maître d'ouvrage.

## Article 3.6. COULIS D'INJECTION

### 3.6.1. Caractéristiques

Le plan d'Assurance Qualité (PAQ) devra préciser la nature des épreuves d'étude qui comprendront dans tous les cas :

- Les caractéristiques des constituants ;
- L'identification du type de coulis ou mortier ;
- La mesure des valeurs de fluidité ;
- La détermination du rapport C/E ;
- La durée d'injectabilité ;
- Le temps de prise ;
- La viscosité et la courbe de viscosité ;
- La mesure des résistances mécaniques à 28 jours ;
- Les courbes de résistance mécaniques (compression et flexion) ;
- La courbe de décantation limite ;
- La valeur des retraits.

L'utilisation d'un ciment CEM III bas carbone est exigée.

La viscosité sera mesurée à l'aide d'un viscosimètre de type Marsh à ajustage de 5 mm de diamètre. Le temps d'écoulement de référence sera défini au cours d'une épreuve de convenance.

L'entrepreneur indiquera de façon détaillée le matériel et les installations de dosage, malaxage et injection qu'il compte utiliser. Ce matériel et ces installations devront être soumis à l'agrément du maître d'œuvre par une épreuve de convenance avant le démarrage effectif du chantier.

Le coulis ou mortier devra respecter les caractéristiques suivantes :

- Densité : 1,5 minimum ;
- Résistance à la compression : 20 MPa à 28 jours minimum ;
- Classe de plasticité : fluide.

Le coulis doit satisfaire aux trois conditions suivantes :

- Condition géométrique : Le coulis doit pouvoir circuler librement dans la cavité. Ainsi le diamètre maximum des grains doit être inférieur à 10 fois les interstices les plus petits à remplir.
- Condition de fluidité : La fluidité est mesurée au cône de Marsh y compris sur chantier au cours des travaux conformément à la norme NF P 18-507. Le temps d'écoulement doit être compris en 13 et 25 s tout au long des opérations de remplissage de la cavité.
- Condition de stabilité : La stabilité est caractérisée par l'exsudation du coulis. La mesure est effectuée à l'aide d'une éprouvette en verre de 25 mm de diamètre et de 25 cm de hauteur dans laquelle on verse le coulis jusqu'à une graduation comprise entre 95 et 100. La quantité d'eau exsudée à la surface du coulis maintenu au repos pendant trois heures ne doit pas être supérieure à 2 % du volume du coulis. Cette eau doit, de plus, être complètement réabsorbée en 24 heures.

### 3.6.2. Assurance qualité du coulis

La composition et les caractéristiques du coulis seront contrôlées avant tout début de travaux d'injection et ce pour chaque centrale de fabrication utilisée.

La formulation exacte et détaillée du coulis doit impérativement être remise pour visa au maître d'œuvre. Ce dernier est soumis au secret professionnel à la demande de l'entreprise titulaire, en cas de formulation particulière relevant du savoir-faire de l'entreprise.

Le Titulaire devra approvisionner une gâchée de coulis sur le chantier où le Laboratoire du choix du maître d'œuvre, en complément du laboratoire de l'entreprise, effectuera les prélèvements nécessaires à l'essai de convenance.

Une résistance à la compression à 7 jours supérieure à 10 MPa permettra de commencer les applications sur le chantier.

Dans le cas où ces essais ne donneraient pas de résultats satisfaisants, le Titulaire serait tenu de proposer à l'agrément du Maître d'Œuvre une nouvelle composition du coulis et de procéder, à ses frais, à une nouvelle série d'essais de convenance.

Le Titulaire ne sera pas admis à présenter quelque réclamation que ce soit concernant l'immobilisation de son matériel et de son personnel jusqu'à l'obtention de résultats satisfaisants des essais de convenance.

### Article 3.7. Protection anticorrosion des parties métalliques : spécifications communes

*(Art. 5.8 et 10 du fasc. 66 du CCTG, fasc. 56 du CCTG)*

#### 3.7.1. Processus de mise en œuvre de type industriel

Le présent sous-article concerne les procédés de type industriel tels que définis par l'article 1.6.1.1 du fascicule 56 du CCTG et notamment les procédés de galvanisation à chaud et de galvanisation à chaud suivie de mise en peinture avec application automatisée.

Pour ces procédés, les spécifications d'assurance qualité du fascicule 56 du CCTG sont applicables, notamment :

- Article 1.6 : Assurance de la qualité ;
- Chapitre 2 : Provenance, qualité et contrôle des matériaux, article 2.1 : Métaux (y compris zinc pour galvanisation à chaud) et article 2.2 : Peinture ;
- Chapitre 3 : Article 3.1 : Mode d'exécution des travaux, ouvrages neufs, cas des processus de type industriel.

#### 3.7.1.1. Généralités

Les stipulations du présent sous-article sont applicables à toutes les pièces galvanisées, prévues au présent marché. La catégorie d'ouvrage au sens de l'article 1.3 du fascicule 56 du CCTG, à laquelle appartiennent les éléments, est donnée dans les articles du présent CCTP relatifs à ces éléments.

### 3.7.1.2. Garanties

Pour les procédés de protection par galvanisation, le tableau applicable des durées de garantie du fascicule 56 du CCTG est le tableau 6 : Protection des ouvrages neufs par galvanisation.

Selon ce tableau, la durée de la garantie anticorrosion de la galvanisation dépend de :

- La catégorie de l'ouvrage ou de l'élément d'ouvrage au sens de l'article 1.3 du fascicule 56 du CCTG : Cette catégorie est précisée dans l'article du présent CCTP concernant cet ouvrage ou cet élément d'ouvrage ;
- La catégorie de l'acier utilisé : Pour cela et conformément à l'article 3.1.2 du fascicule 56 du CCTG, le titulaire est tenu de fournir le certificat de réception 3.1.B des aciers utilisés montrant leur conformité à la norme NF A 35-305 et précisant leur catégorie (A, B ou C) au sens de cette norme ;
- La classe d'environnement ou catégorie de corrosivité, dans laquelle se trouve l'ouvrage ou l'élément d'ouvrage. Celle-ci est précisée dans le paragraphe intitulé « Classe d'environnement / Catégorie de corrosivité pour la protection anticorrosion des parties métalliques » du chapitre 1 du présent CCTP.

### Article 3.8. Remblais d'apport

Les matériaux mis en œuvre seront soumis à l'agrément du Maître d'œuvre. Le matériau pour la création des plateformes temporaires de chantier aura les caractéristiques permettant :

- D'obtenir la portance nécessaire à l'exécution des travaux ;
- D'être insensible à l'eau.

Les matériaux apportés seront exempts de toute pollution.

### Article 3.9. Géotextile anticontaminant

Le géotextile sera un produit non tissé certifié dans le cadre de la certification ASQUAL des géotextiles. Il sera utilisé en interposition entre l'arase de terrassement et le matériau de substitution.

Ils répondront aux caractéristiques minimales suivantes :

Désignation	Norme	Valeur
Caractéristiques Destructives		
Masse surfacique	NF EN ISO 9863-1	> ou = 200 g/m <sup>2</sup>
Epaisseur	NF EN ISO 9864	> ou = 2,0 mm
Caractéristiques mécaniques		
Résistance à la traction	NF EN ISO 10319	> ou = 16 kN/ml en SP et ST
Déformation à l'effort de traction	NF EN ISO 10319	< ou = 80% en SP et 70% en ST
Perforation dynamique	NF EN 918	< ou = 21 mm
Poinçonnement statique	NF G 38-019	> ou = 0,9 kN
Test CBR	EN ISO 12236	> ou = 2,3 kN
Caractéristiques Hydrauliques		
Perméabilité	NF EN ISO 11058	> ou = 0,085 m/s <sup>-1</sup>
Ouverture de filtration	NF EN ISO 12956	< ou = 100 µm
Capacité de débit dans le plan sous 20 kPa	NF EN ISO 12958	> ou = 15.10 <sup>-7</sup> m <sup>2</sup> /s

### Article 3.10. Grave non traitée

(Fasc. 23 du CCTG, norme NF EN 13258)

Les matériaux mis en œuvre seront soumis à l'agrément du Maître d'œuvre. Le matériau pour la couche de forme dans la buse correspond à des matériaux d'apport de type grave non traité.

Les caractéristiques des granulats seront conformes aux spécifications des normes NF EN 13242 et XP P18-545.

- Catégorie D : Pour les caractéristiques intrinsèques ;
- Catégorie B : Pour les caractéristiques de fabrication.

#### Caractéristiques pour la GNT 0/31,5 :

- Granulométrie, classe 0/31,5, GNT2 suivant norme NF EN 13-258
- Angularité, les matériaux seront issus de roches massives, NF EN 933-5 catégorie C<sub>50/10</sub>
- Caractéristiques intrinsèques, NF EN 13450 avec  $LA \leq 40$  et  $MDE \leq 35$
- Non gélivité, coefficient d'absorption d'eau selon NF EN 1097-6 article 7 ou 8  $WA_{24} < 2\%$  sinon résistance au gel selon NF EN 1367-1 de catégorie  $\leq F4$
- Qualité des fines, NF P94-068  $VBS \leq 0,1$  g de bleu pour 100 g de sol 0/50 mm

#### Article 3.11. Fourreaux

Les fourreaux dans le radier sont en PVC et leurs lance-câbles en matériaux imputrescibles ou inoxydables.

Ils se raccorderont dans des chambres L1T disposées de part et d'autre de l'ouvrage.

#### Article 3.12. Clôtures autoroutières

Tous les matériaux constitutifs des clôtures devront satisfaire aux normes AFNOR ou Euronorme (EN) et provenir de fournisseurs agréés par le maître d'œuvre.

##### 3.12.1. Aciers destinés aux clôtures

Tous les ouvrages en acier autres que les fils seront en acier nuance S235J selon la norme NF EN 10025. Ils devront être protégés contre la corrosion par galvanisation à chaud au trempé de produits finis conformément à la norme NF EN ISO 1461. Une attestation de conformité aux prescriptions de cette norme devra être fournie par l'entrepreneur.

L'entrepreneur devra solliciter l'accord du maître d'œuvre pour toutes opérations in situ de perçage ou de soudure sur les éléments préalablement galvanisés. Tout impact de la protection par galvanisation devra faire l'objet d'une reprise avec l'application de couches de peinture galvanisée à froid.

##### 3.12.2. Béton

La qualité du béton à utiliser est spécifié dans le chapitre « bétons et mortiers hydrauliques ».

##### 3.12.3. Grillage soudé à mailles rectangulaires (type autoroute)

Les grillages métalliques en treillis soudé auront une hauteur de 2,00 m hors sol et 30 cm enterrés. Le grillage sera de type 3 avec les caractéristiques suivantes : 250-20-15.

- Fils de lisière  $\varnothing$  3,4 mm ;
- Fils de chaîne  $\varnothing$  3,0 mm ;
- Ecartement des fils horizontaux : mailles progressives hors sol de 76,2 mm à 203,2 mm et mailles enterrées de 101,6 mm ;
- Ecartement des fils verticaux : 152,4 mm ;
- Protection anticorrosion aluminium (5%) + zinc (95%) selon la norme NF EN 10244-2 classe A.

##### 3.12.4. Renfort petite faune

Ce renfort sera mis côté extérieur du Domaine public autoroutier de la clôture. Il se compose d'un grillage petites mailles 6,5x6,5 mm ou 5x5 mm dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Hauteur totale 1m – 70 cm hors sol et 30 cm enterré ;
- Grillage soudé en acier, conforme à la norme NF EN 10223-4 à mailles carrées régulières ;
- Mailles rectangulaires régulières : 6,5 x 6,5 mm ou 5 x 5 mm ;
- Protection anticorrosion : galvanisation épaisse selon la norme NF EN 10244-2 classe A ;
- Diamètre du fil : 1,80 mm.

Le grillage de renfort petite faune présentera un bavolet en partie supérieure.

##### 3.12.5. Poteaux et embases

Les supports sont en acier galvanisé, de hauteur en rapport avec la hauteur de 2 m de grillage augmentée de leur hauteur de scellement (50 cm minimum).

L'attention de l'entrepreneur est attirée sur le fait que dans les zones en pentes et les talus, la hauteur des supports doit être adaptée à ces derniers compte tenu de la pose verticale des poteaux.

Ils sont en acier laminé à chaud ou profilé à froid, selon la norme NFA 35.501, à partir d'acier E 24.2 minimum, galvanisable. Les caractéristiques dimensionnelles ou mécaniques minimum des supports, jambes de force et contrevents sont énumérées ci-dessous :

Les supports doivent résister sans présenter d'amorce de fissure ni de déformation permanente supérieure à 15 mm en tête de poteau, à un effort :

- Horizontal réparti sur toute la hauteur du poteau, et correspondant à la limite d'élasticité du grillage à mettre en œuvre pour les supports d'ancrage, de tension et d'angle ;

- Transversal de 120 kg appliqué à 1,40 m du sol pour les supports intermédiaires.

Les jambes de force doivent présenter une section en « L » de 50 x 50 x 4 ou « U » de 40 x 40 x 2,5.

Les contrevents doivent présenter une section en « L » de 35 x 35 x 3,5.

Si l'entrepreneur souhaite proposer des profilés différents, il devra démontrer dans le mémoire justificatif qu'ils présentent des caractéristiques mécaniques supérieures ou identiques.

Le contrevent éventuel et les jambes de force sont fixés par boulons ou engravés sur le support et ce en fonction du type de support. Le grillage est accroché sur les supports par un dispositif intégré aux supports (languettes ou ergots). Ces dispositifs sont en quantité suffisante pour assurer la fixation du grillage.

Les poteaux seront fondés dans le terrain naturel. Les dimensions de la fondation seront adaptées à la nature des terrains. La hauteur minimale de la fondation est de 50 cm.

#### 3.12.6. Broche d'ancrage

Les broches d'ancrage sont constituées de fer rond lisse à partir d'acier E24 et de longueur de 60, de 80 ou de 120 cm selon la nature du sol.

#### 3.12.7. Fiche de sol

Les fiches de sol sont constituées de cornière de 25, de 60 ou de 80 cm de longueur selon la nature du sol. Elles comportent un dispositif spécial dans lequel est maintenu le grillage.

### Chapitre 4. EXECUTION DES TRAVAUX

#### Article 4.1. Travaux préparatoires

##### 4.1.1. Installations de chantier

Les installations de chantier se composent, a minima, des éléments réglementaires fixés dans le cadre du PGC et des textes réglementaires liés. En compléments, les installations chantier comprendront un bungalow de réunion pour un minimum de 10 personnes et des zones de stationnement adaptées pour recevoir l'ensemble des intervenants.

Les pièces graphiques reflètent l'organisation générale prédéfinie pour l'exécution des chantiers. L'entrepreneur reprendra à son compte la définition des installations de chantier en fonction des moyens mis en œuvre.

Dans le cadre des installations de chantier, l'Entrepreneur devra prévoir, un éclairage de la zone de travaux (à adapter en fonction des zones et de la nature des opérations). L'éclairage devra notamment permettre de sécuriser les cheminements. Un éclairage individuel sera également exigé pour chaque personne intervenant dans la zone travaux.

De façon plus général, les éléments décrits dans le PGC devront être pris en compte et mis en œuvre.

Une description des prestations plus complémentaire est présentée dans le bordereau des prix.

##### 4.1.2. Clôtures

Le chantier est clôturé ou clos. Les clôtures sont constituées de poteaux de 2 mètres de hauteur placés tous les deux mètres. Les mailles du grillage employé ont pour dimensions maximales 40 mm x 40 mm.

Le grillage sera renforcé en partie inférieure pour éviter les intrusions de la petite faune sur le chantier. Ce renfort est composé d'un grillage 5x5 mm fixé sur le grillage et lesté en pied pour assurer l'étanchéité.

##### 4.1.3. Implantation, piquetage

(Art. 27 du CCAG-T, art. 7 du CCAP)

Des repères fixes maçonnés et protégés par une clôture sont mis en place par le titulaire. Leur implantation est soumise à l'acceptation du maître d'œuvre.



Ces repères servent au contrôle de la géométrie de l'ouvrage, aux piquetages complémentaires ainsi qu'à la conservation des piquets.

Les fichiers des levés topographiques réalisés à la demande du maître d'ouvrage seront fournis à l'entrepreneur au démarrage du marché.

#### 4.1.4. Pistes d'accès

##### 4.1.4.1. Généralités

Les réalisations éventuelles des pistes d'accès comprennent un décapage de la terre végétale, la mise en place d'un géotextile conforme aux prescriptions du chapitre 3 du présent CCTP et le rechargement à l'aide d'un matériau d'apport structurant réglé et compacté pour permettre d'assurer la portance nécessaire au passage des engins.

Les pistes d'accès seront à maintenir en état durant toute la durée du chantier.

Les pistes d'accès existantes seront à renforcer si nécessaire et à entretenir tout au long du chantier. Leur réception sera faite par la réalisation d'essais à la plaque permettant de démontrer une portance de 50 MPa minimum (PF2) au niveau des pistes. Le nombre d'essais à la plaque, effectués selon la norme NF P97-117-1, est de 5 essais pour l'accès à la tête amont et 5 essais pour l'accès aval. La réalisation des essais est réputée incluse dans le prix forfaitaire de réalisation des pistes.

Le busage des fossés comprend la fourniture d'une buse en PEHD de diamètre adapté sur le linéaire du fossé impacté et la réalisation d'un remblai en matériaux d'apport sableux 0/6 enrobant la buse et d'une couche de protection de la buse en GNT 0/31,5 de 50 cm minimum. Les busages provisoires seront déposés à l'issue des travaux et les fossés seront reprofilés.

#### Article 4.2. Débroussaillage

(art. N.2.3.1.2. et E.4 du fasc. 35 du CCTG)

Pour la préparation du terrain, le titulaire est chargé du débroussaillage des emprises du chantier sur les zones définies par le maître d'œuvre.

Tous les produits faisant l'objet du débroussaillage sont évacués par le titulaire selon les modalités arrêtées dans le SOGED.

#### Article 4.3. Terrassements

Les terrassements concernent l'exécution des fouilles nécessaires à la réalisation du radier de l'ouvrage.

##### 4.3.1. Définition

Les matériaux à déblayer forment une seule catégorie.

A l'intérieur de la buse, l'entrepreneur peut rencontrer des terrains susceptibles de présenter des difficultés d'extraction différentes, qu'il lui appartient d'apprécier à partir de la note sur les études géologiques et géotechniques jointes au dossier, et des profils en travers.

L'entrepreneur a le choix des moyens d'exécution.

Pendant l'exécution des déblais, l'entrepreneur conduira les travaux de manière à éviter que la forme ou les matériaux de déblais à réutiliser en remblai ne soient détrempés ou dégradés par les eaux de pluie.

##### 4.3.2. Exécution des déblais

Les déblais seront exécutés conformément à l'article 17.10 du fascicule 2 du C.C.T.G.

La rémunération de la prestation sera effectuée par un prix unique et s'appliquera au mètre cube en place.

Les prestations comprennent notamment les dispositions relatives à la protection des fouilles et à la gestion des eaux de chantier.

Le réglage du fond de forme est exécuté de façon à ce que celui-ci permette un compactage homogène sur toute sa surface.

##### 4.3.3. Réglage

Les tolérances de nivellement sont + 5 cm sur l'arase terrassement.

#### Article 4.4. Fouilles

(Fasc. 68 du CCTG)

Sont considérés comme fouilles, tous les déblais exécutés au droit des ouvrages (bermes, massifs, etc), qu'il s'agisse de fondations directes sur le sol, ou d'éléments de liaison de fondations profondes.

Pour les fouilles réalisées sans blindage, le volume pris en compte est celui d'une pyramide tronquée définie comme suit :

- La surface de la petite base est l'emprise en plan théorique du fond de fouille ;
- La surface de la grande base est définie à partir de la surface de la petite base en considérant une pente de talus égale à 2/3 ;
- La hauteur est la différence entre le niveau du terrain naturel et la cote de fond de fouille.

Pour les fouilles réalisées avec blindage, le volume pris en compte est celui d'un parallélépipède défini comme suit :

- La surface de base est l'emprise en plan théorique des fouilles ;
- La hauteur est la différence entre le niveau du terrain naturel et la cote de fond de fouille.

Il n'est pas tenu compte des suppléments de terrassement exécutés dans le simple but de donner plus de commodité au chantier.

Tous les produits des fouilles sont récupérés et transportés pour être soit mis en dépôt en un lieu désigné par le maître d'œuvre, soit évacués, conformément aux prescriptions du SOSED, dans un lieu de stockage ou de regroupement, ou dans une unité de recyclage.

Les parois des fouilles sont protégées contre les eaux de ruissellement ou les eaux d'infiltration par un procédé soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

Il est prévu la mise en œuvre d'un dispositif d'épuisement des eaux des fouilles.

#### Article 4.5. Ouvrages provisoires autres que les coffrages et dispositifs spéciaux

*(Norme NF EN 13670/CN, chapitre 5 du fasc. 65 du CCTG)*

Les ouvrages provisoires doivent respecter les exigences définies dans le chapitre 5 du fascicule 65 du CCTG et complétées ci-dessous.

##### 4.5.1. Exécution des ouvrages provisoires

*(Art. 5.3.1 du fasc. 65 du CCTG)*

Le titulaire veille particulièrement à n'omettre aucune des précautions suivantes :

- Les pièces horizontales successives sont arrimées l'une à l'autre d'une manière continue jusqu'à leurs extrémités où elles sont butées sur les maçonneries en place ;
- Aux points où des actions concentrées s'exercent sur des pièces non pleines, des calages assurent l'étalement de ces actions et empêchent le déversement ;
- Aucune tige destinée à être utilisée en traction ou en compression ne doit travailler en flexion, notamment à ses attaches ;
- Tous les vides qui se produisent entre les pièces réputées jointives jusqu'au jour du bétonnage sont bourrés de mortier.

##### 4.5.2. Ouvrages provisoires de renforcement des plateformes

Dans le cadre des ouvrages provisoires à la charge de l'Entrepreneur, ce dernier, en fonction des campagnes de reconnaissances géotechniques menées, devra prévoir les ouvrages de renforcement nécessaires à la mise en œuvre et à l'utilisation des matériels prévus. Il devra, notamment, justifier de la portance de la plateforme de travail sous les engins lourds de type grue.

#### Article 4.6. Coffrages

*(Norme NF EN 13670/CN, FD P 18-503, 5.8 du fasc. 65 du CCTG)*

##### 4.6.1. Procédures

*(Art. 5.8.3 du fasc. 65 du CCTG)*

###### 4.6.1.1. Généralités

La procédure prévue au 5.8.3 du fascicule 65 du CCTG est complétée par une description des conditions de réparation (traitements de surface, produits, etc.) des principales imperfections possibles.

Les trous résultant de la présence des tiges ou supports de coffrage ne sont rebouchés que si cette action est indispensable soit au fonctionnement d'un système de drainage ou d'étanchéité placé derrière le parement concerné soit à la durabilité du parement (cas d'une pièce de fixation métallique abandonnée dans le béton).

###### 4.6.1.2. Obligation de résultats

*(FD P 18-503)*

Chaque parement doit respecter les exigences du 8.8.2.1 du fascicule 65 du CCTG pour la classe de parement qui lui est affectée par le sous-article "Traitement des parties vues" du chapitre 1 du présent CCTP. Pour l'appréciation du critère de texture E, tel que défini à l'article 5.2 du FD P 18-503, la distance d'observation est de 2 m.

#### 4.6.2. Protections des parements

Le titulaire prend toutes les dispositions nécessaires (passivation des aciers en attente, protections provisoires, gardiennage, etc.) pour assurer la protection des parements de l'ouvrage jusqu'à la réception des travaux.

#### 4.6.3. Réparations d'imperfections et de non-conformités

*(Norme NF EN 13670/CN, 8.8.4 du fasc. 65 du CCTG)*

Dans le cadre de la préparation du chantier, le titulaire doit fournir une note précisant les conditions de réparation (traitements de surface, produits, etc.) des principales imperfections possibles.

Pendant le chantier, le titulaire est tenu de signaler au maître d'œuvre tous les défauts qu'il constate au moment du décoffrage. Pour ceux pour lesquels une réparation est décidée, cette dernière est mise en œuvre conformément à la note évoquée ci-dessus à l'aide d'un produit de réparation titulaire de la marque NF-Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique, offrant un aspect proche de celui du parement à réparer.

#### Article 4.7. Armatures de béton armé

*(Norme NF EN 13670/CN, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5 et 6.6 du fasc. 65 du CCTG, norme NF A 35-027)*

La mise en œuvre des armatures de béton armé utilisées pour la construction de l'ouvrage doit respecter les exigences définies dans la norme NF EN 13670/CN et dans les chapitres 6.2, 6.3, 6.4 et 6.5 du fascicule 65 du CCTG.

##### 4.7.1. Fabrication des armatures

*(Norme NF EN 13670/CN, chapitres 6.2, 6.3 et 6.5 du fasc. 65 du CCTG, norme NF A 35-027)*

Pour l'application du 6.3 (1) de la norme NF EN 13670/CN, les nomenclatures de coupe et de façonnage des aciers doivent être établies par le titulaire et le façonnage des armatures à chaud ou à des températures inférieures à - 5°C est interdit.

Pour l'application des 6.3 (2) et 6.3 (3) de la norme NF EN 13670/CN, le titulaire doit respecter les diamètres des mandrins précisés dans le tableau 8.1(N) de la norme NF EN 1992-1-1.

Pour l'application du 6.3 (4) de la norme NF EN 13670/CN, le transport, le stockage et la maintenance des armatures sont effectués conformément au chapitre 6.2.3 du fascicule 65 du CCTG et les armatures font l'objet d'un contrôle de réception conformément au chapitre 6.2.4 du fascicule 65 du CCTG.

Pour l'application du 6.3 (5) de la norme NF EN 13670/CN, le redressage d'armatures pliées accidentellement est interdit. Cependant, pour les armatures laissées en attente et pliées accidentellement ou volontairement pliées dans les boîtes d'attente, le redressage est autorisé sous réserve de respecter les exigences du chapitre 6.5.5 du fascicule 65 du CCTG.

Pour l'application du 6.3 (6) de la norme NF EN 13670/CN, le façonnage sur chantier d'aciers livrés en couronne ou en fardeau n'est admis que si l'atelier forain est certifié NF - Armatures, toutefois, le façonnage dans les coffrages peut être admis sous réserve de respecter les exigences fixées au chapitre 6.3.3 du fascicule 65 du CCTG.

##### 4.7.2. Soudage

*(Norme NF EN 13670/CN et chapitre 6.4 du fasc. 65 du CCTG, normes NF A 35-027, NF EN ISO 17660-1 et NF EN ISO 17660-2)*

Pour l'application du 6.4 (2) de la norme NF EN 13670/CN, il est rappelé tous les aciers utilisés pour la confection des armatures de béton armé utilisées sont soudables (§3.10.1 du CCTP).

Pour l'application du 6.4 (4) de la norme NF EN 13670/CN, les armatures faisant l'objet d'une certification NF-Armatures ou équivalente couvrant l'opération d'assemblage par soudage permettent de satisfaire les exigences relatives au soudage par point. Par ailleurs, les soudures exécutées sur chantier doivent être effectuées conformément au chapitre 6.4 du fasc. 65 du CCTG.

Pour l'application du 6.5 (1) de la norme NF EN 13670/CN, les armatures faisant l'objet d'une certification NF-Armatures ou équivalente couvrant l'opération d'assemblage par soudage précisant la mention « assemblage par soudage transmettant les efforts » permettent de satisfaire les exigences relatives à la jonction d'armatures par soudage. Par ailleurs, les jonctions d'armatures par soudage exécutées sur chantier doivent être effectuées conformément au chapitre 6.4 du fasc. 65 du CCTG.

#### 4.7.3. Pose des armatures

*(Norme NF EN 13670/CN, chapitre 6.5 et 6.6 du fasc. 65 du CCTG, norme NF A 35-027)*

La pose d'armatures pour béton est effectuée par des entreprises certifiées AFCAB – Pose. Toutefois, il est admis que la pose puisse également être assurée par le titulaire dans les conditions définies au chapitre 6.5.1 du fascicule 65 du CCTG.

Pour l'application du 6.5 (1) de la norme NF EN 13670/CN, la position des armatures et des recouvrements doit impérativement être indiquée sur les plans d'exécution que doit fournir le titulaire.

Pour l'application du 6.5 (2) de la norme NF EN 13670/CN, l'utilisation de barres filantes est soumise à l'accord du maître d'œuvre et, le cas échéant, fait l'objet d'un traitement particulier dans le Plan Qualité.

Le façonnage dans les coffrages n'est admis que dans les conditions fixées au chapitre 6.3.3 du fascicule 65 du CCTG.

L'assemblage et la jonction des armatures sont exécutés conformément aux chapitres 6.5.2 et 6.5.3 du fascicule 65 du CCTG.

Les écarts admissibles sur la position des armatures sont définis au chapitre 10.6.2 du fascicule 65 du CCTG.

#### 4.7.4. Enrobage des armatures

*(NF EN 13670/CN, chapitre 6.5.4 du fasc. 65 du CCTG)*

Les enrobages des aciers passifs de l'ouvrage sont définis selon l'Eurocode 2 en fonction des données du chapitre 2 du présent CCTP précisant les justifications par le calcul de chaque partie d'ouvrage.

Le respect des exigences du chapitre 4.8.3 du présent CCTP autorise l'adoption d'une tolérance d'exécution Cdev de 5 mm.

Si, de plus, les exigences complémentaires figurant à la clause 4.4.1.3 (3) de la norme NF EN 1992-1-1 et de son annexe nationale la norme NF EN 1992-1-1/NA sont également respectées (les ferrailages sensibles font l'objet de dessins de détail à grande échelle précisant les enrobages et les façonnages et des éléments témoin sont confectionnés en tant que de besoin), il est autorisé d'adopter une tolérance d'exécution Cdev de 0 mm.

Les écarts admissibles sur l'enrobage des armatures sont définis au chapitre 10.6.2 du fascicule 65 du CCTG.

#### 4.7.5. Maîtrise de la conformité

*(NF EN 13670/CN et chapitre 6.6 du fasc. 65 du CCTG)*

Le contenu des procédures d'exécution est conforme aux exigences du chapitre 6.6.1 du fascicule 65 du CCTG.

Le contrôle intérieur est exécuté conformément aux exigences du chapitre 6.6.2 du fascicule 65 du CCTG.

Le titulaire met le maître d'œuvre en mesure de s'assurer du bon déroulement du contrôle intérieur des armatures posées, avec un préavis suffisant pour lui permettre d'assurer un contrôle extérieur. Ce contrôle extérieur porte sur l'ensemble des opérations nécessaires à la mise en œuvre des armatures : de la conformité des produits approvisionnés (aciers, armatures, dispositif de raboutage...), à la vérification de la conformité de la pose vis-à-vis des plans d'exécution, jusqu'au contrôle de l'enrobage après bétonnage, le maître d'œuvre se réservant le droit d'effectuer ses propres mesures et contrôles.

#### Article 4.8. Bétons

*(Norme NF EN 13670/CN, 8.4 et 8.5 du fasc. 65 du CCTG)*

##### 4.8.1. Béton de propreté

L'épaisseur minimale du béton de propreté est de dix centimètres.

##### 4.8.2. Bétonnage sous conditions climatiques extrêmes

*(Norme NF EN 13670/CN, 8.5.4 du fasc. 65 du CCTG)*

#### 4.8.2.1. Généralités

L'application des articles 8.2 (9) et 8.2 (10) de la norme NF EN 13670/CN s'effectue selon les modalités décrites ci-dessous.

Les résultats des mesures de températures sur chantier sont corrélés par le titulaire avec ceux de la station météorologique la plus proche afin de dégager des tendances et, en cas de température inférieure à 5°C ou durablement supérieure à 30°C, procéder dès la veille du bétonnage à la mise en place des dispositions du Plan Qualité relatives au bétonnage sous conditions climatiques extrêmes. Le bétonnage ne peut pas avoir lieu sans un abri si la température extérieure mesurée sur le chantier est inférieure à 5°C.

Le recours au béton chauffé nécessite la mise en œuvre de moyens particuliers complémentaires destinés à limiter l'écart de température entre le béton et le métal, comme le calorifugeage et le chauffage de la charpente.

Des dispositions particulières sont prises pour éviter un refroidissement brutal de l'ouvrage.

#### 4.8.2.2. Bétonnage par temps froid

*(Norme NF EN 13670/CN, 8.5.4.1 du fasc. 65 du CCTG)*

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

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

#### 4.8.2.3. Bétonnage par temps chaud

L'effet nocif de certains facteurs atmosphériques (vent, ensoleillement, hygrométrie basse, etc...) est considérablement accru par temps chaud. Ces facteurs peuvent notamment compromettre l'obtention des résistances requises, augmenter le retrait, provoquer des fissurations superficielles nuisibles à l'aspect et à la durabilité du béton. En l'absence de choix d'un liant approprié (faibles teneurs en sulfates, aluminates tricalciques et alcalins), l'atteinte de températures dans le béton supérieures ou égales à +65°C accroît les risques de développement de réactions sulfatiques internes. Dans le cas où le programme d'exécution des travaux prévoit des bétonnages de parties d'ouvrage à des périodes où la température ambiante mesurée sur chantier est susceptible de dépasser durablement 30 °C, le titulaire soumet à l'acceptation du maître d'œuvre les dispositions qu'il propose pour limiter la température maximale du béton frais en complément de celles qui résultent du sous-article "Cure" du présent article du présent CCTP (la note du 8.5.4.2 du fascicule 65 du CCTG donne quelques dispositions envisageables). L'efficacité des dispositions adoptées doit être contrôlée au moyen d'enregistrement de la température au sein du béton.

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

De même, des dispositions particulières telles que l'emploi de circuits de refroidissement dans la masse du béton, peuvent devoir être nécessaires, quel que soit le temps, pour du béton exécuté en grande masse, en raison du risque de fissuration due aux gradients thermiques.

#### 4.8.3. Reprises de bétonnage

*(Art. 8.4.1.2 du fasc. 65 du CCTG)*

Les reprises de bétonnage non prévues sur les plans d'exécution sont interdites. Les reprises de bétonnage des parties visibles doivent faire l'objet de la part du titulaire d'une étude spécifique et ne sont tolérées qu'aux conditions suivantes :

- Exécution de stries ou indentations diverses ;
- Les reprises doivent se confondre rigoureusement avec les joints de coffrage.

#### 4.8.4. Cure

*(Norme NF EN 13670/CN, 8.5.2 et 8.5.3 du fasc. 65 du CCTG)*

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

La durée de cure est définie au 8.5.3 du fascicule 65 du CCTG. Elle est réputée conforme aux exigences de la classe 2 de la norme NF EN 13670/CN.

Il est rappelé que les produits de cure doivent être compatibles avec les revêtements définitifs prévus au marché.

#### 4.8.5. Dispositions particulières liées à la réaction sulfatique interne

Le titulaire met en œuvre toutes les dispositions prévues dans le cadre de l'étude des bétons pour que la température maximale dans les parties d'ouvrage soumises à un risque de réaction sulfatique interne n'excède pas les températures maximales données dans le sous-article "Etudes des bétons" de l'article "Bétons et mortiers hydrauliques" du chapitre 3 du présent CCTP.

#### 4.8.6. Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel

##### 4.8.6.1. Méthodologie de mise en œuvre

Le béton ne doit présenter ni ressuage, ni zone riche en mousse. Les surfaces non coffrées sont talochées sans excès afin d'éviter les remontées d'eau et de laitance ; à cet effet, il est interdit d'utiliser des taloches ou des truelles métalliques.

Il est recommandé de limiter le délai entre le début de la mise en œuvre du béton et son achèvement à 90 mn à une température ambiante de 10°C, à 75 mn à 20°C et à 60 mn à 25°C. Dans le cas de délais plus importants justifiés par le titulaire, le Plan Qualité précise les dispositions à prendre pendant le bétonnage.

Dans le cas de préfabrication, le titulaire prend soin de positionner le moule de façon à ne pas avoir de surface coffrée sub-verticale à fruit positif et à privilégier les surfaces à fruit négatif.

Le choix de l'huile ou de la cire pour la protection des coffrages est effectué pour limiter au maximum le bullage. Le titulaire applique régulièrement celle-ci de façon à éviter toute accumulation pouvant se mélanger à la laitance, ce qui donnerait une peau de très mauvaises caractéristiques mécaniques et esthétiques.

L'aspect des parements ne doit être ni trop lisse, ni glacé. Le bullage moyen est jugé par rapport à l'échelle 3 du FD P 18-503, soit une surface maximale par bulle de 0,3 cm<sup>2</sup>, une profondeur maximale de 2 mm et une surface de bullage inférieure à 2%.

##### 4.8.6.2. Traitement thermique

Le traitement thermique du béton est déconseillé. Dans le cas de chauffage, la température du béton doit rester inférieure à 50°C. Dans le cas contraire, des essais complémentaires de résistance, de gel interne et d'écaillage sont effectués sur des échantillons ayant subi le même traitement thermique.

##### 4.8.6.3. Cure et mûrissement

Une cure très soignée avant et après démoulage est réalisée par le titulaire sur le béton de façon à éviter la fissuration et la micro-fissuration de peau et pour assurer une bonne hydratation de la peau. Le titulaire prend toutes les dispositions nécessaires pour que le décoffrage ou démoulage et le stockage s'effectuent sans que l'écart entre la température du béton et la température ambiante dépasse 30 °C pour des températures ambiantes positives et 15 °C pour des températures ambiantes négatives.

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

#### Article 4.9. INJECTION

La procédure devra définir le temps d'écoulement entre l'extrémité d'injection ou de vidange et les événements permettant de contrôler le remplissage phase par phase.

Une fiche de contrôle spécifique au remplissage de la cavité phase par phase et par livraison est à établir dans le cadre du PAQ.

La fiche fera apparaître l'heure de réalisation de la gâchée, le volume, le temps de malaxage, l'heure de départ depuis la zone de fabrication, l'heure d'arrivée à la zone de travaux, la mesure de fluidité avant début de la vidange, l'heure de début de la vidange, la mesure de fluidité à la demi-vidange, l'heure de fin de vidange, l'heure constatant la sortie du coulis aux événements de contrôle de remplissage, le temps théorique attendu entre le début de vidange et la sortie du coulis aux événements de contrôle pour une fluidité mesurée à 25 s.

Les événements doivent être positionnés de manière à pouvoir contrôler le remplissage livraison par livraison conformément à la fiche détaillée ci-dessus.

Une vérification visuelle de l'ouvrage et du remplissage au marteau non instrumenté sera faite entre chaque passe.

#### **Epreuves de contrôle du coulis :**

En vue des analyses sur le coulis, le titulaire procèdera à la confection d'éprouvettes 4 x 4 x 16 cm à raison de 2 séries de 3 éprouvettes par ouvrage lors de phases différentes d'injection.

Le laboratoire de contrôle interne à l'entreprise effectuera des contrôles d'injection sur le chantier et procèdera à des essais de fluidité du coulis sur chaque livraison au minimum avant le début de la vidange ainsi qu'à la moitié de la vidange. L'entrepreneur multipliera les contrôles autant que nécessaire pour s'assurer du respect des conditions de fluidité tout au long de la vidange.

#### **Article 4.10. Projection du béton**

(NF P 95-102, NF EN 206-1/CN, NF EN 14487-1, NF EN 14487-2, NF EN 13670/CN, FABEM-5)

La mise en œuvre du béton projeté doit être réalisée conformément aux prescriptions des normes NF P 95-102, NF EN 206-1/CN, NF EN 14487-1 et NF EN 14487-2 ; et conformément au fascicule FABEM-5 du STRRES et au fascicule ASQUAPRO "Mise en œuvre des bétons projetés".

Les parties renforcées par béton projeté sont la voûte et les reins jusqu'à la jonction avec le radier coulé en place.

La projection du béton est réalisée par voie sèche. La couche de finition pourra être réalisée par voie humide pour respecter une finition parement fin au sens du fascicule 65.

L'épaisseur structurelle minimale du béton projeté est de 30 cm, conformément aux pièces graphiques.

##### **4.10.1. Préparation du support**

Préalablement à la préparation du support. Les modes de préparation du support (sablage, décapage à l'eau...) sont précisés par le titulaire et soumis à l'avis du maître d'œuvre.

Il est procédé au décapage du support et au traitement des zones corrodées. Les éventuelles venues d'eau sont traitées (les venues d'eau doivent être colmatées ou de préférence drainées, mise en place préalable de barbacanes localisées sur les venues d'eau).

La préparation du support fait l'objet d'un contrôle interne dont les modalités sont définies dans le Plan Qualité, et dont la traçabilité est assurée dans les documents de suivi d'exécution.

Conformément aux dispositions du paragraphe suivant intitulé "Contrôle extérieur" du présent CCTP, le maître d'œuvre se réserve le droit d'effectuer à tout moment un contrôle extérieur inopiné du respect des procédures d'exécution.

##### **4.10.2. Armatures**

###### **4.10.2.1. Mise en place des armatures**

Un ferrailage est mis en place sur le parement à traiter. Les armatures sont conformes au paragraphe correspondant dans l'article intitulé "Béton projeté" du chapitre 3 du présent CCTP.

La mise en œuvre des armatures doit respecter les exigences définies dans la norme NF EN 13670/CN.

Le diamètre des aciers doit être soumis à l'agrément du maître d'œuvre et ne doit pas être inférieur à 3 mm ni supérieur à 25 mm.

La distance entre deux barres parallèles doit être au moins égale à 50 mm minimum pour permettre le passage des gros granulats.

L'enrobage, les recouvrements et tout dimensionnement de pièces métalliques doivent respecter les règles des normes NF EN 1992-1-1 et NF EN 1992-2 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1992-1-1/NA et NF EN 1992-2/NA, avec les éventuelles adaptations pertinentes pour un ouvrage existant. Ces adaptations sont soumises à la validation du maître d'œuvre.

Afin d'éviter les mouvements des aciers pendant la projection, la fixation, à la structure à projeter, des panneaux d'armatures doit être assurée par un minimum de 4 points de fixation par m².

La distance entre une nappe d'armature et la paroi à protéger doit être au minimum de 1 fois le diamètre des armatures, sinon il faut plaquer les aciers au support. Il convient de se reporter au fascicule ASQUAPRO "Mise en œuvre des bétons projetés".

Après la projection du béton, tout mouvement ou déplacement des armatures est interdit.

#### 4.10.2.2. Ancrage des armatures

(FD P 18-823, FABEM-7)

Sur le support à projeter, il est procédé à la mise en place d'ancrages pour connecter le ferrailage au support. La méthodologie retenue par le titulaire sera précisée. Les aciers devront être soudés au support.

#### 4.10.2.3. Protection anti-corrosion des armatures

Un traitement anticorrosion doit être appliqué sur les aciers. Ce traitement doit être conforme aux prescriptions du sous-article "Produits anti-corrosion des armatures" de l'article "Béton projeté" du chapitre 3 du présent CCTP.

#### 4.10.2.4. Mise en place des coffrages

Les supports de coffrages doivent être fixés et étayés solidement en vue d'éviter leur déformation ou leur basculement lors de la projection, ainsi que tout phénomène vibratoire.

#### 4.10.3. Ajouts des fibres

Des fibres métalliques peuvent être ajoutées au béton afin de limiter les effets du retrait.

#### 4.10.4. Projection du béton

Préalablement au traitement des surfaces à projeter, un essai de convenance doit être réalisé, en présence du maître d'œuvre, sur des parements réservés à cet effet et non sur les surfaces à traiter. Le maître d'œuvre se réserve la possibilité de faire effectuer, lors de ces essais, tous les contrôles qu'il juge nécessaire et qui peuvent éventuellement amener une modification des paramètres de la projection (teneur en eau, composition du béton...)

La projection doit être réalisée par le ou les opérateurs de projection (porte-lance) dont l'aptitude a été vérifiée, au plus tard, lors de l'essai de convenance. Cet opérateur doit posséder un certificat "porte-lance" ASQUAPRO ou équivalent.

La projection de béton ne peut avoir lieu qu'après réception par le maître d'œuvre des surfaces à traiter.

Les parements doivent être nettoyés par soufflage et humidifiés à l'aide du matériel de projection en projetant un mélange d'air et d'eau.

La projection ne doit commencer que lorsque tout ruissellement d'eau sur les parements, résultant de la préparation des surfaces, a cessé.

Dans le cas d'apparition de venues d'eau nouvelles sur les surfaces à traiter, les prescriptions précisées dans la préparation du support sont appliquées.

L'utilisation de résine d'accrochage et de tout produit similaire est proscrite.

Les épaisseurs à réaliser par couche et le nombre de couches doivent être fixés en accord avec le maître d'œuvre et les épaisseurs minimales structurelle et d'enrobage.

##### 4.10.4.1. Arrêts et reprises

Si une couche ne peut être projetée en une seule passe, l'arrêt de bétonnage doit être particulièrement soigné et comporter en particulier un chanfrein entre 30 et 45° environ.

Entre chaque passe, il doit être procédé, sur la couche réalisée, à l'élimination de la laitance superficielle et des granulats mal sertis. Ce traitement peut être réalisé par balayage (sur béton frais) ou sablage superficiel (sur béton durci) afin d'obtenir une bonne surface d'accrochage.

##### 4.10.4.2. Aspect des parements

Les surfaces projetées sont laissées brutes de projection, sans talochage ni lissage, afin d'éviter tout remaniement du béton en place qui risque de détruire sa structure et d'altérer sa qualité.

Une couche de finition, d'épaisseur fine, est appliquée après durcissement de la précédente. Seule cette dernière peut être dressée ou lissée comme un enduit. Les caractéristiques (aspect, couleur...) de cette couche de finition sont déterminées en accord avec le maître d'œuvre.

##### 4.10.4.3. Cure des bétons

Pour conserver au béton l'humidité nécessaire à la bonne hydratation des premiers centimètres de peau et éviter la fissuration due au retrait de dessiccation, le parement doit être arrosé "à refus" entre chaque couche de béton à l'aide d'un jet à faible pression de type "eau pulvérisée" ou similaire.

Cette cure par arrosage doit être effectuée deux (2) fois par jour pendant au moins quatre (4) jours ou jusqu'à projection de la couche suivante.



L'eau de la cure est fournie par le titulaire et doit répondre aux prescriptions de la norme NF EN 1008.

Pour les couches intermédiaires, la cure se fait exclusivement par humidification à l'eau réalisée par arrosages fréquents.

Pour la couche finale, elle peut être réalisée soit par humidification à l'eau, soit par application d'un produit de cure conforme aux spécifications du paragraphe "Cure" de l'article "Béton projeté" du chapitre 3 du présent CCTP.

En atmosphère confinée, les produits contenant des solvants sont interdits.

Les conditions de la cure doivent être soumises à l'agrément du maître d'œuvre.

#### 4.10.4.4. Bétonnage par temps froid

Lorsque la température du support à protéger est inférieure à 0°C, la projection de béton est formellement interdite.

En cas de projection du béton par température du support comprise entre 0 et +5°C, les matériaux mis en œuvre doivent avoir une température d'au moins 5°C (mesurée pour l'eau à la sortie de la lance). Le titulaire soumet au maître d'œuvre un système de protection de la zone traitée maintenant la température dans cette zone au-dessus de cinq (5) degrés pendant au moins dix (10) heures. La cure par arrosage est alors interdite. Elle est remplacée par la mise en place sur le béton projeté d'un film plastique recouvert d'un isolant (type laine de roche ou similaire) ou tout autre système proposé par le titulaire et jugé équivalent par le maître d'œuvre.

#### 4.10.4.5. Bétonnage par temps chaud

Lorsque la température du support est supérieure à +35°C, la projection de béton est formellement interdite sauf si le titulaire propose des mesures agréées par le maître d'œuvre pour maintenir la température du support et du béton frais à moins de trente-cinq (35) degrés pendant au moins soixante-douze (72) heures.

#### 4.10.5. Contrôle intérieur

Le titulaire est tenu d'assurer le contrôle intérieur selon les modalités prévues dans son Plan Qualité.

#### 4.10.6. Les essais de convenance

Avant le démarrage des travaux de projection, dans le cadre du contrôle intérieur, le titulaire réalise en présence du maître d'œuvre et de son laboratoire de contrôle, une épreuve de convenance comprenant la préparation du support et l'application des produits, dans les conditions du chantier, sur une surface représentative de l'ouvrage (choisie par le titulaire en accord avec le maître d'œuvre). Cette épreuve a pour but de vérifier, de façon contradictoire, l'aptitude du personnel et des moyens à satisfaire les conditions du marché.

Ces essais sont à réaliser avec les mêmes personnes qui ont participé à la réunion préparatoire. Ils portent sur :

- la qualité de la préparation du support,
- l'applicabilité des produits,
- la qualité du béton projeté.

Si les résultats obtenus au cours de cette épreuve de convenance ne sont pas probants, le maître d'œuvre demande au titulaire de réaliser à ses frais, une nouvelle épreuve en apportant les modifications nécessaires à l'obtention du résultat recherché.

Toutes les tâches principales doivent faire partie de l'essai de convenance dès la préparation de surface.

Ces essais doivent être réalisés à l'aide des matériaux, matériels et porte-lance prévus pour l'exécution des travaux.

Le mode de prélèvement des échantillons et les essais à réaliser sont exécutés comme il est précisé ci-après.

Le nombre des essais pour une épreuve de convenance est de 4.

Les essais de compression (selon la norme NF EN 14488-2) et d'adhérence (selon la norme NF EN 14488-4+A1) sont réalisés sur des échantillons de béton durci prélevés suivant les prescriptions de la norme NF EN 14488-1, de façon à prélever six (6) éprouvettes (3 carottes à 7 jours et 3 carottes à 28 jours).

Les essais de poinçonnement (selon la norme NF EN 14488-5) ne sont prévus qu'en présence de béton projeté armé de fibres. Ils sont réalisés sur des échantillons de béton durci prélevés suivant les prescriptions de la norme NF EN 14488-1, de façon à réaliser des dalles parallélépipédiques de 600 x 600 x 100 mm. Le nombre de dalles est défini en accord avec le maître d'œuvre.

Les exigences relatives aux performances du béton sont données au sous-article "Définition et exigences relatives au béton" de l'article "Béton projeté" du chapitre 3 du présent CCTP.

Dans le cas où ces essais ne donnent pas des résultats satisfaisants, le titulaire est tenu de proposer à l'agrément du maître d'œuvre une nouvelle composition de béton et de procéder à ses frais à une nouvelle série d'essais de convenance.

Le titulaire n'est pas admis à présenter quelque réclamation que ce soit concernant l'immobilisation de son matériel et de son personnel jusqu'à l'obtention de résultats satisfaisants des essais de convenance.

#### 4.10.7. Suivi de chantier

Le chantier peut démarrer lorsque les modalités du plan des contrôles sont précisément établies et acceptées par le maître d'œuvre.

Dans le cadre du suivi de chantier, les contrôles portent sur :

- le personnel,
- la préparation du support,
- la réception du béton avant projection,
- la projection du béton, avec prélèvements d'échantillons : la projection dans des caisses est définie dans les normes NF P 95-102 et NF EN 14488-2. Les prélèvements sont effectués à la demande du maître d'œuvre avec un minimum d'un (1) prélèvement pour deux cents (200) mètres carrés de surface traitée par projection de béton, ou un (1) par chantier. Pendant le délai de stockage des caisses, le titulaire est tenu d'assurer toutes les protections nécessaires à la bonne conservation des prélèvements, en particulier la cure et la protection contre toutes les souillures provenant des projections voisines ou éventuels produits de cure.
- l'épaisseur mise en œuvre : le contrôle selon la norme NF EN 14488-6 de l'épaisseur minimale à mettre en œuvre fixée par le présent CCTP est effectué au moyen de piges ou de tout autre dispositif adapté. Comme précisé dans le Plan Qualité, le titulaire doit préciser comment il contrôle le respect des épaisseurs.
- l'adhérence au support : les conditions de réalisation des essais d'adhérence sont définies dans la norme NF EN 14488-4+A1.
- la résistance en compression : les essais sur béton durci font partie du contrôle intérieur. Il est procédé aux essais de mesures des résistances à la compression. Les essais de résistance sont effectués à sept (7) jours et à vingt-huit (28) jours, à raison de trois à chaque échéance. Trois éprouvettes sont conservées pour des essais d'information éventuels.
- la résistance en compression et de poinçonnement : les essais sur béton durci font partie du contrôle intérieur. Il est procédé aux essais de mesures des résistances à la compression et de poinçonnement. Les essais de résistance sont effectués à sept (7) jours et à vingt-huit (28) jours, à raison de trois à chaque échéance. Trois éprouvettes sont conservées pour des essais d'information éventuels.

Le lendemain de la projection, le maître d'œuvre procède à un sondage au marteau sur les parements projetés. Toutes les parties reconnues défectueuses (zones sonnant le creux ou anormalement fissurées) sont démolies puis reconstituées aux frais du titulaire après remise en état des surfaces.

Le maître d'œuvre peut aussi faire réaliser un essai de traction directe, en laboratoire, sur une carotte prélevée dans le revêtement à tester.

Tous les contrôles énumérés ci-dessus font partie du contrôle intérieur à la charge du titulaire.

#### 4.10.8. Contrôle extérieur

Le maître d'œuvre s'assure de l'application du Plan Qualité et de l'exécution du contrôle intérieur, par des contrôles inopinés.

#### 4.10.9. Dernières opérations préalables à la réception du béton projeté

Après la fin de la projection, une vérification est effectuée par le maître d'œuvre ou son représentant pour s'assurer que :

- toutes les surfaces prévues ont bien été traitées,
- les parties traitées ne présentent pas d'amorce de décollement, de fissuration anormale ou de traces d'humidité,
- le nettoyage des parties voisines des zones traitées a été correctement effectué.

De plus, cette vérification permet de valider les plans de récolement destinés au dossier de l'ouvrage réparé.

#### Article 4.11. Traitement des surfaces en béton

##### 4.11.1. Préparation du support

L'objectif de la préparation du support par le titulaire est de le rendre apte à recevoir une protection.

Elle comprend trois étapes :

- étape 1 : nettoyage préalable et décapage éventuel pour obtenir la texture requise : enlèvement de la laitance, des revêtements existants si nécessaire, purge des parties non adhérentes du béton, déglacage, etc.
- étape 2 : traitement des défauts locaux de forme en saillie ou en creux, des nids de cailloux, etc.
- étape 3 : travaux d'apprêt (application d'un bouche-pores, surfacage...) adaptés au produit de protection si nécessaire.

Cette préparation doit être réalisée conformément au paragraphe 7.2 de la norme NF EN 1504-10, au paragraphe A.7.2.2 rendu contractuel de l'annexe A informative de cette norme et à la norme NF P 95-103. Les techniques mises en œuvre doivent suivre les recommandations du paragraphe 6.1.2 du guide technique "Protection des bétons par application de produits à la surface du parement" édité par le LCPC en décembre 2002.

L'usage de solvants et le lavage à l'acide sont interdits.

##### 4.11.2. Préparation des produits

Elle doit être conforme aux spécifications prévues dans les documents remis par le titulaire selon le sous-article "Assurance de la qualité pour les protections générales de surface en béton" de l'article 2.8 du présent CCTP.

Les produits comprennent l'inhibiteur de corrosion et le revêtement de protection.

##### 4.11.3. Mode d'exécution

Le produit de protection est mis en œuvre conformément aux prescriptions de la norme NF EN 1504-10, du paragraphe A.7.2.2 rendu contractuel de l'annexe A informative de cette norme, de la norme NF P 95-103, et du chapitre 6 du guide technique sur la "Protection des bétons par application de produits à la surface du parement" édité en 2002 par le LCPC.

Le mode d'exécution doit être conforme aux dispositions de la procédure d'exécution établie en fonction de la fiche technique du fabricant (soumise à l'avis du maître d'œuvre et mise au point lors de l'épreuve de convenance).

Cette procédure d'exécution précise :

- l'organisation et la répartition des différents ateliers,
- les modalités de préparation du support,
- la compatibilité du produit avec la nature, la texture et l'humidité du support,
- les conditions atmosphériques,
- la préparation des produits,
- les temps de séchage des produits, en indiquant les types de temps de séchage (à cœur, en surface, ou apparent complet), ainsi que la température, l'hygrométrie et les épaisseurs auxquelles le temps de séchage indiqué s'applique,
- les délais de recouvrement,
- les points critiques et les points d'arrêt,
- les consignes à respecter et les dispositions particulières à prendre en cas d'incident ou de conditions climatiques défavorables.

Toute mise en œuvre est interdite lorsque :

- les conditions de vent ou de pluie sont défavorable ou s'il y a un risque de gel dans les 24 heures,
- les critères d'humidité du subjectile ne sont pas conformes aux prescriptions de la fiche technique du fabricant,
- le degré hygrométrique relatif et la température de l'atmosphère ambiante sont en dehors des limites fixées par la fiche technique du fabricant,
- l'alcalinité du subjectile est trop élevée : c'est la raison pour laquelle les supports devant recevoir une protection doivent être âgés d'au moins deux mois afin qu'ils soient légèrement carbonatés en surface.

Les différentes couches appliquées sont protégées pendant toute la période de séchage contre les averses, les écoulements liquides et les projections diverses, si nécessaire par la mise en place d'écrans.

Si du fait de causes diverses, le chantier est arrêté et les délais entre couches dépassés, le fournisseur du produit doit indiquer les précautions à prendre pour la reprise (avivage à l'abrasif, nettoyage, etc....).

#### 4.11.4. Contrôle intérieur

Le titulaire est tenu d'assurer le contrôle intérieur selon les modalités prévues dans son Plan Qualité.

#### 4.11.5. Essais de convenance

Avant le démarrage des travaux de protection, dans le cadre du contrôle intérieur, le titulaire réalise en présence du maître d'œuvre et de son laboratoire de contrôle, une épreuve de convenance comprenant la préparation du support et l'application des produits, dans les conditions du chantier, sur une surface représentative de l'ouvrage (choisie par le titulaire en accord avec le maître d'œuvre). Cette épreuve a pour but de vérifier, de façon contradictoire, l'aptitude du personnel et des moyens à satisfaire les conditions du marché.

Ces essais sont à réaliser avec les mêmes personnes qui ont participé à la réunion préparatoire. Ils portent sur :

- la qualité de la préparation du support,
- l'applicabilité des produits,
- la validation de la consommation par mètre carré et du nombre de couches pour obtenir une profondeur suffisante, pour les imprégnations d'inhibiteur de corrosion.

Si les résultats obtenus au cours de cette épreuve de convenance ne sont pas probants, le maître d'œuvre demande au titulaire de réaliser à ses frais, une nouvelle épreuve en apportant les modifications nécessaires à l'obtention du résultat recherché.

#### 4.11.6. Suivi de chantier

Le chantier peut démarrer lorsque les modalités du plan des contrôles sont précisément établies et acceptées par le maître d'œuvre.

Dans le cadre du suivi de chantier, les contrôles portent sur :

- la préparation des surfaces,
- la réception des produits,
- l'application des produits.

Tous les contrôles énumérés ci-dessus font partie du contrôle intérieur à la charge du titulaire.

##### 4.11.6.1. Préparation de surface

Chaque préparation de surface fait l'objet d'un contrôle interne dont les modalités sont définies dans le Plan Qualité, et dont la traçabilité est assurée dans les documents de suivi d'exécution. Conformément aux dispositions du paragraphe suivant intitulé "Contrôle extérieur" du présent CCTP, le maître d'œuvre se réserve le droit d'effectuer à tout moment un contrôle extérieur inopiné du respect des procédures d'exécution.

##### 4.11.6.2. Réception des produits

Les contrôles de réception ont pour but de vérifier que :

- les produits livrés sont conformes aux indications du contrat et qu'ils satisfont aux exigences de la norme NF EN 1504-2,
- les conditions de transport sont conformes à celles indiquées par le fabricant (fiche technique ou autre),

- les conditions de stockage sont conformes à celles indiquées par le fabricant (fiche technique ou autre).

Le titulaire doit disposer d'un local de stockage : sec, clos, dont la température garantisse la conservation du stock et suffisamment vaste pour pouvoir séparer les produits (peintures, solvants...) par nature. Les conditions de stockage doivent respecter les prescriptions des fabricants de produits.

Le contrôle intérieur doit comporter les éléments nécessaires au suivi de la gestion du stock, par produit : date d'entrée, numéro de lot, nombre de pots et volume (ou poids) du lot, fourniture d'une fiche d'identification rapide.

Le contrôle intérieur doit également comporter les dates de sortie du stock pour le suivi des quantités utilisées avec, par produit et par lot, les affectations correspondantes par élément d'ouvrage ou par jour de travail.

La réception à la livraison fait partie du contrôle intérieur et doit être conforme au sous-article "Critères d'appréciation de la qualité du système proposé" de l'article "Produits de revêtement" du chapitre 3 du présent CCTP.

#### 4.11.6.3. Application des produits

Les produits doivent être compatibles avec les supports sur lesquels ils sont appliqués, et notamment leur alcalinité. Afin de répondre à cette exigence, les produits ne pourront pas être appliqués sur des supports à base de liants hydrauliques âgés de moins de deux mois, ou dont l'alcalinité est incompatible avec leurs conditions d'application. Dans ce dernier cas, l'entreprise devra mesurer le pH du support.

Le mode d'application des produits doit être conforme aux spécifications de mise en œuvre telles que définies dans le sous-article "Assurance de la qualité pour les produits de protection générale de surface en béton" de l'article 2.9 du présent CCTP.

Toutes les préconisations y figurant doivent être vérifiées, ainsi que :

- la date de péremption du produit,
- l'absence de peaux, de grumeaux, etc.,
- le respect de la préparation des produits figurant sur leur notice technique.

Les fiches techniques des produits doivent comporter toutes les indications utiles à la méthode d'application utilisée.

Le contrôle intérieur porte sur :

- les conditions climatiques pendant l'application et le séchage :
  - la température de l'air et l'hygrométrie relative (H.R.) sont des données qui doivent faire partie du contrôle intérieur,
  - les minima et maxima de la température de l'air et de l'hygrométrie figurant sur la notice technique sont à respecter impérativement ainsi que la température maximale du support.
- la vérification de la propreté du matériel,
- l'état du support doit être vérifié. Il faut s'assurer que les zones à protéger sont conformes aux prescriptions de la notice technique du support (propreté, rugosité le cas échéant, humidité),
- la protection des produits avant séchage est souvent négligée ; il doit être évité de les contaminer par des activités liées au chantier. Si le planning ne le permet pas, il faut prévoir au programme d'exécution des bâches ou des écrans de protection et en vérifier l'efficacité,

Les délais entre différentes phases de réparation sont à intégrer dès l'établissement du planning.

Les délais entre la mise en œuvre de deux couches de produit sont à intégrer dès l'établissement du planning.

Les essais de contrôle effectués en laboratoire sur éprouvettes réalisées sur chantier : les résultats doivent être conformes aux résultats d'essais de référence et répertoriés dans le journal de chantier

Le titulaire doit impérativement remplir des fiches de contrôle intérieur, un modèle est inclus à la procédure d'exécution soumise au visa du maître d'œuvre.

#### Article 4.12. Remblais

(Fasc. 2 du CCTG)

Le titulaire propose dans le cadre de son PAQ les moyens et méthodes qu'il envisage de mettre en œuvre pour la réalisation des remblais, en précisant notamment les dispositions qu'il compte prendre aux abords immédiats de l'ouvrage (engins de compactage lourds, plaques vibrantes, etc.). Dans le cas d'un sol traité, le titulaire prendra en compte les délais de maniabilité et de remise sous circulation pour le phasage de la réalisation des remblais contigus.

Les conditions de mise en œuvre doivent être conformes aux documents intitulés "Réalisation des remblais et des couches de forme - Guide technique" et "Remblayage des tranchées et réfection des chaussées - Guide technique" édités par le Sétra respectivement en juillet 2000 et mai 1994. Elles sont soumises au visa du maître d'œuvre.

Les niveaux de densification que le titulaire doit atteindre est le niveau q3 pour l'ensemble des remblais contigus défini par l'article 6.2.3 de la norme NF P 98-331.

Dans le cas d'un matériau non-traité, cet objectif de compactage devra être vérifié au moyen d'un pénétrodensitographe au moins à la fin de la mise en œuvre.

En cas de sols traités, cet objectif de compactage devra être vérifié au moyen d'un gammadensitomètre pour chaque couche élémentaire.

Article 4.13. Fourreaux

Les fourreaux sont munis d'un lance câble en attente et de chambres de tirage aux abouts de l'ouvrage.

Article 4.14. Clôtures

4.14.1. Implantation, piquetage

L'implantation des clôtures neuves et de l'ensemble des équipements sera faite de façon contradictoire entre l'entrepreneur et le maître d'œuvre. Le marquage approprié est laissé à l'initiative de l'Entreprise.

L'Entreprise fournira à ses frais, les dispositifs nécessaires au piquetage. Elle sera tenue de veiller à la conservation des dispositifs, et de les rétablir ou de les remplacer en cas de besoin.

Les principes généraux sont :

- Implantation de principe avant travaux de débroussaillage ;
- Piquetage définitif de la clôture après exécution des travaux de débroussaillage ;
- Mise en place de la clôture qu'après accord du Maître d'œuvre sur le piquetage ;
- Dépose du piquetage qu'au fur et à mesure de l'avancement du chantier de pose.

Avant de commencer les travaux, l'Entrepreneur aura à sa charge, en fonction de l'implantation de l'ouvrage, de repérer les réseaux pouvant exister et de procéder, auprès des services concernés, aux déclarations d'intention de travaux. Il se soumettra alors aux directives que ces derniers pourraient lui imposer et en informera le Maître d'Œuvre. Pour cela il devra s'informer auprès du Maître d'Œuvre de la présence de réseaux souterrains de quelque nature que ce soit.

L'Entrepreneur devra prendre toutes les précautions utiles pour éviter de détériorer les différents réseaux sur l'emprise des travaux, notamment des réseaux d'appel d'urgence et fibres optiques. Dans le cas où l'Entrepreneur endommagerait une canalisation de quelle nature que ce soit, il devra avertir immédiatement le Maître d'Œuvre qui fera exécuter des travaux de réparations à la charge de l'Entrepreneur.

4.14.2. Préparation des terrains

Les clôtures posées à même le sol feront l'objet d'une préparation de l'assise. Le sol sera nivelé de manière à présenter une arase compatible avec la pose du grillage, tenant compte de la tolérance minimum à respecter entre le sol fini et la partie inférieure de la clôture (0 à 3 cm en tout point du pied de grillage).

Après pose de la clôture, les zones basses du terrain naturel (creux, concavités, irrégularités) seront traitées par apport de terre soigneusement régaliée et mise en place de part et d'autre du grillage.

4.14.3. Mise en place des poteaux et renforts

**Tous les poteaux seront positionnés côté Domaine public autoroutier** (sauf cas de désalignement d'angle). Toutes les jambes de force (sauf contreventement) seront placées dans l'alignement du grillage. Les supports devront être verticaux, la tolérance est d'un (1) centimètre par mètre.

Tous les poteaux intermédiaires devront résister, quelle que soit la nature du terrain, à un effort transversal appliqué à 2 m du sol de 120 daN, sans présenter d'amorce de fissure, ni de déformation résiduelle supérieure à 15 mm en tête de poteau, ni de descellement.

Tous les poteaux d'angle, de tension et d'extrémité devront être équipés de jambes de force et devront supporter un effort horizontal de 500 daN appliqué dans le plan du grillage à 2.00m du sol sans soulèvement (des poteaux ou des jambes de force), sans déformation résiduelle supérieure à 15 mm en tête de poteau, ni de descellement.

La disposition des poteaux sera adaptée à la configuration du terrain. En cas de changement de pente  $>45^\circ$ , des poteaux de tension seront implantés aux ruptures de pente. En cas de désalignement en plan d'angle  $<135^\circ$ , des poteaux d'angles seront implantés aux cassures et seront équipés de 2 jambes de force et d'1 contreventement.

Pour rappel, toutes les jambes (sauf contreventement) de force seront placées dans l'alignement du grillage.

#### 4.14.4. Massif de scellement des poteaux et renforts

Pour rappel, la fixation des poteaux et jambes de forces s'effectuera sur des embases scellées dans des massifs en béton ou directement dans les massifs en béton.

Les fouilles seront réalisées manuellement ou mécaniquement suivant les dimensions appropriées aux hauteurs de grillage.

Le fond de chaque fouille sera soigneusement damé. Les poteaux seront butés en fond de fouille pour permettre l'écoulement dans le sol de l'eau occasionnelle pouvant être emprisonnée dans les poteaux, puis bétonnés pleine fouille.

Pour les massifs coulés en place, le coulage sera effectué au fur et à mesure de l'ouverture journalière des fouilles. En cas de mauvaise tenue des bords de fouille, l'Entrepreneur réalisera un coffrage. La surface apparente du massif sera talochée avec une pente vers l'extérieur et les arrêtes seront nettes. Les déblais de fouille sont régalez et butés le long de la lisière basse du grillage afin d'obtenir la meilleure continuité possible entre le terrain naturel et le grillage, là où cela est nécessaire. Les blocs rocheux éventuellement extraits des fouilles seront évacués en décharge agréée.

#### 4.14.5. Scellement des passes américaines

Les poteaux d'arrêt seront scellés dans des massifs en béton suivant les recommandations du fabricant. Les fouilles seront coffrées. La surface apparente du massif sera talochée et les arrêtes seront nettes. Pour limiter le passage de la faune fouisseuse sous la passe américaine, le massif béton se prolongera entre les deux poteaux sur toute la largeur de la passe américaine, et sur 30 cm de profondeur. Sa longueur sera de 1.0m (50cm de part et d'autre de la passe américaines). Pour limiter la fissuration, cette partie sera préalablement armée pour résister au passage d'engins de 5T.

Les déblais de fouille sont régalez et butés le long de la lisière haute du massif béton. Les blocs rocheux éventuellement extraits des fouilles seront évacués en décharge.

#### 4.14.6. Mise en place du grillage

Le grillage sera placé côté extérieur au Domaine public autoroutier.

Le mode opératoire de tension devra être fourni par le fabricant du grillage. Il précisera : le système de tension, les valeurs de tension maximale et dynamomètre. Un exemplaire sera remis au Maître d'œuvre pour le suivi et le contrôle.

En règle générale, tous les grillages soudés devront résister, sans arrachement des mailles, à un effort minimal transversal de 500 daN appliqués au peigne de tension.

Le grillage est d'abord tendu en exerçant une traction globale, afin de s'assurer de la résistance des supports, la rigidité du grillage et de la tension de chaque fil. Au moment de la fixation, la traction est diminuée pour que la tension atteigne les valeurs définies par le fabricant, en fonction de la température.

Les grillages seront approvisionnés en rouleaux de longueur minimale supérieure à 50ml (+ 3 ml) de telle sorte que chaque extrémité de rouleau puisse être effectivement fixée aux poteaux de tension distants de 50 m, et cela sans recouvrement de nappe (ligatures) intermédiaire entre deux poteaux de tension.

La mise en tension se fera par rouleau. La mise en tension sera effectuée à l'aide d'un « tire-fort » équipé d'un dynamomètre. En bas de pente, le grillage sera légèrement sous-tendu afin d'éviter le soulèvement de la nappe et des supports.

**Particularités des clôtures 6.5x6.5 mm enterrées :**

Le grillage 6.5x6.5 mm sera plaqué sur la clôture grande faune (côté extérieur au Domaine public autoroutier). Le grillage sera posé verticalement dans une tranchée de 30cm de profondeur ouverte manuellement ou mécaniquement en pied de clôture. Cette tranchée sera comblée à l'aide des déblais des fouilles, et compactée avec précaution afin de ne pas endommager les grillages.

Cas de pose au droit des poteaux scellés dans plot béton : le grillage petite faune est enterré verticalement sous 10cm de profondeur jusqu'au-dessus du massif béton (pour permettre cela, veiller à ce que le massif béton soit réalisé à 10cm sous le niveau du terrain naturel).

**Pendant les travaux de clôtures, avant chaque interruption de travaux, des clôtures provisoires seront mis en place afin d'assurer l'étanchéité de l'autoroute vis-à-vis de la faune/de l'extérieur.**

**Fixation du grillage soudé petite faune :**

Pour éviter le risque de déchirure du grillage causé par le serrage des agrafes type « Rapid », la fixation s'effectue sur le grillage grande faune à l'aide de fil d'attache **galvanisé** (Ø fil 1.3 à 1.5mm).

Une fixation est assurée tous les 50cm, sur 2 rangs et en quinconce.

**4.14.7. Raccordement de la clôture aux équipements et aux ouvrages**

L'entrepreneur veillera particulièrement à effectuer un raccordement soigné des clôtures aux équipements et aux ouvrages, et tous les dispositifs et accessoires nécessaires pour « étanchéifier » les jonctions entre la clôture et les équipements (portail, portillon) et les ouvrages (PS, PI, fossé, OH...) devront être mis en œuvre.

**Article 4.15. Tolérances géométriques de l'ouvrage fini**

*(Chapitre 10 du fasc. 65 du CCTG, art. 11 du fasc. 66 du CCTG)*

La tolérance d'implantation de l'ouvrage en état définitif par rapport à leur tracé en plan théorique est limitée à +/- 10 mm en tout point.

**Article 4.16. Remise en état des lieux et nettoyage final**

*(Art. 37 du CCAG-T, 4.5 du fasc. 65 du CCTG)*

Outre la remise en état des lieux conformément à l'article 37 du CCAG-T, le titulaire est tenu d'assurer le nettoyage de l'ouvrage défini à l'article 4.5 du fascicule 65 du CCTG.