

Maître d'ouvrage :

**Pouvoir adjudicateur exerçant la maîtrise d'ouvrage**



**Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement  
Auvergne Rhône-Alpes**

Service Mobilités, Aménagements, Paysages  
5, place Jules Ferry  
69453 Lyon Cedex 06

Maître d'œuvre :

Groupement :



**INGEROP (mandataire)**

Bât. ARETHA - Jazz Parc - Espace Saint-Germain  
30 Avenue Général Leclerc  
38217 Vienne Cedex

Opération :

**RN88 – Complément du demi-échangeur de la Varizelle**

# CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES (CCTP) LIVRET E : OUVRAGES D'ART PIÈCE N° 1.3.E

Objet du Marché :

**Terrassement, Ouvrages d'Art, Assainissement,  
Réseaux, Chaussée, Equipements  
(TOARC)**

## Suivi des révisions du document

B	10/01/2024	Mise à jour suivant observations du contrôle extérieur	J. DEMOYERS	F. POUGET	T. NOEL
A	12/10/2023	Première émission	F.POUGET	T. NOEL	T. NOEL
Indice	Date	Modifications	Établi	Vérifié	Approuvé

## Codification du document

DCE\_PRD\_CCTP\_CHA\_02221\_B

# Sommaire

<b>CHAPITRE I. DISPOSITIONS GÉNÉRALES.....</b>	<b>6</b>
I.1. PRÉAMBULE .....	7
I.2. OBJET DE MARCHÉ .....	7
I.3. DONNÉES GÉNÉRALES .....	7
I.4. DONNÉES GÉOMÉTRIQUES ET FONCTIONNELLES .....	12
I.5. DESCRIPTION DES OUVRAGES TERMINES.....	13
I.6. ÉQUIPEMENTS DES OUVRAGES .....	16
I.7. TRAVAUX DIVERS.....	19
I.8. ESSAIS ACOUSTIQUES .....	19
I.9. MODES CONSTRUCTION DES OUVRAGES.....	19
I.10. CONSISTANCE DES TRAVAUX.....	21
I.11. CONTRAINTES PARTICULIÈRES IMPOSÉES AU CHANTIER.....	21
<b>CHAPITRE II. PRÉPARATION ET ORGANISATION DU CHANTIER. 23</b>	
II.1. STIPULATIONS PRÉLIMINAIRES .....	24
II.2. DOCUMENTS A FOURNIR PAR LE TITULAIRE .....	24
II.3. PROGRAMME D'EXECUTION DES TRAVAUX .....	24
II.4. PLAN QUALITÉ – OUVRAGES D'ART .....	25
II.5. NOTE D'ORGANISATION GÉNÉRALE DE CHANTIER .....	28
II.6. PROCÉDURES D'EXÉCUTION – OUVRAGES D'ART .....	28
II.7. DOCUMENTS DE SUIVI D'EXÉCUTION.....	37
II.8. PROGRAMME DES ÉTUDES D'EXÉCUTION .....	37
II.9. ÉTUDES D'EXÉCUTION – GÉNÉRALITÉS .....	37
II.10. BASES DES ÉTUDES D'EXÉCUTION .....	37
II.11. CONTRÔLE EXTERNE DES DOCUMENTS D'EXÉCUTION .....	38
II.12. TEXTES RÉGLEMENTAIRES ET RÈGLEMENTS DE CALCUL.....	39
II.13. ACTIONS ET SOLLICITATIONS .....	40
II.14. COMBINAISONS D'ACTIONS.....	48
II.15. JUSTIFICATION DES OUVRAGES.....	51
II.16. JUSTIFICATION DES APPAREILS D'APPUIS .....	53
II.17. JUSTIFICATION DES APPUIS ET FONDATIONS .....	54
II.18. JUSTIFICATION DES MURS DE SOUTÈNEMENT EN BETON ARME.....	57
II.19. JUSTIFICATION DES PAROIS CLOUEES.....	58
II.20. JUSTIFICATION DES BLINDAGES DES FOUILLES .....	59

II.21. JUSTIFICATION DES ÉQUIPEMENTS .....	59
II.22. DOSSIER DES OUVRAGES EXÉCUTÉS .....	62
<b>CHAPITRE III. PROVENANCE, QUALITÉ ET PRÉPARATION DE MATÉRIAUX 63</b>	
III.1. GÉNÉRALITÉS.....	64
III.2. REMBLAIS DES FOUILLES ET REMBLAIS CONTIGUS AUX OUVRAGES .	65
III.3. REPÈRES DE NIVELLEMENT .....	66
III.4. PRODUITS MÉTALLIQUES POUR PIEUX.....	66
III.5. FLUIDES STABILISATEURS POUR PIEUX FORÉS .....	66
III.6. TRAITEMENTS DE SURFACE .....	66
III.7. ARMATURES DE BÉTON ARMÉ .....	67
III.8. MORTIERS ET BÉTONS HYDRAULIQUES POUR LE REJOINTOIEMENT .	68
III.9. BÉTONS ET MORTIERS HYDRAULIQUES .....	72
III.10. IMPERMÉABILISATION PAR ENDUIT L.H.M. ....	88
III.11. BÉTON PROJETÉ .....	90
III.12. PAROIS CLOUÉES .....	90
III.13. PROTECTION ANTICORROSION DES PARTIES MÉTALLIQUES .....	93
III.14. OSSATURE MÉTALLIQUE .....	95
III.15. APPAREILS D'APPUI EN ÉLASTOMÈRE FRETTÉ .....	96
III.16. ÉTANCHÉITÉ PRINCIPALE .....	97
III.17. GARDE-CORPS .....	97
III.18. DISPOSITIFS DE RETENUE MARQUES CE .....	98
III.19. BORDURES DE TROTTOIR .....	99
III.20. CORNICHES CANIVEAUX.....	99
III.21. ANCRAGES POUR ÉCRANS ACOUSTIQUES .....	99
III.22. GRAVE NON TRAITÉE .....	100
III.23. DISPOSITIF DE DRAINAGE .....	100
<b>CHAPITRE IV. EXÉCUTION DES TRAVAUX..... 101</b>	
IV.1. TRAVAUX PRÉPARATOIRES.....	102
IV.2. SEMELLES ET RADIER DE FONDATION .....	102
IV.3. FONDATIONS PAR PIEUX EXÉCUTES EN PLACE .....	104
IV.4. OUVRAGES PROVISOIRES AUTRES QUE LES COFFRAGES ET DISPOSITIFS SPÉCIAUX .....	107
IV.5. COFFRAGES .....	108
IV.6. TRAITEMENTS DE SURFACE .....	109

IV.7. ARMATURES DE BETON ARME .....	110
IV.8. BÉTONS.....	111
IV.9. PAROI CLOUÉE .....	114
IV.10. EXÉCUTION DES CHARPENTES MÉTALLIQUES.....	119
IV.11. MONTAGE DES CHARPENTES MÉTALLIQUES .....	123
IV.12. PROTECTION ANTICORROSION .....	123
IV.13. OPÉRATIONS DE VÉRINAGE .....	125
IV.14. BOSSAGES D'APPUI.....	125
IV.15. APPAREILS D'APPUI EN ÉLASTOMÈRE FRETTÉ .....	125
IV.16. ÉTAT DE SURFACE DU TABLIER .....	126
IV.17. ÉTANCHÉITÉ PRINCIPALE .....	126
IV.18. ÉTANCHÉITÉ LATÉRALE .....	127
IV.19. GARDE-CORPS .....	127
IV.20. DISPOSITIFS DE RETENUE MARQUES CE .....	128
IV.21. BORDURES DE TROTTOIR.....	129
IV.22. REVÊTEMENT DE TROTTOIR EN ASPHALTE .....	130
IV.23. CORNICHES CANIVEAUX.....	130
IV.24. ANCRAGES POUR ÉCRANS ACOUSTIQUES .....	130
IV.25. GRAVE NON TRAITÉE .....	130
IV.26. DÉMOLITION DE GBA/DBA .....	131
IV.27. DÉPOSE DES MURS EN MAÇONNERIE .....	131
IV.28. DÉMOLITION DE CHAUSSÉE .....	131
IV.29. DISPOSITIF DE DRAINAGE.....	131
IV.30. REMBLAIS CONTIGUS.....	131
IV.31. TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES DES OUVRAGES FINIS.....	132
IV.32. REMISE EN ÉTAT DES LIEUX ET NETTOYAGE FINAL .....	132
IV.33. ÉPREUVES DES OUVRAGES .....	132

## CHAPITRE I. DISPOSITIONS GÉNÉRALES

## I.1. PRÉAMBULE

Dans le présent CCTP, les documents cités sous les titres des articles, sous-articles, paragraphes, etc. sont les principaux documents que doit respecter le titulaire pour le domaine concerné par cet article, sous-article, paragraphe...

## I.2. OBJET DE MARCHÉ

Les travaux faisant l'objet du présent marché concernent la construction des ouvrages d'art contenus dans l'aménagement du demi-échangeur de la Varizelle. Ces ouvrages sont :

- L'ouvrage de franchissement de la RN 88.
- L'ouvrage hydraulique OH 1 permettant le franchissement du Ricolin.
- L'ouvrage hydraulique OH 2 permettant le franchissement du Janon.
- L'ouvrage hydraulique OH 3 de l'impasse de la Magie permettant le franchissement du Janon.
- Les murs de soutènement de part et d'autre du merlon supportant la bretelle de sortie de la RN 88.
- Le mur de soutènement supportant la bretelle d'entrée de la RN 88.
- La paroi clouée soutenant les terres en amont de la bretelle d'entrée de la RN 88.
- L'écran acoustique situé au bord de la bretelle de sortie de la RN 88.

Ces ouvrages sont situés sur la commune de Saint-Chamond (42).

## I.3. DONNÉES GÉNÉRALES

### I.3.1 Planimétrie et altimétrie

*(Décret n° 2019-165 du 5 mars 2019, Arrêté du 5 mars 2019 portant application du décret n°2000-1276 du 26 décembre 2000 modifié)*

#### I.3.1.1 Planimétrie

Conformément au décret n° 2019-165 du 5 mars 2019, tous les points sont repérés dans le RGF93 (réseau géodésique français 1993), en coordonnées planes Lambert 93, selon la conique conforme RGF93CC45.

#### I.3.1.2 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 (IGN69) de la France métropolitaine à l'exclusion de la Corse et toutes les attitudes sont exprimées en mètres.

### I.3.2 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 mémoire géotechnique de synthèse joint au présent CCTP.

Les reconnaissances géologiques et géotechniques à réaliser dans le cadre de la mission G3 sont définies dans le livret A du présent CCTP. Leur consistance est définie dans la G2-PRO jointe au présent CCTP.

Les informations précisées sur les plans des ouvrages en lien avec la géotechnique sont données à titre purement indicatif (non contractuelles), celles-ci sont à définir et à détailler dans la mission G3 par le titulaire et notamment :

- Pente de talus en phase provisoire et définitif,
- Altimétrie et dimensions des fondations,
- Longueur des pieux,

- Préchargement,
- Profondeur de substitution

Les modifications de conception et d'études liées des éventuels ajustements géotechniques sont à la charge du titulaire et compris dans les prix du marché.

Le titulaire devra chercher à optimiser dans le respect des réglementations les dimensions des semelles des murs de soutènement avec validation préalable du maître d'œuvre (semelle de largeur variable, ...).

### I.3.3 Données hydrauliques

Tous les renseignements hydrauliques relatifs aux travaux faisant l'objet du présent marché sont consignés dans le **livret F – Assainissement et hydraulique**

### I.3.4 Réseaux de concessionnaires

Les réseaux concessionnaire passant dans les ouvrages sont définis dans le **livret H – Génie civil des réseaux secs** et dans le **livret F – Assainissement et hydraulique**

On note ci-dessous, pour information, les réseaux prévus dans les ouvrages :

Les réseaux à passer dans l'ouvrage de franchissement de la RN 88 sont les suivants :

- ENEDIS : 2 phi 160 (côté Saint-Etienne).
- DIRCE (équipements du projet) : 2 phi 40 et 1 phi 80 (côté Lyon).
- Ville de Saint-Chamond : 2 fourreaux TPC phi 90

Ces réseaux seront disposés dans les corniches des ouvrages.

Les réseaux à passer dans l'OH3 – impasse de la Magie sont les suivants :

- Un réseau d'évacuation d'eau pluviales, à protéger en phase travaux, une réservation doit être prévue dans le piedroit de l'OH3 pour passage de ce réseau en phase définitive.

### I.3.5 Réseau d'assainissement

Les renseignements relatifs aux réseaux d'assainissement de la section routière sont consignés dans le **livret F - Assainissement et hydraulique**

### I.3.6 Contexte climatique et environnemental

#### I.3.6.1 Classes d'exposition à l'environnement climatique

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

Pour la prescription des bétons, les classes d'exposition définies à l'article 4.1 de la norme NF EN 206/CN et auxquelles sont soumises les différentes parties des ouvrages, sont précisées à l'article intitulé « Bétons et mortiers hydrauliques » du chapitre 3 du présent CCTP.

Pour la détermination des enrobages des armatures, les classes d'exposition associées aux différents parements, parois et surfaces non coffrées, sont précisées dans les articles « Justification du tablier » et « Justification des appuis et fondations » du chapitre 2 du présent CCTP.

#### I.3.6.2 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).

Les classe d'expositions sont :

- Classe XAR3 pour les éléments soumis aux sels
- Classe XAR2 pour les éléments non soumis aux sels.

#### I.3.6.3 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 3 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, sauf les éléments en contact durable avec l'eau (pieux et longrines notamment), qui relèvent de la classe d'exposition XH3.

Les niveaux de prévention associés sont les suivants :

- Éléments XH2 : Bs
- Éléments XH3 : Cs

#### I.3.6.4 Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel et des fondants

Certains ouvrages comportent des parties soumises à un gel modéré avec salage très fréquent (G+S). Celles-ci sont précisées dans l'article intitulé « Bétons et mortiers hydrauliques » du chapitre 3 du présent CCTP.

Pour les bétons « G » et « G + S », le titulaire doit mettre en œuvre les recommandations données dans le document intitulé *Recommandations pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel – Environnements hivernaux rigoureux* édité par l'Université Gustave Eiffel en octobre 2021, en adoptant comme la classe de gel modéré et comme classe d'exposition au salage de la voie portée la classe de salage très fréquent.

#### I.3.6.5 Classe d'environnement / Catégorie de corrosivité pour la protection anticorrosion des parties métalliques

(Art. 1.4 du Fasc. 56 du CCTG, norme NF EN ISO 12944-2)

Les ouvrages sont situés en atmosphère non tropicale au sens du Fascicule 56 du CCTG.

La classe d'environnement, ou catégorie de corrosivité, des parties métalliques aériennes des ouvrages, telle que définie par la norme NF EN ISO 12944-2, est la classe C4.

Les ouvrages ne comportent aucune partie métallique immergée.

#### I.3.6.6 Contexte sismique

Les ouvrages suivants sont classés en catégorie d'importance III de la classe dite « à risque normal » :

- L'ouvrage de franchissement de la RN88

- Les murs de soutènement de part et d'autre du merlon supportant la bretelle de sortie de la RN88
- Le mur de soutènement supportant la bretelle d'entrée de la RN88
- La paroi clouée soutenant les terres en amont de la bretelle d'entrée de la RN88
- L'ouvrage hydraulique OH1 permettant le franchissement du Ricolin
- L'ouvrage hydraulique OH2 permettant le franchissement du Janon

L'ouvrage suivant est classé en catégorie d'importance II :

- L'ouvrage hydraulique OH3 de l'impasse de la Magie

Ils se situent dans une zone de sismicité 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 ». Dans ce contexte, des dispositions parasismiques particulières sont à prévoir.

Les classe de sol sismique et les coefficients topographiques sont définies par l'ingénierie géotechnique dans les rapports G-PRO joint au DCE. Le récapitulatif des paramètres sismiques à considérer est donné dans le tableau ci-dessous :

Paramètre de sol	$S = 1,8$
Coefficient d'amplification topographique	$S_T = 1,0$
Coefficient relatif à la sensibilité aux déformations (pour les murs de soutènements)	$r = 1,0$

L'écran acoustique est classé en catégorie d'importance I, au sens de 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 ». Dans ce contexte, aucune disposition parasismique particulière n'est à prévoir.

### **I.3.7 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 (passifs et actifs) 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.

### **I.3.8 Durées de vie, de service et d'utilisation de projet**

Les durées de vie, de service et d'utilisation de projet de tous les ouvrages sont fixées à cent ans.

### **I.3.9 Aspect architectural**

Le projet a fait l'objet d'une étude architecturale soignée. Le parti choisi dans celle-ci doit être respecté au niveau des études d'exécution.

L'attention du titulaire est attirée sur le fait que le maître d'œuvre pourra demander l'avis de l'architecte à certaines étapes du chantier, notamment :

- Au moment de l'acceptation des éléments témoins en béton.
- Au début de la mise en œuvre de la couche de finition des parties métalliques. La couleur de celle-ci est indiquée sur les plans joints au présent CCTP.
- Lors des choix concernant les dispositifs de retenue.

Une corniche caniveau en acier inoxydable ou en aluminium brossé, conformément à la notice architecturale est prévue sur chaque rive de l'ouvrage de franchissement de la RN 88.

Un garde-corps en acier inoxydable en disposé en bord de piste cyclable. Il est composé d'une lisse située à 1,40 m et d'un grillage.

Les parements vus des culées seront traités avec une matrice type Cheyenne.

Les piles seront composées de poteaux elliptiques reliée en tête par un sommier. Le parement des piles sera un parement lisse.

Le soutènement en paroi clouée bénéficiera d'un parement architectural en béton sculpté conformément à la notice architecturale. Un élément prototype de 2m x 2m devra être réalisé pour valider la procédure.

### I.3.10 Traitement des parties vues

(norme NF EN 13670/CN, art 5.4 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 5.4 du fascicule 65 du CCTG. Pour ce faire, les différents parements de l'ouvrage sont classés comme suit :

Partie d'ouvrage	Classe de parement au sens du fascicule 65 du CCTG
Surface visible architecturale (cf. étude architecturale)	Parements ouvragés
Surface visible	Parements fins
Surface non vue (côté terre ou derrière habillage)	Parements simples

Des informations complémentaires peuvent également être trouvées sur les plans joints au présent CCTP et/ou dans le dossier architectural.

### I.3.11 Traitement de surface

Les parties d'ouvrage suivantes font l'objet des traitements de surfaces :

- Un produit de badigeon pour parois au contact des terres : l'ensemble des surfaces en contact avec des terres (horizontales et verticales)
- Un produit anti-graffiti et anti-affiches : l'ensemble des surfaces béton vue des appuis et des murs de soutènement

La mise en œuvre d'un produit anti-graffiti de type « permanent » sera appliqué. Il devra supporter au moins 10 nettoyages sans rechargement. Ce produit doit comporter au moins cinq références d'emploi de plus d'un an. Il doit avoir subi, avec succès et dans un laboratoire indépendant, des essais confirmant sa résistance à l'usure par frottement, aux U.V., aux cycles de gel-dégel et à l'arrachement par traction. Il bénéficie d'une garantie de cinq ans contre toute altération due aux ultraviolets et aux intempéries. Les graffitis éventuels seront enlevés au préalable et les surfaces concernées bénéficieront d'un nettoyage au jet à haute pression. Après mise en œuvre, sa teinte sera transparente et son aspect mat. L'acceptation de ce produit par le maître d'œuvre est conditionnée aux résultats d'une épreuve de convenance à la charge du titulaire. Celle-ci doit confirmer, d'une part, la conformité de la teinte du produit mis en œuvre avec la teinte requise et, d'autre part, l'efficacité réelle du traitement. Cette dernière est démontrée par un essai de nettoyage de produits tâchant (peintures aérosols, marqueurs

béton et/ou indélébiles) appliqués depuis au moins sept jours sur une surface témoin de 1,50m x 1,50m d'une paroi ultérieurement remblayée.

## **I.4. DONNÉES GÉOMÉTRIQUES ET FONCTIONNELLES**

Les données géométriques et fonctionnelles des ouvrages sont définies dans les plans joints au présent CCTP, pour une température de référence de 10 °C. Seules les principales caractéristiques de l'ouvrage de franchissement sont rappelées ci-après.

### **I.4.1 Profil en travers**

Le profil en travers de l'ouvrage de franchissement de la RN 88 est constitué comme suit :

- Une longrine béton de 0,20 m avec garde-corps.
- Un trottoir piéton / cycles de 3 m.
- Un dispositif de retenue GBA de 0,5 m.
- Une chaussée 2 x 1 voie de 3,5 m soit 7 m.
- Une longrine en béton de 1 m avec dispositif de retenue H2 métallique CE.

### **I.4.2 Tracé en plan**

Le tracé en plan de l'ouvrage de franchissement de la RN 88 est rectiligne.

Par rapport à l'axe de la RN 88, l'axe de l'ouvrage présente un biais de 97 grades.

### **I.4.3 Profil en long**

Le profil en long de l'ouvrage de franchissement de la RN 88 est rectiligne, penté à 5,85 % avec un point haut côté Saint-Chamond.

### **I.4.4 Gabarit à respecter**

L'intrados de l'ouvrage de franchissement de la RN 88 doit dégager au droit de voie franchie un gabarit de 4,75 m + 0,10 m de revanche.

Les ouvrages hydrauliques OH 1, OH 2 et OH 3 ont été dimensionnés en considérant une crue centennale.

## I.5. DESCRIPTION DES OUVRAGES TERMINES

### I.5.1 Généralités

Les ouvrages sont définis par le présent CCTP et par l'ensemble des plans qui lui sont joints. Les niveaux des fondations indiqués sur ces documents n'ont qu'un caractère indicatif, ils seront à confirmer par la mission G3 et soumis au visa de la maîtrise d'œuvre (via le géotechnicien lors de la mission G4).

Les paragraphes qui suivent présentent les principales caractéristiques des ouvrages et certaines de leurs particularités.

### I.5.2 Ouvrage de franchissement de la RN 88

#### I.5.2.1 Culées

La culée C0 est fondée sur 2 files de 5 pieux de Ø1000 mm de diamètre et de 9,00 m de longueur. Les pieux sont espacés de 3,00 m. Ces pieux sont surmontés d'une semelle de 1,00 m de hauteur, 5,00 m de largeur et 14,00 m de longueur.

La culée C3 est fondée sur 2 files de 5 pieux de Ø1000 mm de diamètre et de 6,70 m de hauteur. Les pieux sont espacés de 3,00 m. Ces pieux sont surmontés d'une semelle de 1,00 m de hauteur, 5,00 m de largeur et 14,00 m de longueur.

#### I.5.2.2 Piles

La pile P1 est fondée sur 5 pieux de Ø1000 mm de diamètre et de 6,40 m de longueur. Les pieux sont espacés de 3,00 m. Ces pieux sont surmontés d'une semelle de 1,20 m de hauteur, 1,30 m de largeur et 14,00 m de longueur.

La pile P2 est fondée sur 5 pieux de Ø1000 mm de diamètre et de 6,90 m de hauteur. Les pieux sont espacés de 3,00 m. Ces pieux sont surmontés d'une semelle de 1,20 m de hauteur, 1,30 m de largeur et 14,00 m de longueur.

#### I.5.2.3 Tablier

(Fasc. 56 du CCTG)

Le tablier est de type semi-intégral et est constitué de 16 poutrelles HEB 550 espacées de 0,733 m et enrobées de béton. Son épaisseur transversale varie entre 0,62 m et 0,70 m et sa largeur droite est de 11,70 m.

L'ouvrage comporte 3 travées continues, de 18, 22 et 18 m de portées.

Les poutrelles sont classées en catégorie 1 telle que définie par l'Article 1.3 du Fascicule 56 du CCTG.

La protection contre la corrosion des poutrelles est assurée par peinture, sur acier mis à nu, avec un système titulaire de la marque ACQPA-Systèmes anticorrosion par peinture.

Ce système de peinture est mis en œuvre suivant un processus de type génie civil tel que défini par l'Article 1.6.1 du Fascicule 56 du CCTG.

Seule la semelle inférieure et des retours de 50 mm de chaque côté de l'âme sont protégés.

Toutes les surfaces sont considérées comme des parties vues.

Pour l'appréciation de la garantie, il est défini une seule zone de perception visuelle globale (ZPVG) telle que définie par l'Article 1.5.2.3.1 du Fascicule 56 du CCTG. Celle-ci est constituée par l'intrados de la dalle (c'est-à-dire les sous-faces et les chants des semelles inférieures des poutrelles métalliques).

#### I.5.2.4 Murs en retour

Le mur en retour M1 en béton armé est disposé dans le prolongement de la culée C0. Le but de ce mur est de soutenir le remblai de l'escalier côté Saint-Etienne. Ses caractéristiques géométriques sont les suivantes :

- Hauteur de 6,00 m.
- Longueur de 6,50 m.

Le mur est fondé sur une semelle de 4,20 m de largeur et de 50 cm d'épaisseur avec un patin de 0,50 m.

Le mur en aile M2 en béton armé est disposé dans le prolongement de la culée C0. Le but de ce mur est de soutenir le remblai de la RN 88. Ses caractéristiques géométriques sont les suivantes :

- Hauteur minimale de 4,83 m.
- Longueur de 8,00 m.

Le mur est matricé de la même manière que la culée. Il est réalisé dans la continuité de la paroi clouée, parallèlement à l'axe de la voie franchie. Il est fondé sur une semelle de 5,50 m de largeur et de 50 cm d'épaisseur avec un patin de 0,50 m.

Le mur en retour M3 en béton armé est disposé dans le prolongement de la culée C3. Le but de ce mur est de soutenir le remblai de la RN 88. Ses caractéristiques géométriques sont les suivantes :

- Hauteur de 3,48 m.
- Longueur de 3,00 m.

Le mur est fondé sur une semelle de 2,50 m de largeur et de 50 cm d'épaisseur avec un patin de 0,50 m.

Le mur en retour M4 en béton armé est disposé dans le prolongement de la culée C3. Le but de ce mur est de soutenir le remblai de la RN 88. Ses caractéristiques géométriques sont les suivantes :

- Hauteur de 4,60 m.
- Longueur de 3,00 m.

Le mur est fondé sur une semelle de 3,70 m de largeur et de 50 cm d'épaisseur avec un patin de 0,50 m.

#### I.5.2.5 Appareils d'appui

Le tablier repose sur les appuis par l'intermédiaire d'appareils d'appui en élastomère fretté. Leurs dimensions sont les suivantes :

- 150 x 200 ; 4(8 + 3) ; 2 x 4 sur les culées C0 et C3.
- 200 x 250 ; 4(8 + 3) ; 2 x 4 sur les piles P1 et P2.

Afin de permettre son réglage et son remplacement, chaque appareil d'appui est associé à un ou plusieurs emplacements de vérinage du tablier, matérialisés par des dés en béton.

Des butées de sécurité sismique sont disposées sous les poutrelles au droit des culées sous la forme de dés en béton. Un profilé métallique soudé butera contre les dés en béton.

Les dimensions des dés en béton sont prévues pour disposer des taquets anti-cheminement.

### I.5.3 OH 1

L'ouvrage est un pont-cadre, son ouverture est de 4 m avec une hauteur totale de 3,50 m pour un gabarit hydraulique de 3 m. La longueur de l'ouvrage est de 29,80 m, prolongée par des murs en retour en U.

Son profil en travers est le suivant :

- Le cours d'eau du Ricolin d'une largeur de 2,50 m.

- Une banquette à faune de 1,50 m de largeur.

#### **I.5.4 OH 2**

L'ouvrage est un pont-cadre, son ouverture est de 5,50 m avec hauteur totale de 4,50 m pour un gabarit hydraulique de 4 m. La longueur de l'ouvrage est de 35,50 m, prolongé par des murs en retour en U.

Son profil en travers est le suivant :

- Le cours d'eau du Janon pour une largeur de 4 m.
- Une banquette pour passage à faune de 1,50 m de largeur.

L'ouvrage est biais par rapport à la voie portée avec un biais de 84 grades.

La hauteur de remblai sur ouvrage est de 4,60 m.

#### **I.5.5 OH 3**

L'ouvrage est un pont-cadre, son ouverture est de 5,50 m avec hauteur totale de 4,55 m pour un gabarit hydraulique de 4 m. La longueur de l'ouvrage est de 4,60 m. Des murs drapeau sont disposés pour soutènement du chemin d'accès. Ceux-ci ne sont pas liaisonnés au cadre et disposeront d'un système de fondation indépendant.

Son profil en travers est le suivant :

- Le cours d'eau du Janon pour une largeur de 4 m.
- Une banquette pour passage à faune de 1,50 m de largeur.

#### **I.5.6 Mur de soutènement du merlon de la bretelle de sortie nord**

De part et d'autre du merlon de la bretelle de sortie nord sont disposés des murs de soutènements en béton armé.

La hauteur maximale des murs sera de :

- 4,16 m pour le mur côté bassin.
- 5,76 m pour le mur côté RN 88.

Le merlon existant est déposé avant la construction du mur de soutènement.

La réalisation des murs sera faite à la suite de déblaiement, purge et mise en place d'une substitution générale en couche compressible d'au moins 1 m d'épaisseur.

Le mur sera réalisé en 17 plots de 6,00 à 14,50 m de longueur entre lesquels se trouvent un embrèvement avec joint polystyrène et bande d'arrêt d'eau type waterstop. Les plots M11 à M17 disposeront d'une bêche de manière à empêcher le glissement.

Le mur côté bassin disposera d'une bêche de manière à empêcher le glissement.

#### **I.5.7 Mur de soutènement de la bretelle d'entrée**

Le mur en béton armé permet de soutenir la bretelle au-dessus du cours d'eau du Janon. La bretelle est créée en remblais par rapport au terrain naturel et le voile du mur aura une hauteur maximale de 6,65 m.

Le mur sera réalisé en 6 plots de 6,00 à 10,30 m de longueur entre lesquels se trouvent un embrèvement avec joint polystyrène et bande d'arrêt d'eau type waterstop. Le plot M1 disposera d'une bêche de manière à empêcher le glissement.

Les plots M4, M5 et M6 seront réalisés à l'aide de coffrages courbes.

Le mur permet également de soutenir la plateforme d'accès des agents d'entretien.

### **I.5.8 Paroi clouée de soutènement de la bretelle d'entrée**

La paroi clouée soutient les terres en amont de la bretelle d'insertion. L'ouvrage sera construit en déblais, pour une hauteur maximale de 4,99 m et une longueur totale de 212,55 m.

La paroi sera clouée par 3 lits de clous HA32 de 4,70 m à 8,80 m de longueur, espacés verticalement de 1,50 m et horizontalement de 2,00 m.

Elle sera réalisée après la réalisation de la culée de l'ouvrage de franchissement de la RN 88 selon le phasage suivant :

- Déblaiement pour réalisation de la culée de l'ouvrage de franchissement.
- Réalisation de la culée et du mur en aile.
- Remblaiement derrière le mur en aile.
- Réalisation de la paroi.

La paroi sera réalisée de la manière suivante :

- Béton projeté sur treillis soudé.
- Mortier de deuxième phase.
- Sculptage à la main pour effet gabion.

La paroi clouée comprend un dispositif de drainage constitué d'une nappe drainante et de drains Ø150 subhorizontaux.

Une cunette sera disposée en tête pour les eaux de ruissellement, dimensionnée pour un écoulement avec une pente minimale de 1 % et une section hydraulique de 30x40cm.

### **I.5.9 Écran acoustique de la bretelle de sortie**

La bretelle de sortie du futur échangeur est dans l'emprise d'une partie de l'écran acoustique existant dans la zone qui sera démoli et reconstruit.

Le linéaire de mur à reprendre est de 96 ml.

Pour la reconstruction, l'écran sera fondé superficiellement sur une longrine continue d'une largeur d'1 m.

L'écran actuel est un écran de bois réfléchissant. L'écran projeté sera en béton de bois absorbant côté RN88. Côté riverains, l'écran aura un parement bois. La hauteur du masque acoustique est de 3 m (identique à l'ouvrage existant).

La surface d'écran mise en œuvre est de 303 m².

Un panneau de signalisation de sortie sera à implanter ; la fondation sera solidaire de celle de l'écran acoustique.

## **I.6. ÉQUIPEMENTS DES OUVRAGES**

### **I.6.1 Étanchéité principale**

*(Fasc. 67 Titre I du CCTG)*

L'étanchéité principale est assurée par une feuille préfabriquée recevant une protection en asphalte gravillonné de 25mm minimum.

Il est prévu de mettre un géotextile anti-poinçonnement et un remblai de couverture définitif (hauteur variable suivant les ouvrages) sur l'étanchéité des ouvrages hydrauliques OH1 et OH2.

La couverture de remblai est d'environ 0,90m sur l'OH1 et de 4,60m environ sur l'OH2.

## **I.6.2 Étanchéité sur les parties latérales**

L'étanchéité sur les parties latérales des tabliers est assurée au moyen d'un film mince adhérent au support à base de résine synthétique.

Cette étanchéité est mise en œuvre une fois l'ensemble des équipements réalisés (dispositifs de retenue, corniches).

Outre les parties latérales, cette étanchéité protège la partie inférieure des pièces d'ancrage des dispositifs de retenue.

## **I.6.3 Dispositifs de retenue**

Les dispositifs de retenue routiers marqués CE selon la norme NF EN 1317-5+A2 doivent avoir les performances définies à l'article intitulé « Dispositifs de retenue marqués CE » du chapitre 3 du présent CCTP.

Les dispositifs de retenue marqués CE doivent s'inscrire transversalement dans les bandes sur les plans joints aux CCTP.

L'ouvrage de franchissement de la RN 88 comporte une GBA en bordure de route côté piste piétonne/cycle et un dispositif de retenue métallique de niveau H2 CE en rive d'ouvrage côté route.

Des dispositifs de liaison sont prévus entre les dispositifs de retenue métallique de niveau H2 marqués CE et les dispositifs de retenue en section courante qui sont des GBA.

Un garde-corps architecturé, d'une hauteur minimale 1,40 m en rive d'ouvrage du côté de la piste piéton/cycles est également prévu. Il est conforme aux plans et à la notice architecturale joints au présent CCTP et à la norme XP P 98-405. Ce garde-corps doit pouvoir intégrer un dispositif d'éclairage léger de type LED en sous-face de la main courante. Un réseau électrique sera par conséquent prévu dans la main courante pour l'alimentation de l'éclairage.

## **I.6.4 Dispositifs de recueil et d'évacuation des eaux**

### **Drains**

Des drains longitudinaux adossés au caniveau-fil d'eau en asphalte gravillonné, sont placés au niveau de l'interface chaussée / chape d'étanchéité.

Des drains longitudinaux adossés aux longrines des dispositifs de retenus sont placés au niveau de l'interface chaussée / chape d'étanchéité, pour le passage supérieur.

Des drains longitudinaux adossés aux relevés béton sont placés au niveau de l'interface remblais / chape d'étanchéité, pour les passages inférieurs.

Des drains sont placés en base de nappe drainante côté terre des murs de soutènement. L'eau des drains est évacuée via des barbacanes débouchant à l'avant des murs.

### **Évacuation des eaux**

#### Ouvrage de franchissement de la RN88 :

Le dévers en toit de la chaussée de l'ouvrage de franchissement de la RN 88 est fixé à 2,5 % à partir du centre de la partie roulable. Le trottoir piétons/cycles est réglé avec un dévers de 2 % en direction des rives.

Les eaux pluviales transitent sur ouvrage dans des corniches caniveau en bord de tablier et sont rejetées en sortie d'ouvrage.

Trois passages d'eau dans les longrines seront faits pour permettre l'évacuation des eaux vers la corniche caniveau. Au droit de la piste cyclable, une grille métallique sera mise en place.

Par ailleurs, la pente longitudinale est constante et égale à 5,85 % avec un point haut côté Saint-Chamond. Au vu de cette pente importante, un biseau à 45 ° est prévu dans le sens de l'écoulement pour faciliter l'évacuation.

La sous-face du tablier est protégée par des larmiers longitudinaux sur les coques préfabriquées.

#### Murs de soutènement :

Une cunette béton est implantée en tête de la paroi clouée pour récupérer les eaux de ruissellement du talus.

### **I.6.5 Corniches caniveaux et couvertine**

Une corniche caniveau en acier inoxydable est prévue sur chaque rive de l'ouvrage de franchissement de la RN 88.

Les écrans acoustiques sont recouverts en tête d'une couvertine en acier inoxydable brossé.

### **I.6.6 Bordures de trottoir**

(Fasc. 31 du CCTG)

Les bordures de trottoir sont préfabriquées et de type T1 au sens du tableau 1 de la norme NF P 98-340/CN.

### **I.6.7 Couche de roulement**

Une couche de roulement en béton bitumineux de 7 cm d'épaisseur est prévue sur le tablier de l'ouvrage de franchissement de la RN 88 et sur l'OH3.

### **I.6.8 Dalles de transition**

Les ouvrages sont munis à leurs deux extrémités de dalles de transition de :

- 5 m de longueur et pentées à 5 % par rapport au profil en long de la chaussée sur l'ouvrage de franchissement de la RN 88.
- 3 m de longueur et pentées à 4 % sur l'OH 1 et l'OH 3.

### **I.6.9 Butées de sécurité sismique**

Des butées de sécurité sismique sont disposées sous les poutrelles au niveau de chaque culée sous la forme de dé béton ancré dans le chevêtre.

Un profilé HEM 260 soudé butera contre les dés béton. Un jeu au minimum égal au déplacement de l'ouvrage sous séisme est laissé entre les profilés et les butées de sécurité.

### **I.6.10 Escaliers**

Des escaliers permettant d'accéder aux pieds des culées.

La culée C0 sera équipée :

- D'un escalier côté Saint-Etienne disposé contre le mur M1 permettant d'accéder au pied de la culée depuis la rive de la bretelle côté Saint-Chamond.
- D'un escalier côté Saint-Chamond disposé en tête de remblai de la RN 88 soutenu par le mur en aile M2 ; il permet l'entretien et le nettoyage de la cunette en tête de paroi clouée.

La culée C3 sera équipée d'un escalier côté Saint-Etienne disposé contre le mur M3 permettant d'accéder au pied de la culée depuis la rive de la bretelle côté la Varizelle.

L'escalier contre le mur M1 sera équipé d'une porte d'accès. L'écran acoustique disposera également d'une porte d'accès permettant d'emprunter l'escalier contre le mur en retour M3.

## I.7. TRAVAUX DIVERS

Le marché comprend également la démolition et la reconstruction d'un mur de clôture sur l'emprise du rescindement du Janon (cf. photo ci-dessous). Le mur sera déconstruit et les pierres stockées sur site pour reconstitution à la fin du chantier.

Le linéaire du mur à déposer est d'environ 110 m. La reconstruction du mur à l'identique se fait sur un linéaire d'environ 80 m.



## I.8. ESSAIS ACOUSTIQUES

Le Titulaire doit faire réaliser les mesures acoustiques par un laboratoire agréé par le Maître d'Œuvre.

Ces mesures doivent être effectuées à réception des travaux sur le site conformément aux indications des normes NF EN 1793-5 et NF EN 1793-6.

Les essais concernent des mesures d'isolation acoustiques et des mesures de réflexion acoustique.

Elles seront effectuées en incidences normales et obliques.

En cas d'insuffisance, le Titulaire sera tenu de mettre en œuvre toutes dispositions de nature à atteindre et respecter les exigences minimales.

## I.9. MODES CONSTRUCTION DES OUVRAGES

Tel qu'ils sont prévus au marché, les ouvrages sont construits comme décrit ci-après.

### I.9.1 Ouvrage de franchissement de la RN 88

Réalisation de la culée C3 sous neutralisation de la BAU avec accès depuis l'extérieur de la RN 88 :

- Création de la plateforme.
- Réalisation des pieux.
- Réalisation de la semelle.
- Réalisation du voile.

Réalisation de la pile P2 centrale sous neutralisation des deux voies rapides :

- Création de la plateforme

- Réalisation des pieux.
- Réalisation de la semelle.
- Réalisation des fûts de pile
- Réalisation du chevêtre

Réalisation de la pile P1 et de la culée C0 et pose des poutrelles sur la travée C0-P1 sans incidence sur l'exploitation de la RN 88.

- Création de la plateforme.
- Réalisation des pieux.
- Réalisation des semelles.
- Réalisation du voile de C0 et des fûts de P1.
- Pose des poutrelles. Les poutrelles des travées de rive seront posées à la grue d'un côté sur la culée et de l'autre côté sur les poutrelles de la travée centrale. Le coffrage perdu entre poutrelles et les contreventements entre poutrelles pourront être posés pendant cette période. Un garde-corps sera accroché sur la poutrelle de rive.

Pose des poutrelles sur la travée P2-C3 sous basculement de circulation en sens Lyon → Saint-Étienne :

Pose des poutrelles sur la travée P1-P2 et éclissage sur les travées de rive sous coupure de la circulation en sens Saint-Étienne → Lyon.

- Pose des poutrelles. Les poutrelles de la travée centrale sont posées à la grue. La mise en place des coffrages perdus entre poutrelles et des contreventements se feront pendant cette période. Un garde-corps sera accroché sur la poutrelle de rive. Les poutrelles pourront être grutées par paquets pour limiter le temps d'intervention.
- Assemblage des poutrelles, enfilage des armatures transversales, ferrailage du tablier et pose des corniches caniveaux. L'assemblage des poutrelles se fera depuis le tablier qui aura été préalablement équipées des dispositifs nécessaires pour garantir une sécurité optimale et par le bas à l'aide d'une nacelle. Les armatures transversales seront enfilées entre les poutrelles à partir d'une plateforme accrochée à la grue mobile et positionnée en rive du tablier. Le ferrailage du tablier se fera à l'abri des garde-corps fixés sur les poutrelles de rives. Aucun grutage ne pourra être réalisé au-dessus des voies pour cette opération. Les corniches caniveaux métalliques seront posées et fixées sur les rives préfabriquées en béton armé qui feront office de coffrages latéraux.

Bétonnage du tablier et pose l'étanchéité sans incidence sur l'exploitation de la RN 88.

Mise en place des DR et pose des équipements en rive sous coupure de la circulation de nuit en sens Saint-Étienne → Lyon puis en sens Lyon → Saint-Étienne.

Relaxation des appareils d'appui.

## **I.9.2 OH 1**

Pose de 2 Ø800 pour le busage du Ricolin.

Réalisation du cadre, des murs en retour côté nord et du muret de la banquette petite faune.

Ripage des 2 Ø800, réalisation des murs en retour côté sud, mis en œuvre des remblais et réalisation des dalles de transition.

Réalisation de la chaussée et de l'assainissement.

## **I.9.3 OH 2**

Création d'un canal de dérivation permettant de dériver les eaux provenant du lit du Janon existant (conformément à la pièce IV.2.3.4 du présent marché).

Mise en œuvre d'un batardeau en aval du seuil existant ainsi qu'un barrage en amont de la confluence Janon – Ricolin.

Pose d'une conduite provisoire pour la dérivation des eaux du Janon.

Réalisation du cadre et des murs en aile.

Remblaiements et aménagements selon la pièce IV.2.3.4 du présent marché.

### **I.9.4 OH 3**

Démolition du tablier, dépose du seuil et démolition des murs A et B.

Réalisation du cadre et des murs côté nord.

Déviations du cours d'eau.

Démolition des culées existantes.

Réalisation des murs côtés sud.

### **I.9.5 Mur de soutènement du merlon de la bretelle de sortie nord**

Déblaiement et purge.

Mise en place d'une substitution générale en couche compressible d'au moins 1 m d'épaisseur.

Mise en œuvre du béton de propreté.

Réalisation du mur en 17 plots de 6,00 à 14,50 m de longueur.

Remblaiement.

### **I.9.6 Mur de soutènement de la bretelle d'entrée**

Déblaiement et purge.

Mise en œuvre du béton de propreté.

Réalisation du mur en 17 plots de 6,00 à 10,30 m de longueur.

Remblaiement.

## **I.10. CONSISTANCE DES TRAVAUX**

### **I.10.1 Travaux compris dans l'entreprise**

D'une manière générale, l'entreprise comprend toutes les fournitures et mises en œuvre nécessaires à la complète réalisation des ouvrages 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, à l'exclusion de celles mentionnées au sous-article suivant.

Ceci couvre en particulier :

- Les installations de chantier.
- L'étude des ouvrages définitifs.
- Le contrôle intérieur.
- Les ouvrages provisoires ou éléments provisoires et tous les ouvrages mis au marché et qui ne font pas partie des ouvrages proprement dit

## **I.11. CONTRAINTES PARTICULIÈRES IMPOSÉES AU CHANTIER**

### **I.11.1 Conditions d'accès au site**

Les conditions d'accès au site sont précisées dans le **livret A – Prescriptions générales**

### **I.11.2 Constructions avoisinantes**

L'attention du titulaire est attirée sur l'existence, au voisinage immédiat du chantier, de constructions et dont le comportement ne doit pas être perturbé.

### **I.11.3 Réseaux**

L'attention du titulaire est attirée sur l'existence de réseaux concessionnaires détaillés dans les plans joints au présent CCTP. 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.

Le détail des réseaux à dévier, protéger ou créer est précisé dans le **livret H – Génie civil des réseaux secs** et dans le **livret F – Assainissement et hydraulique**

### **I.11.4 Phasage des travaux et ordre d'exécution**

Le phasage des travaux est décrit dans la pièce n° I.9 (NESC) du présent marché.

### **I.11.5 Maintien de circulations**

Les circulations maintenues pendant les travaux sont précisées dans la pièce n° I.9 (NESC) du présent marché

Les terrassements des fouilles et la géométrie des remblais contigus devront s'adapter aux voies de circulations maintenues.

Les rampes et accès de chantier devront également s'adapter aux voies de circulations maintenues.

## CHAPITRE II. PRÉPARATION ET ORGANISATION DU CHANTIER

Les spécifications générales de préparation et d'organisation du chantier sont spécifiées dans le livret A. Le présent chapitre complète les prescriptions pour les travaux d'ouvrage d'art.

## II.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, métré, mémoire).

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

Le titulaire est tenu d'obtenir auprès des organismes concernés, tous les renseignements, autorisations et servitudes nécessaires à l'installation du chantier et à ses travaux.

## II.2. DOCUMENTS A 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, norme NF P 94-500)

### II.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 2e 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.

### II.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,
- Le plan de respect de l'environnement (PRE),
- Les documents requis pour travaux à proximité de réseaux
- Les documents liés aux propositions matériaux
- Les documents de suivi d'exécution et les documents de levée de points d'arrêt,
- Les études d'exécution, y compris les aspects géotechniques, pour lesquels les exigences et objectifs sont ceux d'une étude G3 suivant la norme NF P 94-500,
- Le journal de chantier,
- Les documents nécessaires à la constitution du dossier des ouvrages exécutés,
- Les documents nécessaires à la constitution du dossier d'intervention ultérieure sur l'ouvrage.

## II.3. PROGRAMME D'EXECUTION DES TRAVAUX

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

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

## II.4. PLAN QUALITÉ – OUVRAGES D'ART

(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)

### II.4.1 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,
- des cadres des documents de suivi d'exécution.

Il est conforme :

- à l'article 4.2.2 du fascicule 65 du CCTG pour les parties en béton,
- à l'article 4.2.1 du fascicule 66 du CCTG pour les parties métalliques,
- aux articles 1.6, 3.1 (cas des processus de type industriel) et 3.2 du fascicule 56 du CCTG (cas des processus de type génie civil) pour la protection anticorrosion des parties métalliques,
- à 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.

### II.4.2 Points d'arrêt

La liste des points d'arrêt, non exhaustive, est donnée ci-dessous :

Phase des travaux	Points d'arrêt
Implantation de l'ouvrage	- Acceptation du piquetage complémentaire
Fondations superficielles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conformité du fond de fouille d'une fondation superficielle (niveau et réglage de la fouille, nature et portance du sol) -</li> <li>Contrôle du remblaiement d'une poche purgée</li> <li>- Conformité des massifs de substitution en grave non traitée, avant mise en œuvre du béton de propreté (niveau, réglage et qualité de mise en œuvre)</li> <li>- Conformité des massifs de substitution en gros béton, avant mise en œuvre du ferrailage de la semelle (niveau, réglage et qualité de mise en œuvre)</li> <li>- Conformité des massifs de substitution en grave non traitée pour le comblement des purges locales éventuelles</li> <li>- Conformité des massifs de substitution en gros béton pour le comblement des purges locales éventuelles</li> <li>- Autorisation de bétonnage d'une semelle de fondation</li> </ul>

Fondations sur pieux exécutés en place	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceptation de la cage d'armature et des tubes d'auscultation</li> <li>- Acceptation des pieux d'un appui après auscultation</li> <li>- Acceptation des fondations profondes d'un appui après recépage et acceptation des fouilles d'élément de liaison une fois le béton de propreté mis en œuvre</li> <li>- Vérification de la conformité de la coupe géologique lors de la foration du premier pieu (pieu de convenance) avec la note de calculs</li> <li>- Curage de fond des pieux</li> </ul>
Batardeaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Acceptation du niveau et du fond de fouille</li> <li>-Acceptation du batardeau avant la mise en place des armatures de la semelle de fondation</li> <li>-Acceptation du batardeau après vidange, niveau et réglage du béton</li> </ul>
Bétonnages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceptation des centrales à béton - Autorisation de réaliser les épreuves de convenance</li> <li>- Acceptation de l'épreuve de convenance après acceptation de l'épreuve d'étude ou des références probantes <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceptation des coffrages</li> </ul> </li> <li>- Autorisation de pose des armatures de béton armé</li> <li>- Acceptation de l'élément témoin de convenance</li> <li>- Autorisation de bétonnage d'une partie d'ouvrage</li> <li>- Autorisation de décintrement d'un tronçon de tablier</li> <li>- Acceptation des parements</li> </ul>
Éléments préfabriqués en béton	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceptation de l'usine de préfabrication</li> <li>- Autorisation de bétonnage d'une série d'éléments après contrôle en usine du premier élément de la série</li> <li>- Autorisation de fixer le produit à l'ouvrage</li> </ul>
Structure métallique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autorisation de mise en œuvre du soudage en atelier</li> <li>- Autorisation d'expédition des éléments de l'atelier sur le site <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceptation de la réception matière</li> </ul> </li> <li>- Autorisation d'exécution du montage sur chantier</li> <li>- Acceptation de l'ossature métallique finie (PV de réception des assemblages, contrôles géométriques)</li> </ul>

Protection contre la corrosion des éléments galvanisés ou 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>
Équipements	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceptation de l'ensemble des documents et résultats d'essais permettant de montrer la conformité de la chape d'étanchéité aux exigences du fascicule 67 titre I du CCTG</li> <li>- Acceptation des résultats des épreuves de convenance               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceptation du support de l'étanchéité</li> </ul> </li> <li>- Acceptation de l'étanchéité et autorisation de mise en œuvre de la couche de roulement</li> <li>- Acceptation d'un élément témoin de corniche caniveau métallique avant le lancement des opérations de fabrication               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceptation d'un élément témoin de garde-corps architecturé avant le lancement des opérations de fabrication</li> </ul> </li> <li>- Acceptation d'un élément témoin pour le sculptage sur béton avant la réalisation des travaux sur la paroi clouée</li> <li>- Acceptation du calage des corniches avant scellement</li> <li>- Acceptation du bon positionnement des dispositifs de retenue avant serrage définitif ou scellement des ancrages ou des montants</li> </ul>
Tablier	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceptation de l'état de surface du tablier</li> </ul>
Appareils d'appui	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceptation des bossages des appareils d'appui</li> <li>- Acceptation au moment de la livraison des appareils d'appui</li> <li>- Acceptation du réglage et de l'implantation des appareils d'appui</li> </ul>
Opération de pose à la grue	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autorisation d'amorcer une phase de pose à la grue</li> </ul>
Paroi clouée	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceptation des essais de clous sacrificiels et des essais de clous de l'ouvrage               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réception du forage avant injections</li> <li>- Autorisation de réaliser le béton projeté                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calepinage des clous</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>- Volume d'injection du coulis de scellement (si le volume injecté est très supérieur aux volumes théoriques)</li> </ul>
Épreuves	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autorisation de réaliser les épreuves de chargement</li> </ul>

Cette liste de points d'arrêt n'est pas exhaustive et doit être complétée par le titulaire lors de la rédaction du PAQ et des procédures d'exécution.

La liste 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.

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

## II.5. NOTE D'ORGANISATION GÉNÉRALE DE 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 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,
- calendrier de fourniture des documents,
- liste des procédures d'exécution,
- principe du contrôle intérieur envisagé.

## II.6. PROCÉDURES D'EXÉCUTION – OUVRAGES D'ART

### II.6.1 Liste des procédures d'exécution

Les procédures d'exécution peuvent être établies par nature de travaux ou par parties d'ouvrage.

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

- Implantation et terrassement,
- Exécution des fouilles,
- Réalisation de batardeaux,
- Montage, utilisation et démontage des ouvrages provisoires de première catégorie,
- Coffrage et parements,
- Si réalisées sur chantier, exécution des armatures de béton armé,
- Pose des armatures de béton armé,
- Programme de bétonnage,
- Si préfabrication, procédures propres à la préfabrication,
- Réalisation des ouvrages de soutènement,
- Réalisation de la paroi clouée (clous, injection des clous de la paroi, projection du béton),
- Essais sur clous sacrificiels et essais sur clous de la paroi clouée, conformément aux prescriptions de la norme NF EN 14490,
- Fabrication en usine de l'ossature métallique du tablier ;
- Transport des éléments du tablier ;
- Assemblage du tablier ;
- Mise en place du tablier ;
- Exécution de la protection anticorrosion (dispositions et documents d'exécution),
- Réalisation des bossages et pose des appareils d'appui,
- Équipements du tablier (étanchéité, corniches, dispositifs de retenue, dispositifs de drainage),
- Programme des épreuves établi par le titulaire suivant les prescriptions de l'article intitulé « Épreuves des ouvrages » du chapitre 4 du présent CCTP.

Dans le cas où les procédures sont établies par parties d'ouvrage, les procédures exigées sont les suivantes :

- Implantation et terrassements ;

- Réalisation des fondations ;
- Réalisation des ouvrages provisoires de première catégorie ;
- Réalisation des enrochements ;
- Réalisation des ouvrages de soutènement ;
- Essais sur clous sacrificiels et essais sur clous de la paroi clouée, conformément aux prescriptions de la norme NF EN 14490,
- Appuis en élévation ;
- Tablier ;
- Ossature métallique du tablier ;
- Exécution de la dalle de couverture ;
- Exécution de la protection anticorrosion (dispositions et documents d'exécution) ;
- Réalisation des bossages et pose des appareils d'appui ;
- Équipements du tablier et finitions ;
- Programme des épreuves, établi par le titulaire suivant les prescriptions de l'article intitulé « Épreuves de l'ouvrage » du chapitre 4 du présent CCTP.

## **II.6.2 Documents annexés aux procédures d'exécution**

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

- le plan de mouvement des terres ;
- le projet des ouvrages provisoires ;
- le dossier d'étude des bétons (béton traditionnel et béton projeté) ;
- la note de calculs des épreuves de l'ouvrage.

Les programmes d'exécution suivants sont établis conformément à la norme NF EN 1090-2+A1 et sont annexés au Plan Qualité du titulaire :

- le programme de soudage ;
- le programme de montage provisoire en atelier ;
- le programme de transport de l'atelier sur le site ;
- le programme de montage sur chantier ;
- le programme de bétonnage de la dalle ;
- le programme d'exécution de la protection contre la corrosion ; renvoyant au Plan Qualité de cette opération.

## **II.6.3 Assurance de la qualité pour les implantations**

Le PAQ précise les dispositions adoptées pour respecter les implantations géométriques de l'ouvrage et de tous les axes d'appuis. Il précise également les dispositions prises pour la conservation des dépôts.

## **II.6.4 Assurance de la qualité pour les semelles et radiers de fondation**

Outre les caractéristiques de l'ensemble des matériaux mis en œuvre et des matériels utilisés, le PAQ précise :

- Les modalités d'implantation et de réalisation de la fouille ;
- Les dispositions pour assurer la finition du fond de fouille et des parois sans ameublissement du terrain ;
- Les dispositions pour assurer la stabilité des talus et du fond de fouille ;
- Les dispositions pour assurer la stabilité de l'ouvrage proprement dit pendant toutes les phases de construction ;
- L'origine et la qualité des constituants de substitution en grave non traité ;
- L'origine et la qualité des constituants de substitution en gros béton ;
- Les dispositions de bétonnage du béton de propreté ;
- Les dispositions de bétonnage des semelles et radiers de fondation.

## **II.6.5 Assurance de la qualité pour les pieux en béton coulés en place**

Le PAQ définit :

- Les modalités de réalisation des pieux de l'essai statique ;
- La nature et les performances du matériel de forage ;
- L'origine et la qualité des constituants (armatures, béton, chemise...) ;
- Le mode de forage ;
- Les dispositions pour le bétonnage ;
- Le profil du terrain et ses caractéristiques pris en compte lors du dimensionnement des pieux.

## **II.6.6 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-flèches et dépose des ouvrages provisoires.

Outre les spécifications de l'article 5.1.4 du fascicule 65 du CCTG, les dessins joints au projet définissent :

- Les types et modules normalisés de tous les profils à utiliser, les épaisseurs de tubes et non pas seulement leurs diamètres extérieurs ;
- Les pièces qui, du fait de la pente ou du dévers de l'intrados de l'ouvrage, devraient avoir leur plan de résistance principal non vertical, ainsi que les surfaces d'appui des pièces qui doivent comporter des boîtes à sable ou des cales d'épaisseur variable en vue d'assurer un contact correct des pièces (surface sur surface et non ligne sur ligne ou point sur point) ;
- Les niveaux théoriques d'appui de tous les éléments verticaux ;
- Les précautions prévues pour pallier l'hétérogénéité des conditions d'appuis ;
- En cas d'appui direct sur le sol, la pression admissible exigée du sol dans les conditions d'utilisation : en l'absence de sondages menés par un laboratoire agréé par le maître d'œuvre, la contrainte maximale supportée par le sol de fondation (quel qu'il soit) ne dépasse pas 0,1 MPa ;
- Les précautions prévues pour pallier l'instabilité d'une zone d'appui en pente ;
- Les diverses phases d'exécution en précisant, pour chaque phase, les actions appliquées ;
- Les manœuvres par lesquelles commencent le montage et le démontage des ouvrages provisoires ;
- L'emplacement des boîtes à sable, coins ou vérins ;
- Les zones de circulation du personnel et les réservations pour la fixation de tous les dispositifs de retenue.

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.

Les ouvrages provisoires nécessaires à l'exécution de l'ossature métallique sont conformes aux dispositions de l'article 9 de la norme NF EN 1090-2+A1 et de l'article 9.2 du Fascicule 66 du CCTG.

Le titulaire est responsable des ouvrages provisoires et la réception est assurée par le Chargé des Ouvrages Provisoires (COP) du titulaire.

## II.6.7 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.

## II.6.8 Maîtrise de la conformité pour les bétons

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

### II.6.8.1 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 (normes NF EN 12620+A1 et NF P 18-545), le Plan Qualité indique par dérogation au fascicule 65 du CCTG :

- leur provenance ;
- leurs caractéristiques :
  - o granularité et teneur en fines des gravillons, des sables et graves (norme NF EN 933-1) ;
  - o module de finesse des sables et graves (normes NF EN 12620+A1 et NF EN 13139) ;
  - o propreté des sables et graves (normes NF EN 933-8+A1 et NF EN 933-9+A1) ;
  - o polluants organiques (norme NF EN 1744-1+A1) ;
  - o coefficient d'absorption d'eau (norme NF EN 1097-6) ;
  - o impuretés prohibées ;
  - o soufre total, sulfates solubles dans l'acide et chlorures (norme NF EN 1744-1+A1) ;
  - o coefficient d'aplatissement (norme NF EN 933-3) ;
  - o teneur en éléments coquilliers des granulats d'origine marine (norme NF EN 933-7) ;
  - o Los Angeles (norme NF EN 1097-2) ;
  - o friabilité des sables (norme NF P 18-576) ;
  - o niveau de réactivité vis-à-vis de la réaction alcali-silice (normes NF P 18-594, FD P 18-542 et mode opératoire LPC n°37) ;
  - o sensibilité au gel-dégel (normes 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.

### II.6.8.2 Dispositions particulières liées aux réactions de gonflement interne des bétons

#### **Alcali-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 (PR), tous les résultats des essais prévus aux 6.3.2 et 6.3.3 du fascicule de documentation FD P 18-464 doivent être 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.

Si les granulats sont potentiellement réactifs (PR) et si les opérations de bétonnage s'étalent sur une période supérieure à deux mois, les procédures de bétonnage doivent prévoir la fourniture au maître d'œuvre, avant bétonnage, des résultats des essais prévus aux 6.3.2 et 6.3.3 du fascicule de documentation FD P 18-464. Ces essais doivent dater de moins de deux mois.

Si les granulats sont potentiellement réactifs (PR) et dans le cas de changement des propriétés d'un des constituants du béton, les procédures de bétonnage doivent être modifiées et prévoir la fourniture au maître d'œuvre, avant bétonnage, des résultats des essais prévus aux 6.3.2 et 6.3.3 du fascicule de documentation FD P 18-464. Ces essais doivent être conduits sur la formule modifiée.

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.

### **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.

#### **II.6.8.3 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.

#### **II.6.8.4 Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel**

Pour les bétons « G » et « G + S », le Plan Qualité précise les modalités de prise en compte des préconisations du guide technique *Recommandations pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel – Environnements hivernaux rigoureux* édité par l'Université Gustave Eiffel en octobre 2021.

### **II.6.9 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.

### **II.6.10 Assurance de la qualité pour l'étanchéité**

La procédure de mise en œuvre de l'étanchéité précise la nature et la compatibilité, vis-à-vis de l'étanchéité, des produits de cure utilisés.

Outre le contrôle de la géométrie du support pour localiser les flaches éventuelles, la rugosité du support fera également l'objet d'un contrôle. Le titulaire fournira les plaquettes étalon correspondantes.

Il est rappelé que lors de la mise en œuvre de la chape, le titulaire devra contrôler que la surface du support est parfaitement sèche. La température extérieure et la température des produits devront être compatibles avec les spécifications du fabricant.

Après mise en œuvre de la chape, le titulaire procédera à un nouveau contrôle de la géométrie (essai à l'eau ou mesures) et à un relevé des défauts (bulles, cloques, gonfles).

Les frais de l'ensemble de ces contrôles sont réputés être compris dans les prix unitaires de l'Entrepreneur.

### **II.6.11 Assurance de la qualité relative à la protection contre la corrosion (processus de type génie civil)**

(cas des processus de type génie civil définis par l'article 1.6.2 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 génie civil sont fixées par le PAQ.

Cet article spécifie précisément les exigences en matière de :

- certification ACQPA de la qualification des personnels intervenants avec la liste des tâches leur incombant ;
- positionnement et fonctions des points d'arrêt et points critiques (article 3.2.1.2.1 du fascicule 56 du CCTG) ;
- contenu des documents et dispositions d'exécution et de suivi d'exécution (article 3.2.1.2.2 du fascicule 56 du CCTG).

### **II.6.12 Assurance de la qualité relative à la protection contre la corrosion (processus de type industriel)**

(cas des 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.

### **II.6.13 Assurance de la qualité pour le béton projeté**

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 l'entrepreneur au maître d'œuvre,
- La conduite à tenir lorsque les résultats escomptés ne sont pas atteints.

Les épreuves de convenance sont à la charge de l'entrepreneur 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 éventuel,
- La projection (y compris la qualification du porte-lance),
- Le respect des épaisseurs,
- Les caractéristiques du béton projeté.

### **II.6.14 Assurance de la qualité pour les dispositifs de retenue**

#### **II.6.14.1 Acceptation du modèle de dispositifs de retenue marqués CE**

Le titulaire est tenu de fournir, à l'appui de sa demande d'agrément d'un dispositif de retenue muni du marquage CE :

- la déclaration des performances du produit ;
- le certificat de constance des performances du produit délivré par l'organisme de certification ;
- la notice de montage et d'entretien, y compris les plans associés,
- les rapports (au moins une fiche de synthèse des résultats et une fiche présentant le dispositif testé) et les films d'essais de choc ;
- les informations suivantes, si elles ne figurent pas dans la notice et/ou les rapports d'essais de choc :
  - les efforts transmis à la structure tels que définis au sous-article intitulé « Chocs de véhicules sur les dispositifs de retenue » de l'article « Actions et sollicitations » du chapitre II du présent CCTP ;
  - les valeurs numériques de la déflexion dynamique (DN), de la largeur de fonctionnement (WN) et de l'intrusion du véhicule (VIN) ;
  - dimensions : largeur, hauteur, profondeur ;
  - tolérance sur la hauteur ;
  - spécifications de conception des éléments constitutifs (matériaux, protection anticorrosion, formes, dimensions, description détaillée...), des modalités d'assemblage et de mise en œuvre ;
  - spécifications de conception de l'installation (caractéristiques requises pour le béton de la longrine, description détaillée de l'ancrage et du ferrailage de la zone d'ancrage...) ;

- pour les dispositifs de retenue routier avec ancrage par scellements chimiques dans la longrine : l'Évaluation Technique Européenne (ETE) du produit de scellement ;
- description de l'installation lors des essais (caractéristiques de la dalle d'essai, type d'ancrage, ferrailage de la dalle d'essai...) ;
- conditions d'implantation (contraintes géométriques d'implantation, conditions à respecter vis-à-vis des passages d'eau, corniches, caniveaux, bordures...) ;
- linéaire minimum à installer pour obtenir l'efficacité du dispositif (longueur d'efficacité) ;
- linéaire installé lors des essais ;
- linéaire endommagé lors des essais et identification des éléments endommagés ;
- modalités de réparation (procédure de remplacement des éléments endommagés, disposition retenue pour conserver le calepinage...) ;
- éléments projetés lors des essais (identification, dimensions, poids, localisation...) ;
- dispositions permettant d'assurer le maintien des performances du dispositif de retenue dans toutes les conditions d'ouverture du joint de chaussée.

Sur la base des éléments fournis par l'entreprise, et des exigences indiquées à l'article intitulé « Dispositifs de retenue » du chapitre 3 du présent CCTP, le maître d'œuvre accepte ou refuse le dispositif de retenue proposé.

#### II.6.14.2 Réception sur chantier des dispositifs de retenue

Dans le cadre du contrôle intérieur, le titulaire établit et remet au maître d'œuvre une fiche de suivi attestant :

- son contrôle de la provenance et de la qualité des matériaux ainsi que les essais réalisés (visuel, ressuage ou magnétoscopie, pesée, conformité de la galvanisation, etc.) ;
- son contrôle de toute absence de défauts ou d'endommagements ;
- son contrôle de la conformité des dimensions réelles aux dimensions portées sur les plans d'exécution de l'ouvrage.

Dans le cadre du contrôle extérieur, le maître d'œuvre s'assure de :

- l'existence du marquage attendu (marquage CE ou, pour un dispositif générique, marquage NF des éléments constitutifs) et relève le numéro du ou des lots correspondants,
- la conformité des caractéristiques des matériaux (nuance d'acier...) des éléments du dispositif de retenue avec ceux de l'essai normalisé de type initial,
- la conformité de la géométrie des éléments du dispositif de retenue avec celle de l'essai normalisé de type initial.

#### II.6.14.3 Mise en œuvre des dispositifs de retenue

Dans le cadre du contrôle intérieur, le titulaire remet au maître d'œuvre une fiche de contrôle attestant de la vérification du bon positionnement en place par rapport à l'emplacement prévu sur les plans, en particulier au droit des joints de chaussée.

### II.6.15 Assurance de la qualité pour les corniches caniveaux

Le Plan Qualité précise le lieu de fabrication des éléments de corniches caniveaux, et comporte en annexe le système qualité et les modalités du contrôle interne et externe du fabricant.

Il explicite les modalités de réalisation de l'épreuve de convenance (élément prototype). Cette épreuve doit être réalisée avant tout commencement de la fabrication d'une série.

Pour les corniches caniveaux en bardage métallique, le Plan Qualité précise ou rappelle :

- la technique retenue pour assurer l'étanchéité aux niveaux des entrées d'eau et entre les éléments de la corniche caniveau ;
- la nuance et la qualité de l'ensemble des métaux des pièces constitutives de la corniche caniveau (éléments de fixation compris) ;
- l'ensemble des dispositions adoptées pour la protection contre la corrosion ;

- les dispositions techniques mises en œuvre pour supprimer les risques de corrosion galvanique entre les pièces constituées de métaux différents ;
- les moyens utilisés pour assurer la stabilité des éléments tant en phase provisoire qu'en phase définitive ;
- les conditions de sécurité du personnel pendant le montage.

Ces éléments sont intégrés au PPSPS.

## **II.6.16 Assurance de la qualité pour les opérations de levage à la grue**

La procédure relative aux travaux de levage à la grue détaille notamment :

- les caractéristiques des engins de levage ;
- la position exacte de ces engins pendant les opérations de levage ;
- les travaux préparatoires éventuellement nécessaires ;
- les moyens prévus pour prendre, stabiliser et guider les éléments levés ;
- la réalisation des appuis provisoires, s'il en est prévu ;
- les dispositifs de calage et de contreventement éventuels des éléments une fois posés.

## **II.6.17 Assurance de la qualité pour les opérations de vérinage**

La procédure de vérinage doit expliciter :

- le matériel mis en œuvre pour assurer le vérinage de tablier et garantir la stabilité dans toutes les phases ;
- le phasage détaillé des opérations en indiquant dans chaque phase, les différences d'altitude maximales admissibles entre les divers appuis.

À chaque phase, la procédure indique la valeur des réactions d'appui attendues ainsi que les fourchettes sur ces valeurs liées aux incertitudes de calcul (valeur du poids propre, valeurs réelles des cotes des divers appuis).

## **II.6.18 Assurance de la qualité pour les épreuves**

Le programme détaillé des épreuves, établi conformément aux prescriptions du chapitre 4 du présent CCTP, comporte au moins les éléments suivants :

- pour chaque cas de charge, une fiche de suivi qui récapitule sur un croquis les positions des charges sur l'ouvrage ;
- les endroits où les flèches doivent être mesurées, avec le rappel des flèches théoriques correspondantes.

Une fois les épreuves réalisées, ces fiches de suivi sont intégrées au procès-verbal des épreuves.

La levée du point d'arrêt pour la réalisation des épreuves est subordonnée aux éléments suivants :

- acceptation des documents préalables à la réalisation des épreuves (programme des épreuves visé par le maître d'œuvre) ;
- acceptation des échafaudages et des passerelles (conformément au programme de charge) ;
- acceptation des dispositifs de mesure, des échafaudages et des passerelles (conformément au programme de charge) ;
- acceptation des fiches de pesée des véhicules.

## **II.6.19 Assurance de la qualité pour les appareils d'appui**

### **II.6.19.1 Acceptation des appareils d'appui**

Dans le cadre de son contrôle extérieur, le maître d'œuvre s'assure de l'existence du marquage et relève le numéro du ou des lots correspondants.

Dans le cadre de son contrôle intérieur, le titulaire remet au maître d'œuvre une fiche de suivi attestant :

- son contrôle de toute absence de défauts ou d'endommagements ;
- son contrôle de la conformité des dimensions réelles aux dimensions portées sur les plans d'exécution de l'ouvrage.

#### II.6.19.2 Pose des appareils d'appui

Dans le cadre de son contrôle intérieur, le titulaire remet au maître d'œuvre une fiche de contrôle attestant de :

- la vérification du bon positionnement en place par rapport à l'emplacement prévu sur les plans ;
- l'absence de défaut de calage, notamment au niveau du bossage supérieur, et le parfait réglage des appareils d'appui glissants.

Ces contrôles sont réalisés avant et après une éventuelle opération de libération par vérinage des déformations prises pendant le chantier.

## II.7. 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.

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

## II.8. 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.

Le programme des reconnaissances géotechniques fait partie des documents à soumettre à l'approbation du maître d'œuvre.

## II.9. ÉTUDES 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 notes de calculs électroniques doivent être accompagnées d'une note de synthèse 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 de l'ossature métallique doivent indiquer les dispositions constructives liées aux hypothèses de calcul (à titre d'exemples : états de surface permettant l'obtention du coefficient de frottement pris en compte, finitions des assemblages, etc.).

## II.10. 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.

## II.11. CONTRÔLE EXTERNE DES DOCUMENTS D'EXÉCUTION

Un contrôle externe des documents d'exécution est assuré, à la charge du titulaire, par une entité indépendante de la production de ces documents.

Il concerne l'ensemble des documents des ouvrages provisoires et définitifs.

Il est tout particulièrement effectué au titre de ce contrôle les vérifications suivantes, la liste ci-après n'étant nullement exhaustive :

- la vérification du bon fonctionnement du contrôle interne,
- la vérification du respect des hypothèses de calculs,
- la vérification des notes de calculs des ouvrages provisoires et définitifs,
  - o par un suivi pas à pas des notes manuelles,
  - o par le contrôle des méthodes et résultats,
  - o par la vérification des bordereaux de données et des entrées de données pour les programmes de calculs types,
  - o par la vérification des entrées de données et pointage de certains résultats pour les calculs automatiques.
- la vérification des implantations, du tracé, des gabarits,
- la vérification des plans des rétablissements (terrassement, assainissement, signalisation, chaussées, équipements, réseaux)
- la vérification des conformités structurelles des coffrages (respect des équarrissages pris en compte dans les calculs),
- le contrôle des plans de superstructures et d'équipements,
- le contrôle des plans de ferrailage :
  - o par la vérification de conformité au calcul des plans de ferrailage (nombre, diamètres et positionnement des aciers calculés),
  - o par la vérification des dispositions retenues concernant la mise en œuvre des armatures,
  - o par la vérification des nuances d'acier, du façonnage, du nombre de barres en fonction des espacements figurant sur les plans,
  - o par la vérification de la compatibilité du ferrailage proposé avec les coffrages,
  - o par la vérification des aciers de montage et de bonne construction, ainsi que les dispositions retenues pour un bétonnage correct (densité du ferrailage, cheminées de bétonnage) ;
- La vérification systématique de tous les documents, et notamment :
  - o du respect de la loi de variation des pentes sur les profils en travers,
  - o de l'application des différents plans types,
  - o de l'exactitude des ajustements des axes et profils en long réalisés par le bureau d'étude au droit des raccordements avec l'existant pour les rétablissements de communication,
  - o de la prise en compte des résultats du dimensionnement des ouvrages de drainage et d'assainissement longitudinaux sur les profils en travers,
  - o du respect de la fourniture des documents exigés dans le CCTP,
  - o de la cohérence des différents documents produits,
  - o du lissage des fils d'eau des ouvrages de drainage et d'assainissement.

Le Contrôle Externe transmet à l'Entrepreneur et au Maître d'œuvre ses observations éventuelles sur des fiches de contrôle dûment référencées, et mentionnant notamment le numéro et l'indice de la pièce analysée. Les fiches sont transmises en même temps que les documents d'exécutions.

## II.12. TEXTES RÉGLEMENTAIRES ET RÈGLEMENTS DE CALCUL

D'une manière générale, les justifications relatives aux études d'exécution sont effectuées 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, leurs amendements NF EN 1991-1-3/A1, NF EN 1991-1-4/A1 et NF EN 1991-1-7/A1, ainsi que leurs annexes nationales, les normes NF P06-111-2 et NF P06-111-2/A1 (annexes nationales de NF EN 1991-1-1), NF EN 1991-1-3/NA à NF EN 1991-1-7/NA, leurs amendements NF EN 1991-1-3/NA/A1, NF EN 1991-1-4/NA/A1, NF EN 1991-1-4/NA/A2, NF EN 1991-1-4/NA/A3 ;
- la norme NF EN 1991-2 et son annexe nationale, la norme NF EN 1991-2/NA ;
- les normes NF EN 1992-1-1, NF EN 1992-1-1/A1 et NF EN 1992-2 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1992-1-1/NA et NF EN 1992-2/NA ;
- les normes NF EN 1993-1-1 et NF EN 1993-1-1/A1, NF EN 1993-1-5, NF EN 1993-1-5/A1 et NF EN 1993-1-5/A2, NF EN 1993-1-8, NF EN 1993-1-9, NF EN 1993-1-10, NF EN 1993-2 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1993-1-1/NA, NF EN 1993-1-5/NA, NF EN 1993-1-8/NA, NF EN 1993-1-9/NA, NF EN 1993-1-10/NA et NF EN 1993-2/NA ;
- les normes NF EN 1994-1-1 et NF EN 1994-2 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1994-1-1/NA et NF EN 1994-2/NA ;
- la norme NF EN 1997-1, son amendement NF EN 1997-1/A1 et son annexe nationale, la norme NF EN 1997-1/NA, ainsi que les normes d'application nationales NF P 94-261 (et son amendement NF P 94-261/A1), NF P 94-262 (et son amendement NF P 94-262/A1), NF P 94-270, NF P 94-281 et NF P 94-282 (et ses amendements NF P 94-282/A1 et NF P 94-282/A2) ;
- les normes NF EN 1998-1 et NF EN 1998-1/A1, NF EN 1998-2 COMPIL 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, modifié par le décret n° 2015-5 du 6 janvier 2015, 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 attirée 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.

### Guides et recommandations techniques :

- Dossiers pilotes du Sétra ;
- Le document du Sétra Transports exceptionnels – Définition des convois-types et règles pour la vérification des ouvrages d'art d'octobre 1982, joint à la lettre-circulaire R/EG 3 du 20 juillet 1983 ;
- Le document du Cerema Transports exceptionnels – Guide sur le franchissement des ouvrages d'art de décembre 2022 ;
- Le Guide sur les conditions de passage des porte-engins-blindés Leclerc sur les autoroutes – Force portante des ouvrages d'art du Sétra de février 1999 ;
- Le guide Ponts en zone sismique : Conception et dimensionnement selon l'Eurocode 8 du Cerema de septembre 2015 ;
- Le guide Eurocodes 0 et 1 – Application aux ponts routes et passerelles du Sétra de février 2010 ;
- Le guide Eurocode 2 – Application aux ponts-routes en béton du Sétra de juillet 2008 ;
- Le guide Eurocodes 3 et 4 – Application aux ponts-routes mixtes acier-béton du Sétra de juillet 2007 ;

- Le guide Ponts-routes à tablier en poutrelles enrobées – Conception et calcul du Sétra et de la SNCF de mai 1995 ;
- Le guide Eurocode 7 – Application aux fondations superficielles (NF P94-261) du Cerema de janvier 2016 ;
- Le guide Eurocode 7 – Application aux fondations profondes (NF P94-262) du Cerema de décembre 2014 ;
- Le guide Eurocode 7 – Application aux murs (NF P94-281) du Cerema de juin 2017 ;
- Le guide Eurocode 7 – Application aux écrans de soutènement (NF P94-282) du Cerema de juillet 2016 ;
- Les Tables de poussée et de butée des terres, 3ème édition de J. Kerisel et E. Absi (1990) ;
- Le guide Appareils d'appui en élastomère fretté – Utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires du Sétra de juillet 2007 ;
- Le guide Dispositifs de retenue routiers marqués CE sur ouvrages d'art – De la conception de l'ouvrage à la mise en œuvre des dispositifs de retenue du Cerema de décembre 2014
- Le guide Choix des performances d'un dispositif de retenue sur ouvrage d'art – Méthode de calcul de l'indice de danger du Cerema de décembre 2021 ;
- Le guide Conception et calcul du génie civil des écrans de protection phonique routiers du Cerema de juillet 2017.

## II.13. ACTIONS ET SOLLICITATIONS

### II.13.1 Charges permanentes

#### II.13.1.1 Poids propre des structures

(normes NF EN 1991-1-1, NF P06-111-2 et NF P06-111-2/A1 (annexes nationales de NF EN 1991-1-1))

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 suivantes :

- poids volumique du béton armé : 25 kN/m<sup>3</sup> ;
- poids volumique de l'acier de charpente : 77kN/m<sup>3</sup>.

#### II.13.1.2 Équipements du tablier

(normes NF EN 1991-1-1, NF P06-111-2 et NF P06-111-2/A1 (annexes nationales de NF EN 1991-1-1))

Les poids propre des équipements du tablier doit être évalué en tenant compte des poids volumiques ou linéiques et de coefficients majorateurs et minorateurs donnés dans la norme NF EN 1991-1-1 et NF EN 1991-1-1/NA.

Le poids propre des dispositifs de retenue, des corniches, des couvertines, des panneaux acoustiques doit être fournis par le fabricant, aucune minoration ou majoration ne sera appliquée.

Le poids de l'eau sale dans les dispositifs de collecte et d'évacuation des eaux (yc corniche caniveau) est pris égal à 14,7 kN/m<sup>3</sup>, les coefficients majorateurs et minorateurs de cette action sont de 1 et 0 respectivement.

### II.13.2 Retrait et fluage

(normes NF EN 1992-1-1 et NF EN 1992-1-1/NA)

Pour les ouvrage en béton armé, 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.

Les effets du fluage du béton de la dalle sont pris en compte de façon simplifiée par l'application de coefficients d'équivalence dont la valeur dépend du type de chargement et de l'âge du béton au moment de l'application du chargement.

Pour l'ouvrage à poutrelles enrobées, les effets du retrait et du fluage sont pris en compte en effectuant d'une part, un calcul à court terme avec un coefficient d'équivalence acier-béton  $n_0$  égal à 6 et, d'autre part, un calcul à long terme avec un coefficient d'équivalence acier-béton  $n_{LT}$  égal à 18.

### II.13.3 Charges d'exploitation

(normes NF EN 1991-2 et NF EN 1991-2/NA)

#### II.13.3.1 Charges routières normales

Les OH et l'ouvrage de franchissement de la RN88 sont des ponts routes, ils supportent un trafic de classe 2 au sens de l'article 4.2.2 des normes NF EN 1991-2 et NF EN 1991-2/NA. La largeur de calcul des chaussées, est définie conformément à l'article 4.2.3 de ces normes.

#### II.13.3.2 Charges routières exceptionnelles

L'ouvrage hydraulique OH3 ne doit supporter aucun convoi exceptionnel.

Les ouvrages suivants :

- OH1
- OH2
- Ouvrage de franchissement de la RN88

doivent supporter les convois suivants :

- Convois exceptionnels de type C défini dans la circulaire n°R/EG3 du 20 juillet 1983,
- Les convois militaires M80 et M120 du fascicule 61 titre II,

#### Convoi C

Les convois exceptionnels C1 et C2 sont supposés pouvoir circuler sur l'ouvrage.

Les hypothèses de circulation prises en compte sont les suivantes :

- Les convois circulent seuls, à vitesse lente,
- Les convois circulent centrés sur l'axe de l'ouvrage, avec un débattement possible de 30cm.

Le poids et la géométrie de ces convois est défini dans le document du Sétra « Transports exceptionnels – Définition des convois-types et règles pour la vérification des ouvrages d'art » d'octobre 1982 joint à la lettre circulaire du 20 juillet 1983.

Conformément à l'annexe nationale de l'EN 1991-2 « Guide pour la prise en compte des véhicules spéciaux sur les ponts routiers », les charges nominales de ce convoi sont pondérées par les coefficients :  $\delta_{inc} = 1,10$  pour tenir compte des déséquilibres de charges sur les essieux dus à la non-planéité, aux pentes des chaussées ou aux tolérances de position des colis, ainsi que les incertitudes sur son poids réel.

Aucun coefficient dynamique n'est considéré pour le convoi C, celui-ci roulant au pas ( $\delta_{dyn} = 1,00$ ).

On considère un coefficient  $\psi_1 = 0,00$  pour obtenir la valeur fréquente de cette charge, compte tenu de la fréquence et passage des convois (inférieur à 1 convoi tous les 2 ans).

#### Convois militaires

On considère les convois militaires M80 et M120, tels que définis dans le fascicule 61 titre II. On considère les convois militaires roulant à allure normale sur la chaussée, un coefficient dynamique est donc à appliquer sur cette charge.

On considère un coefficient  $\psi_1 = 0,00$  pour obtenir la valeur fréquente de cette charge.

Les convois militaires sont censés circuler sur toute la largeur roulable. Ils circulent seuls sur ouvrage (pas de trafic concomitant). Les règles de circulation sur ouvrages sont celles définies dans le fascicule 61 titre II :

- Les véhicules peuvent rouler en convoi, en considérant un entraxe minimum entre deux véhicules successifs est de 35,40m pour le M80 et 36,60m pour M120
- Transversalement un seul véhicule est supposé circuler, aucun doublement n'est autorisé
- Aucune force de freinage ou centrifuge n'est à prendre en compte pour cette surcharge
- Les véhicules peuvent circuler transversalement sur toute la largeur roulable

Conformément à l'annexe nationale de l'EN 1991-2 « Guide pour la prise en compte des véhicules spéciaux sur les ponts routiers », les charges nominales de ce convoi sont pondérées par les coefficients :  $\delta_{inc} = 1,10$  pour tenir compte des déséquilibres de charges sur les essieux dus à la non-planéité, aux pentes des chaussées ou aux tolérances de position des colis, ainsi que les incertitudes sur son poids réel.

#### II.13.3.3 Charges de trottoirs et charges de foule

L'ouvrage comportant des trottoirs/piste cyclable, les groupes de charges gr1a, gr1b, gr2 et gr3, dont les valeurs caractéristiques sont définies par le tableau AN4.4a de la norme NF EN 1991-2/NA, sont applicables sur l'ouvrage

#### II.13.3.4 Modalités de prise en compte des séparateurs en béton

Pour la détermination du nombre de voies et le positionnement des charges routières, les séparateurs en béton présents sur le tablier sont considérés comme temporaires au sens du §4.2.3 de la norme NF EN 1991-2.

### II.13.4 Charges pour la vérification à la fatigue

(normes NF EN 1991-2 et NF EN 1991-2/NA)

Pour les ouvrages OH1, OH2, OH3, aucun modèle de charge de fatigue n'est à prendre en compte.

Le modèle de charge de fatigue à utiliser pour la justification de l'ouvrage de franchissement de la RN88 est le modèle n°3 au sens de l'article 4.6.1 de la norme NF EN 1991-2.

Ce convoi est supposé centré sur la voie lente matérialisée sur la chaussée supportée par l'ouvrage et dont les caractéristiques sont :

Voie lente considérée	Nombre de véhicules lourds considérés	Type de trafic
Voie lente n°1	0,5 x 10 <sup>6</sup> véhicules/an	Distance moyenne

### II.13.5 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)

En construction, le titulaire considère au minimum les charges caractéristiques de construction suivantes :

- une charge Qca représentant le personnel et le petit outillage modélisée par une charge uniformément répartie qca,k de 1,0 kN/m<sup>2</sup> ;

- une charge  $Q_{cb}$  représentant le stockage d'éléments déplaçables modélisée par une charge uniformément répartie  $q_{cb,k}$  de 0,2 kN/m<sup>2</sup> et une charge concentrée  $F_{cb,k}$  de 100 kN.

En outre, dans sa note d'hypothèses générales, le titulaire précise la valeur des charges suivantes en fonction du matériel qu'il prévoit d'utiliser :

- une charge  $Q_{cc}$  représentant les équipements non permanents et prise égale à sa valeur réelle, avec toutefois un minimum aussi pénalisant qu'une charge uniformément répartie de valeur caractéristique  $q_{cc,k}$  égale à 0,5 kN/m<sup>2</sup> ;
- une charge  $Q_{cd}$  représentant les machines et équipements lourds déplaçables et prise égale à sa valeur réelle ;
- une charge  $Q_{ce}$  représentant les accumulations de matériaux de rebut déplaçables et prise égale à sa valeur réelle ;
- une charge  $Q_{cf}$  représentant les charges dues à des parties d'une structure dans des phases provisoires, avant que les actions définitives ne développent leurs effets ; pour la détermination de cette charge, conformément au tableau A.1 de l'annexe A de la norme NF EN 1991-1-1, le poids volumique du béton frais est à majorer de 1 kN/m<sup>3</sup> par rapport au poids volumique du béton durci.

L'action du vent en construction  $Q_{wk}$  doit être déterminée conformément à la norme NF EN 1991-1-4 et à son annexe nationale, en prenant comme données particulières celles indiquées au sous-article intitulé « Vent » du présent article du présent CCTP.

L'action du séisme n'est pas à prendre en compte pendant les phases de construction de l'ouvrage.

### **II.13.6 Chocs sur les bordures et longrines d'ancrage**

(normes NF EN 1991-2 et NF EN 1991-2/NA)

Il est rappelé que la charge accidentelle, définie par l'article 4.7.3.2 de la norme NF EN 1991-2 et correspondant à un impact sur les bordures ou les longrines d'ancrage, doit être prise en compte.

### **II.13.7 Chocs de véhicules sur le tablier**

(normes NF EN 1991-1-7 et NF EN 1991-1-7/NA)

Les ouvrages hydrauliques (OH1, OH2 et OH3) ne franchissant aucune voie routière, il n'y a pas lieu de justifier son tablier vis-à-vis des chocs définis par l'article 4.3.2 des normes NF EN 1991-1-7 et NF EN 1991-1-7/NA.

Conformément à l'article 4.3.2 des normes NF EN 1991-1-7 et NF EN 1991-1-7/NA, l'intrados du tablier de l'ouvrage de franchissement de la RN88 étant situé par endroits à moins de 6 m du dessus de la chaussée de la RN88, le tablier doit être justifié vis-à-vis des chocs de véhicules.

### **II.13.8 Chocs de véhicules sur les dispositifs de retenue**

(normes NF EN 1991-2 et NF EN 1991-2/NA)

#### **II.13.8.1 Dispositifs de retenue marqués CE**

Les efforts transmis à la structure sont indiqués par le titulaire (moment d'axe longitudinal et effort transversal), les justifications étant menées conformément à l'article 4.7.3.3 de la norme NF EN 1991-2.

Conformément à l'alinéa (2) de cet article, afin d'éviter la détérioration de la structure lors d'un choc réel, ces efforts doivent correspondre à la défaillance locale du dispositif de retenue (ancrage ou montant de la barrière). L'attention du titulaire est attirée sur le fait que cette défaillance n'a pas nécessairement été atteinte lors des essais de choc normalisés, conformément à l'alinéa 9 de l'article 5.1 de la norme NF EN 1317-1.

Pour le dimensionnement de la structure et de ses fondations, ces efforts sont multipliés par 1,25 à l'ELU fondamental et par 1,00 à l'ELS caractéristique.

#### II.13.8.2 Dispositifs de retenue génériques

Les justifications sont menées conformément à l'alinéa (1) de l'article 4.7.3.3 de la norme NF EN 1991-2/NA.

### II.13.9 Vent

(normes NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-4/NA)

#### Généralités

Il est rappelé que les effets du vent sur l'ouvrage doivent être déterminés en construction et en service, et que, pour cette seconde situation, deux types de vent doivent être considérés :

- un vent  $F_{wk}$ , non cumulable aux charges de trafic, calculé avec la valeur de base de la vitesse de référence indiquée dans le tableau ci-dessous, et appliqué sur le tablier seul sans trafic ;
- un vent  $F_{wk, trafic}$ , cumulable aux charges de trafic, calculé avec la même valeur de base de la vitesse de référence et appliqué sur la hauteur du tablier et des véhicules conformément à l'alinéa (a) de l'article 8.3.1.5 de la norme NF EN 1991-1-4 ; conformément à la norme NF EN 1990/A1/NA, cette force de vent doit être pondérée par un coefficient  $\psi_0$  pris égal à 0,6.

#### Données particulières

Les paramètres à utiliser pour le calcul des effets du vent sont :

Coefficient	Valeur
Hauteur de référence $Z_e$	11m
Vitesse de référence $V_{b,0}$	24 m/s
Coefficient de direction $C_{dir}$	1
Coefficient de saison $C_{season}$ (en construction)	1
Catégorie de terrain	IIIb
Coefficient orographique $C_o(Z_e)$	1
Coefficients de force (ouvrage de franchissement de la RN88)	1,3

#### Coefficient structural $C_s C_d$

(note 2 de l'article 8.2 de la norme NF EN 1991-1-4)

L'ouvrage étant suffisamment rigide en service et en construction, il n'est pas nécessaire de procéder au calcul de la réponse dynamique du pont. Le coefficient structural CsCd défini dans l'article 8.2 de la norme NF EN 1991-1-4 peut donc être pris égal à 1.

## II.13.10 Neige

(normes NF EN 1991-1-3 et NF EN 1991-1-3/NA)

Compte tenu de la nature de l'ouvrage et de sa situation géographique, il n'y a pas lieu de le justifier vis-à-vis de la neige.

## II.13.11 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 module de cisaillement des appareils d'appui en élastomère fretté est le module nominal ;
- le coefficient de dilatation thermique de la charpente métallique est fixé à  $1,2 \cdot 10^{-5}$  m/m/C, conformément à l'alinéa (1) de l'article 3.2.6 de la norme NF EN 1993-1-1 ;
- 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.

Pour le calcul des variations de longueur du pont, le coefficient de dilatation thermique est fixé à  $1,2 \cdot 10^{-5}$  m/m/C pour tous les matériaux structuraux, conformément à l'alinéa (3) de l'article 5.4.2.5 de la norme NF EN 1994-2.

### II.13.11.1 Variations uniformes de la température

Conformément aux normes NF EN 1991-1-5 et NF EN 1991-1-5/NA, les ouvrages étant situés dans le département de la Loire (42), les efforts dans la structure, dus aux variations uniformes de température, sont calculés avec les températures extrêmes dans le tablier  $T_e$  suivantes :

Ouvrage de type 3 (y compris ouvrage de franchissement, poutrelle enrobées)

	Max	Min
Températures extrêmes de l'air sous abri T	+40°C	-30°C
Corrections $\Delta T$	+2°C	+8°C
Températures extrêmes dans le tablier $T_e$	+42°C	-22°C

### II.13.11.2 Gradient thermique dans le tablier

Les normes NF EN 1991-1-5 et NF EN 1991-1-5/NA sont applicables pour la prise en compte du gradient thermique.

Il est rappelé que seuls les gradients thermiques verticaux linéaires sont à considérer.

### II.13.11.3 Gradient thermique dans les appuis en béton

Conformément à l'article 6.2.2 de la norme NF EN 1991-1-5, il convient de tenir compte d'un gradient thermique linéaire de 5 °C entre les faces extérieures opposées des piles en béton et de 15 °C entre les faces intérieures et extérieures des murs en béton.

#### II.13.11.4 Action caractéristique de la température

L'action caractéristique de la température  $T_k$  est obtenue en combinant l'effet d'une variation uniforme de température (positive ou négative et notée VUT ci-après) et l'effet d'un gradient thermique (positif ou négatif et noté GT ci-après) de la façon suivante :  $T_k = VUT + 0,75.GT$  ou  $T_k = GT + 0,35.VUT$

### II.13.12 Efforts transmis par les écrans acoustiques

Les efforts transmis à la structure par les écrans acoustiques sont à calculer selon les modalités précisées dans le paragraphe 7.4.1 de la norme NF EN 1991-1-4 et en retenant les paramètres précisés au sous-article intitulé « Vent » de l'article intitulé « Actions et sollicitations » du chapitre 2 du présent CCTP.

### II.13.13 Efforts horizontaux transmis par le tablier aux appareils d'appui

#### II.13.13.1 Cas des appareils d'appui en élastomère fretté

Dans le cas d'appareils d'appui en élastomère fretté, la répartition des efforts horizontaux entre les différents appuis est calculée en prenant en compte les raideurs réelles des appareils d'appui, des appuis et des fondations.

### II.13.14 Chocs de véhicules sur les appuis

(normes NF EN 1991-2 et NF EN 1991-2/NA)

Aucun appui des ouvrages hydrauliques n'est susceptible d'être soumis à un choc de véhicules.

L'appui P2 de l'ouvrage de franchissement de la RN88, situé en TPC de la RN88, est susceptible d'être soumis à des chocs accidentels causés par des poids lourds de masse et de vitesse élevées. Ces chocs peuvent être modélisés :

- par une force horizontale  $F_{dx}$  de 1000 kN, parallèle à la circulation ;
- par une force horizontale  $F_{dy}$  égale à  $F_{dx}/2$ , perpendiculaire à la circulation.

Il est rappelé que, conformément à l'article 4.7.2.1(1) de la norme NF EN 1991-2/NA, le titulaire doit considérer quatre cas de charges obtenus en appliquant soit  $F_{dx}$  ou  $F_{dy}$  à 1,50 m au-dessus du sol, soit  $F_{dx}/5$  ou  $F_{dy}/5$  à 4 m au-dessus du sol, ces forces n'étant pas concomitantes et pouvant être ponctuelles ou réparties sur un rectangle de 50 cm de hauteur et de largeur égale à la largeur de la pile écrêtée à 1,50 m.

### II.13.15 Poids et poussée des terres en contact avec les ouvrages

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) ;
- coefficient de poussée des terres derrière les murs en retour et les murs en aile déduit des tables de Caquot-Kerisel ;
- coefficient de poussée des terres derrière les culées déduit des tables de Caquot-Kerisel ;
- coefficient de poussée des terres derrière les murs de soutènement déduit des tables de Caquot-Kerisel.

## II.13.16 Charges d'exploitation sur les remblais d'accès et les appuis d'extrémité

(normes NF EN 1991-2 et NF EN 1991-2/NA)

Conformément aux articles 4.9 et 5.9 des normes NF EN 1991-2 et NF EN 1991-2/NA, tous les murs des culées doivent résister aux effets des charges verticales suivantes :

- sur la chaussée, le modèle de charge LM1 pris en valeur caractéristique réduite de 30 % et dont les charges des tandems peuvent être réparties uniformément sur un rectangle de 3 m de large et 2,20 m de long ;
- sur les autres surfaces, une charge verticale uniformément répartie ; pour couvrir les effets des véhicules lourds de chantier et les effets liés au compactage pour la mise en place des remblais, la valeur caractéristique de cette charge est de 20 kN/m<sup>2</sup>.

Pour la justification des murs garde-grève, on considère, outre les charges ci-dessus, l'effet d'une force verticale correspondant à l'essieu du tandem le plus lourd du modèle de charge LM1 combinée avec une force horizontale égale à 60 % de la force verticale, ces forces étant appliquées sur la chaussée au droit des murs garde-grève et non cumulées aux charges d'exploitation sur le remblai d'accès.

L'étude du ferrailage des culées en construction doit prendre en compte l'effet du compactage des remblais. Cette action est modélisée par une charge uniformément répartie de 20kN/m<sup>2</sup>, appliquée sur toute la surface des terres retenues.

## II.13.17 Séisme

### II.13.17.1 Généralités

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, avec les paramètres suivants :

- accélération de référence :  $a_{gr} = 0,7 \text{ m/s}^2$ , associé à la zone de sismicité faible et une durée de vie théorique de l'ouvrage de 100 ans ;
- coefficient d'importance  $\gamma_I = 1,2$  associé à une catégorie d'importance III pour la paroi clouée, les murs de soutènement des bretelles, l'ouvrage de franchissement de la RN 88, l'OH 1 et l'OH 2 et d'importance  $\gamma_I = 1,0$  associé à une catégorie d'importance II pour l'OH 3. L'écran acoustique est de catégorie d'importance I, aucun calcul sismique n'est donc à mener pour cet ouvrage ;
- coefficient de sol  $S = 1,8$  associé à une classe de sol E ;
- coefficient topographique  $S_T = 1$ .

### II.13.17.1 Hypothèses applicables aux ouvrages de type cadres et portiques

Les ouvrages hydrauliques étant des pont cadres, leur justification au séisme est réalisée à partir d'une méthode statique équivalente simplifiée conformément aux prescriptions du chapitre 7 du guide méthodologique du Cerema *Ponts en zone sismique – Conception et dimensionnement selon l'Eurocode 8* d'août 2015. Ce chapitre traite en particulier de la prise en compte de la forte interaction sol/structure qui gouverne le fonctionnement sous séisme de ce type d'ouvrages.

### II.13.17.2 Hypothèses applicables aux ouvrages autres que cadres ou portiques

#### Séisme horizontal

L'ouvrage est dimensionné selon cette direction dans l'hypothèse d'un comportement essentiellement élastique des matériaux constitutifs de ses appuis (conception en ductilité limitée,  $q = 1,5$ ).

Le spectre de réponse élastique pour le calcul au séisme est déterminé comme indiqué dans les dans les § 2.5.2.1, 2.5.2.3 et 2.5.3 du chapitre 4 du guide méthodologique du Cerema *Ponts en zone*

*sismique – Conception et dimensionnement selon l'Eurocode 8* d'août 2015, à partir des paramètres listés en tête du présent paragraphe.

Le modèle de calcul doit prendre en compte le module de cisaillement dynamique des appareils d'appui en caoutchouc fretté. Sauf proposition différente du titulaire étayée par des essais spécifiques à sa charge, la valeur de ce module est prise égale à 1 MPa. L'analyse sismique est menée en considérant l'inertie brute des sections des appuis et un coefficient de comportement  $q = 1$ . Le coefficient d'amortissement structural est pris égal à 5 %.

L'analyse, en ce qui concerne le calcul des efforts sismiques, est menée en considérant l'inertie brute des sections des appuis. L'évaluation des déplacements sismiques doit en revanche être réajustée à partir de l'état de contrainte effectif dans ces sections dans la situation sismique de calcul (prise en compte de l'inertie fissurée réévaluée a posteriori).

### **Séisme vertical**

Le calcul selon la direction verticale est réalisé sur la base d'un comportement strictement élastique ( $q = 1$ ). Le spectre de réponse élastique pour ce calcul est déterminé comme indiqué aux § 2.5.2.1.2 et 2.5.2.3 du chapitre 4 du guide méthodologique du Cerema *Ponts en zone sismique – Conception et dimensionnement selon l'Eurocode 8* d'août 2015.

Toutefois, l'ouvrage satisfaisant aux critères de régularité définis au § 5.3.1 du chapitre 4 du guide méthodologique du Cerema *Ponts en zone sismique – Conception et dimensionnement selon l'Eurocode 8* d'août 2015, les réactions d'appui sous séisme vertical peuvent être calculées par des méthodes simplifiées, comme celle présentée dans le § 5.3.4 du document cité ci-dessus.

### **Combinaisons sismiques**

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.

Conformément aux recommandations de ce guide, la combinaison telle que  $E_1$  représente la composante verticale de l'action sismique n'est en pratique à considérer que pour la justification des appareils d'appui et des tabliers précontraints le cas échéant. Il convient également de la prendre en compte le cas échéant pour la justification des piles inclinées en zones de sismicité moyenne ou forte, ou pour les piles de ponts situés à proximité de failles sismotectoniques.

## **II.13.18 Actions spécifiques aux corniches caniveaux**

Pour la justification des corniches caniveaux, outre le poids de la boue indiqué ci-dessus, le titulaire considère une charge d'exploitation de 1,50 kN/ml représentant le poids du personnel d'entretien circulant dans le caniveau, ces deux charges n'étant pas cumulables.

## **II.14. COMBINAISONS D'ACTIONS**

Les combinaisons sont conformes aux normes NF EN 1990, NF EN 1990/A1, NF EN 1990/NA et NF EN 1991/A1/NA)

### **II.14.1 Rappel des notations adoptées**

#### **Actions générales**

$G_{k,sup}$  : effet défavorable du poids propre et des superstructures, considérés avec leur valeur caractéristique supérieure

$G_{k,inf}$  : effet favorable du poids propre et des superstructures, considérés avec leur valeur caractéristique inférieure

$G_{set}$  : effet défavorable des tassements d'appui

$T_k$  : 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.

## II.14.2 Combinaisons d'actions à l'état limite de service

### II.14.2.1 En service, combinaisons caractéristiques

Le titulaire considère les combinaisons d'actions suivantes :

$$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + gr1a-c + 0,6.T_k$$

$$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + gr1a-c + 0,6.F_{wk,trafic}$$

$$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + gr1b-c$$

$$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + gr2-c + 0,6.T_k$$

$$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + gr3-c + 0,6.T_k$$

$$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + T_k + gr1a-a$$

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

$$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + gr5-c + 0,6.T_k$$

### II.14.2.2 En service, combinaisons fréquentes

Le titulaire considère les combinaisons d'actions suivantes :

$$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + gr1a-fq + 0,5.T_k$$

$$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + gr1b-fq$$

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

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

$$G_{k,sup} + G_{k,inf} + G_{set} + gr5-fq$$

### II.14.2.3 En service, combinaisons quasi permanentes

Le titulaire considère la combinaison d'actions suivantes :

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

#### II.14.2.4 En phase de construction

Le titulaire considère les combinaisons d'actions suivantes :

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

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

#### II.14.2.5 En phase de poussage, combinaisons quasi-permanentes

Le titulaire considère la combinaison d'actions suivante :

$$G_{k,sup} + G_{k,inf}$$

### II.14.3 Combinaisons d'actions à l'état limite ultime de résistance

#### II.14.3.1 Combinaisons fondamentales, en service

Le titulaire considère les combinaisons d'actions suivantes :

$$1,35.G_{k,sup} + G_{k,inf} + 1,20.G_{set} + 1,35.gr1a-c + 1,50.(0,6.F_{wk,trafic})$$

$$1,35.G_{k,sup} + G_{k,inf} + 1,20.G_{set} + 1,35.gr1b-c$$

$$1,35.G_{k,sup} + G_{k,inf} + 1,20.G_{set} + 1,35.gr2-c$$

$$1,35.G_{k,sup} + G_{k,inf} + 1,20.G_{set} + 1,35.gr3-c$$

$$1,35.G_{k,sup} + G_{k,inf} + 1,20.G_{set} + 1,5.T_k + 1,35.gr1a-a$$

$$1,35.G_{k,sup} + G_{k,inf} + 1,20.G_{set} + 1,50.F_{wk}$$

$$1,35.G_{k,sup} + G_{k,inf} + 1,20.G_{set} + 1,35.gr5-c$$

#### II.14.3.2 Combinaisons fondamentales, en phase de construction

Le titulaire considère les combinaisons d'actions suivantes :

$$1,35.G_{k,sup} + G_{k,inf} + 1,50.F_{wk} + 1,35.Q_c$$

$$1,35.G_{k,sup} + G_{k,inf} + 1,50.T_k + 1,35.Q_c$$

#### II.14.3.3 Combinaisons accidentelles

Le titulaire considère la combinaison d'actions suivante :

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

L'ouvrage étant situé en zone sismique, les combinaisons définies au § 3.3 du chapitre 4 du guide méthodologique du Cerema « Ponts en zone sismique – Conception et dimensionnement selon l'Eurocode 8 » d'août 2015 doivent également être prises en compte.

Les combinaisons des effets en situation sismique de calcul sont rappelées ci-dessous :

$$G_k + A_{Ed} + \psi_{21}gr-c + Q_2$$

Pour les justifications de certains équipements, par exemple les appareils d'appui et les joints de chaussée, il convient en outre de prendre en compte la moitié des effets des actions thermiques caractéristiques ( $S_{th}$ ) ainsi que les effets des déformations différées (retrait, fluage...) ( $S_{diff}$ ). La combinaison sismique devient alors :

$$G_k + P_m + A_{Ed} + \psi_{21}g_{r-c} + Q_2 + 0,5.S_{th} + S_{diff}$$

Pour ces combinaisons, le pont n'étant pas considéré comme un ouvrage urbain à trafic intense, le coefficient  $\psi_{21}$  de pondération des charges d'exploitation est pris égal à 0.

Pour ces combinaisons, le pont étant considéré comme un ouvrage urbain à trafic intense, le coefficient  $\psi_{21}$  de pondération des charges d'exploitation est pris égal à 0,2.

$Q_2$  représente la valeur quasi-permanente des actions de longue durée, poussée des terres, poussée hydrostatique, poussée hydrodynamique...

#### II.14.3.4 Combinaisons accidentelles, en phase de construction

Pour la prise en compte du séisme en phase de construction, le titulaire considère la combinaison d'actions suivante :

$$G_k + P_m + A_{Ed} + Q_2$$

$A_{Ed}$  représente ici l'action sismique réduite définie ci-avant dans ce chapitre.

### II.14.4 Équilibre statique

Il convient de vérifier l'équilibre statique de la structure pendant toutes les phases de construction.

Celui-ci doit être assuré sous la combinaison d'actions :  $1,05.G_{k,sup} + 0,95.G_{k,inf} + 1,35.Q_c$

dans laquelle  $G_{k,sup}$  et  $Q_c$  sont la fraction de poids propre et la fraction de charges en cours d'exécution défavorables à l'équilibre et  $G_{k,inf}$  est la fraction de poids propre favorable à l'équilibre.

Dans tous les cas, en phase de lancement de l'ossature, le titulaire prend une erreur de positionnement longitudinal du tablier d'un mètre.

## II.15. JUSTIFICATION DES OUVRAGES

### II.15.1 Généralités

#### II.15.1.1 Classes d'exposition et enrobages minimal vis-à-vis de la durabilité des aciers passifs du tablier

(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)

Le tableau ci-dessous précise les classes d'exposition des différents parements du tablier au sens des 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 pour la détermination des enrobages des aciers passifs associés à ces parements.

Parement	Classe d'exposition
Longrines d'ancrage des dispositifs de retenue	XC4 XD3 XF4

Extrados du tablier de l'ouvrage de franchissement de la RN 88 et de la traverse des OH	XC3 XF1
Intrados du tablier de l'ouvrage de franchissement de la RN 88	XC4 XD3 XF2
Sous-face de la traverse des OH	XC4 XF1
Dalles de transition	XC2 XD2 XF2
Bassin et ouvrages associés (by pass entrée/sortie)	XD3 / XF4

### II.15.1.2 Règles relatives au tablier en béton armé

(normes NF EN 1992-1-1, NF EN 1992-1-1/NA, NF EN 1992-2 et NF EN 1992-2/NA)

Les justifications du tablier en béton armé sont menées conformément aux normes NF EN 1992-1-1, NF EN 1992-1-1/NA, NF EN 1992-2 et NF EN 1992-2/NA et avec les hypothèses complémentaires suivantes :

- pour les calculs aux ELS, le coefficient d'équivalence  $n$  acier/béton est pris égal à 15 pour les bétons courants et à 9 pour les BHP ;
- la contrainte de compression du béton est limitée à  $0,45.f_{ck}$  sous combinaisons ELS quasi permanentes et à  $0,60.f_{ck}$  sous combinaisons ELS fréquentes et caractéristiques ;
- pour la justification de la maîtrise de la fissuration des parements soumis à une classe d'exposition XD ou XS, il est vérifié que l'ouverture des fissures est inférieure à 0.2 mm sous combinaisons ELS fréquentes ;
- pour la justification de la maîtrise de la fissuration des parements soumis à une classe d'exposition XC, il est vérifié que l'ouverture des fissures est inférieure à 0.3 mm sous combinaisons ELS fréquentes ;
- pour le calcul aux ELU des armatures verticales de cisaillement des âmes, l'inclinaison  $q$  des bielles est telle que  $\cotan(q)$  est compris entre 1,0 et 1,5 ;
- la contrainte des armatures de béton armé est limitée à 300 MPa sous combinaisons ELS caractéristiques.

Compte tenu de ces conditions, il n'est pas prévu de vérification à la fatigue du tablier.

Par ailleurs, les parties du tablier soumises à des efforts concentrés sont justifiées comme indiqué dans le guide *Diffusion des efforts concentrés – Efforts de précontrainte et des appareils d'appui* édité par le Sétra en novembre 2006.

## II.15.2 Justification des ponts-cadre

Les justifications des ponts cadre fermé (PICF) sont menées en s'inspirant du guide technique « CHAMOA-PICF » du Cerema ainsi que des documents cités dans son chapitre 1 « Présentation du programme » et son §3.5 du chapitre 2 « Calcul des efforts dans les directions de ferrailage pour les ouvrages en BA » et ses annexes génériques rassemblées dans le guide technique Cerema « CHAMOA-P Annexes ».

Les efforts de flexion longitudinale et transversale sont calculés à l'aide d'un programme soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

Le titulaire considère les deux valeurs limites du coefficient de Rankine suivantes :  $Ka_{min} = 0,25$  pour le coefficient minimal et  $Ka_{max} = 0,50$  pour le coefficient maximal.

Le biais géométrique des ouvrages étant compris entre 70 et 100 grades, les efforts que le titulaire a déterminés selon la fibre longitudinale la plus sollicitée, sont supposés régner sur toute la largeur de la traverse.

L'ouvrage OH2 supportant un remblai de plus d'un mètre d'épaisseur, l'effet Marston doit être pris en compte pour majorer la charge de remblai sur la traverse supérieure par un coefficient amplificateur Cr dit de Marston. Pour l'évaluation de ce coefficient, on pourra se référer au §2.1.3 du guide Cerema « CHAMOA\_P-PICF » et au §2 de son annexe.

### **II.15.3 Justification du tablier du pont à poutrelles enrobées**

Les calculs justificatifs sont conduits suivant les recommandations du document « Ponts-routes à tablier en poutrelles enrobées. Conception et calcul » édité par le Sétra et la SNCF en mai 1995, en adaptant les charges à celles des normes NF EN 1991-2 et NF EN 1991-2/NA précisées dans l'article « Actions et sollicitations » du chapitre 2 du présent CCTP, en calculant les sections d'aciers passifs selon les normes de l'Eurocode 2, les structures métalliques selon les normes de l'Eurocode 3 et les structures mixtes acier/béton selon les normes de l'Eurocode 4, ces normes étant précisées dans l'article « Textes réglementaires et règlements de calculs », du chapitre 2 du présent CCTP.

### **II.15.4 Effets du séisme**

La justification au séisme du tablier est réalisée conformément aux prescriptions du § 4.1 du chapitre 5 du guide méthodologique du Cerema « Ponts en zone sismique – Conception et dimensionnement selon l'Eurocode 8 » d'août 2015.

### **II.15.5 Justifications des ouvrages provisoires supportant une partie de l'ouvrage**

Si les flèches maximales de l'ouvrage provisoire sous l'action du béton frais dépassent la valeur limite de  $l/2000 + 2$  cm sans être supérieure à  $l/300$  (l est la portée exprimée en centimètres), il convient de justifier la fissuration durant le coulage du béton selon les méthodes définies dans la section 7 des normes NF EN 1992-1-1, NF EN 1992-1-1/NA, NF EN 1992-2 et NF EN 1992-2/NA.

## **II.16. JUSTIFICATION DES APPAREILS D'APPUI**

(normes NF EN 1337-1, NF EN 1337-2, NF EN 1337-3 et NF EN 1337-5)

### **II.16.1 Généralités**

Pour la détermination des réactions d'appui verticales au niveau des appareils d'appui, le titulaire tient compte des coefficients de répartition transversale et des coefficients de majoration dynamique des charges d'exploitation, quand il en est prévu.

Pour la justification des appareils d'appui sur culées, ces dernières sont supposées bloquées par les dalles de transition frottant dans les remblais, et donc non déplaçables.

### **II.16.2 Compléments concernant les appareils d'appui en élastomère fretté**

Les appareils d'appui sont justifiés comme indiqué dans les normes NF EN 1337-1, NF EN 1337-2 et NF EN 1337-3, dans la note d'information relative à l'application nationale de la norme NF EN 1337 éditée par le Sétra en décembre 2006 et dans le chapitre 3 du document intitulé « Appareils d'appui en élastomère fretté : utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires – Guide technique » édité par le Sétra en juillet 2007, en notant que :

- les demi-feuillets extérieurs peuvent être pris en compte dans le calcul ;
- des feuillets de 10 mm sont possibles ;
- l'épaisseur des frettes peut être prise au moins égale à 2 mm.

S'agissant de l'application de la norme NF EN 1337-3, l'attention du titulaire est également attirée sur le fait que :

- pour l'application de la clause 4.3.1.1, la valeur de module  $G = 0,9$  est applicable ;
- pour l'application de la clause 4.3.1.3, les exigences relatives aux très basses températures ne sont pas applicables ;
- pour l'application de la clause 4.3.3, le niveau d'essai 3 n'est pas exigé ;
- pour l'application de la clause 4.3.5, seul l'essai décrit dans la clause 4.3.5.2 est exigé ;
- l'essai d'adhérence en cisaillement PTFE/élastomère prévu au 4.3.7 est requis ;
- pour l'application de la clause 5.3.3.a, la valeur de  $\gamma_m = 1$  est applicable ;
- la vérification sous les angles de rotation prévue au 5.3.3.4 est à faire à l'ELU ;
- pour l'application de la clause 5.3.3.6, par souci de simplification, on applique dans la formule (15) la réaction maximale sous combinaison ELU fondamentale et avec un module  $G$  égal à 0,9 ;
- seule la valeur de  $K_L = 1,0$  est à prendre en considération ;
- pour le calcul du coefficient de frottement, l'ouvrage n'étant pas situé en atmosphère tropicale, le facteur correctif de 2/3 ne doit pas être pris en compte ;
- les rotations aa et ab doivent inclure un défaut de pose d'une valeur égale à 3 mrad, qui est ajouté à la plus grande de ces rotations.

Pour les appareils d'appui à plan de glissement, les dimensions des plaques sont les dimensions déterminées par le calcul, majorées d'au moins 10 cm. Le dimensionnement est conforme à l'article 3.2.5 du guide technique cité ci-dessus.

### II.16.3 Effets du séisme

La justification au séisme des appareils d'appui est réalisée conformément aux prescriptions du § 5 du chapitre 5 du guide méthodologique du Cerema « Ponts en zone sismique – Conception et dimensionnement selon l'Eurocode 8 » d'août 2015.

## II.17. JUSTIFICATION DES APPUIS ET FONDATIONS

### II.17.1 Généralités

(normes NF EN 1992-1-1, NF EN 1992-1-1/NA, NF EN 1992-2 et NF EN 1992-2/NA)

#### II.17.1.1 Classes d'exposition et enrobages minimal vis-à-vis de la durabilité des aciers passifs des appuis et fondations

Le tableau ci-dessous précise les classes d'exposition des différents parements des appuis au sens des 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 ainsi que l'enrobage minimal vis-à-vis de la durabilité,  $C_{min,dur}$ , des aciers passifs associés à ces parements.

Parement	Classes d'exposition
Piles de l'ouvrage de franchissement de la RN 88	XC4 XD3 XF4
Culées faces vues exposées aux sels de déverglaçage	XC4 XD3 XF4
Culées faces terre	XC2
Piédroits des OH face vue	XC4 XF1
Piédroits des OH côté terre	XC2

Longrine de fondation de l'écran acoustique	XC4 XD3 XF4
Semelles de fondation, parties enterrées ou faces en contact avec le sol	XC2 XD2
Fondations profondes	XC2 XA1

#### II.17.1.2 Règles générales relatives au calcul des appuis et fondations

Les justifications des appuis sont menées conformément aux normes NF EN 1992-1-1, NF EN 1992-1-1/NA, NF EN 1992-2 et NF EN 1992-2/NA et avec les hypothèses complémentaires suivantes :

- pour les calculs aux ELS, le coefficient d'équivalence acier/béton  $n$  est pris égal à 15 pour les bétons courants et à 9 pour les BHP ;
- la contrainte de compression du béton est limitée à  $0,45.f_{ck}$  sous combinaisons ELS quasi permanentes et à  $0,60.f_{ck}$  sous combinaisons ELS fréquentes et caractéristiques ;
- pour les justifications de la maîtrise de la fissuration des parements soumis à une classe d'exposition XD ou XS, il est vérifié que l'ouverture des fissures est inférieure à 0.2 mm sous combinaisons ELS fréquentes ;
- pour les justifications de la maîtrise de la fissuration des parements soumis à une classe d'exposition XC, il est vérifié que l'ouverture des fissures est inférieure à 0.3 mm sous combinaisons ELS fréquentes ;
- la contrainte des armatures de béton armé pour les appuis est limitée à 300 MPa sous combinaisons ELS caractéristiques ;
- la contrainte des armatures de béton armé pour les semelles est limitée à 400 MPa sous combinaisons ELS caractéristiques ;
- la contrainte des armatures de béton armé pour les fondations profondes est limitée à 333 MPa sous combinaisons ELS caractéristiques ;
- pour le calcul aux ELU des armatures de cisaillement, l'inclinaison  $\alpha$  des bielles est telle que  $\cotan(\alpha)$  est compris entre 1,0 et 1,5.

Compte tenu de ces conditions, il n'est pas prévu de vérification à la fatigue des appuis.

Par ailleurs, les justifications relatives aux fondations vis-à-vis des critères géotechniques sont menées conformément aux normes NF EN 1997-1 et NF EN 1997-1/NA et aux normes NF P 94-261 (et son amendement NF P 94-261/A1), NF P 94-262 (et son amendement NF P 94-262/A1), NF P 94-270, NF P 94-281, NF P 94-282 (et ses amendements NF P 94-282/A1 et NF P 94-282/A2).

L'annexe Q de la norme NF P 94-262 est rendue contractuelle.

En l'absence de prescriptions particulières dans le présent article, les caractéristiques mécaniques des sols à prendre en compte pour le calcul des fondations sont tirées des éléments du mémoire géotechnique de synthèse joint au présent CCTP.

### II.17.2 Chevêtre des piles et culées

Les justifications des éléments en béton armé sont menées selon les règles spécifiées dans le paragraphe "Règles générales relatives au calcul des appuis" de l'article "Justification des appuis et fondations" du présent CCTP.

Pour justifier la diffusion des réactions d'appui et des efforts concentrés, le titulaire respecte les prescriptions du guide « Diffusion des efforts concentrés, efforts de précontrainte et des appareils d'appui » édité par le Sétia en novembre 2006.

### II.17.3 Stabilité des appuis

Les justifications des éléments en béton armé sont menées selon les règles spécifiées dans le paragraphe "Règles générales relatives au calcul des appuis" de l'article "Justification des appuis et fondations" du présent CCTP.

#### II.17.3.1 Dalles de transition

Pour la justification de leurs ferraillements, les dalles de transition sont considérées comme des poutres sur deux appuis simples, appuis situés à 0,15 m de leur extrémité côté culée et à 0,20m de leur extrémité côté remblai.

Toutes les charges d'exploitation, ainsi que les charges de remblai sont appliquées.

Les réactions d'appui des dalles de transition sur l'ouvrage sont calculées selon les hypothèses suivantes :

- réaction maximale en considérant la dalle simplement appuyée à ses deux extrémités,
- réaction minimale nulle (dalle entièrement appuyée sur le remblai).

Pour la détermination des réactions d'appui verticales du tablier et de la dalle de transition au niveau des fondations, il est tenu compte des coefficients de répartition transversale.

Le titulaire suppose que les semelles, raidisseurs et chevêtres d'appui constituent des poutres de répartition infiniment rigides dans le sens transversal, vis-à-vis de la transmission des efforts aux fondations (méthode de Courbon).

Les dalles de transition sont supposées n'exercer aucun blocage des culées vis-à-vis des efforts horizontaux amenés par le tablier.

#### II.17.3.2 Prise en compte des imprécisions d'implantation

Le calcul des appuis est effectué en prenant en compte un excentrement transversal ou longitudinal des charges verticales venant du tablier de +/- 50 mm au niveau des appareils d'appuis et +/- 100 mm au niveau de chaque pieux.

### II.17.4 Hypothèses pour les fondations

#### II.17.4.1 Fondations superficielles

La justification des fondations superficielles de l'ouvrage s'effectue conformément aux indications de la norme NF EN 1997-1, de son annexe nationale, la norme NF EN 1997-1/NA, et de la norme de dimensionnement NF P 94-261, relative aux fondations superficielles.

Les réactions du terrain sur les faces latérales peuvent être négligées si la composante horizontale de la charge transmise par la fondation superficielle au terrain est nulle.

Les réactions du terrain sur les faces latérales de la fondation, doivent être prises en compte dans le cas de la vérification de l'état limite ultime de glissement.

Les hypothèses pour le calcul des fondations superficielles sont conformes à la norme NF P 94-261 et au rapport géotechnique G2.

#### II.17.4.2 Fondations profondes

Les justifications des fondations profondes sont menées conformément aux règles décrites dans la norme NF P 94-262.

La détermination des efforts et des déplacements des fondations s'appuie sur un calcul de type élastoplastique avec prise en compte de la réaction du sol (calcul aux coefficients de réaction). En pied, le titulaire suppose les fondations encastrees et bloquées en translation suivant leur axe.

En tête, le titulaire suppose les fondations encastrees dans les semelles.

Les hypothèses pour le calcul des fondations profondes sont proposées par le titulaire en fonction des éléments présents dans le mémoire géotechnique. Elles sont soumises au visa du maître d'œuvre.

Des frottements négatifs et des poussées latérales sont susceptibles de se développer sur les pieux du fait des remblais d'accès à l'ouvrage, ceux-ci doivent être justifiés conformément aux stipulations des annexes H et K de la norme NF P 94-262.

## II.17.5 Effets du séisme

### Calculs justificatifs de l'ouvrage

L'effet du séisme sur l'ouvrage à vide est considéré comme un état limite ultime.

La justification des appuis de l'ouvrage (piles, culées, fondations,...) est réalisée conformément au document intitulé "Guide méthodologique - Ponts en zone sismique - Conception et dimensionnement selon l'Eurocode 8". Il est notamment tenu compte, pour la vérification de la résistance des sections, des coefficients de surcapacité et de sécurité vis-à-vis des ruptures fragiles. La prise en compte de l'action dynamique des terres sur les murs de culées est également réalisée par application de la méthode de Mononobe-Okabe.

### Dispositions constructives

Les dispositions constructives du ferrailage des appuis doivent être conformes aux prescriptions réglementaires parasismiques du document intitulé "Guide méthodologique - Ponts en zone sismique - Conception et dimensionnement selon l'Eurocode 8".

En particulier, le pont étant conçu selon l'hypothèse de ductilité limitée, des dispositions constructives parasismiques spécifiques sont à appliquer dans les zones dites « critiques » telles que définies dans ce même document. Les armatures doivent être constituées d'acier de classe de ductilité B a minima.

## II.18. JUSTIFICATION DES MURS DE SOUTÈNEMENT EN BETON ARME

(normes NF EN 206/CN, NF EN 1992-1-1, NF EN 1992-1-1/NA, NF EN 1992-2, NF EN 1992-2/NA, NF EN 1997-1, NF EN 1997-1/NA, NF P 94-281, NF EN 1998-1 et NF EN 1998-1/NA, NF EN 1998-5 et NF EN 1998-5/NA)

### II.18.1 Classes d'exposition et enrobages minimal vis-à-vis de la durabilité des aciers passifs des murs de soutènement

Le tableau ci-dessous précise les classes d'exposition des différents parements des murs de soutènement au sens des 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 ainsi que l'enrobages minimal vis-à-vis de la durabilité,  $C_{min,dur}$ , des aciers associés à ces parements.

Parement	Classe d'exposition
Parements des murs	XC4 XD3 XF4
Surfaces côté terre des murs	XC2 XD2 XF1
Semelles de fondation	XC2

## II.18.2 Justifications

Les justifications des murs en béton armé sont menées selon les règles précisées dans les normes citées ci-dessus particulièrement la NF P 94-281 tant pour la stabilité externe qu'interne et avec les hypothèses complémentaires suivantes :

- pour les calculs aux ELS, le coefficient d'équivalence acier/béton est pris égal à  $n=15$ ,
- la contrainte de compression du béton est limitée à  $0,45f_{ck}$  sous combinaisons quasi permanentes et à  $0,60f_{ck}$  sous combinaisons caractéristiques et fréquentes,
- pour la justification de la maîtrise de la fissuration des parements soumis à une classe d'exposition XD ou XS, il est vérifié que l'ouverture des fissures est inférieure à 0.2mm sous combinaisons ELS fréquentes,
- pour la justification de la maîtrise de la fissuration des parements soumis à une classe d'exposition XC, il est vérifié que l'ouverture des fissures est inférieure à 0.3mm sous combinaisons ELS fréquentes,
- la contrainte des armatures de béton armé est limitée à 400MPa sous combinaisons caractéristiques.

En l'absence de prescriptions particulières dans le présent article, les caractéristiques mécaniques des sols à prendre en compte pour le calcul des fondations sont tirées des éléments du mémoire géotechnique.

Le titulaire retient les hypothèses suivantes :

- les caractéristiques des terres et des remblais derrière les murs sont celles précisées dans le sous-article intitulé "Efforts transmis par les terres en contact avec l'ouvrage" de l'article intitulé "Actions et sollicitations" du chapitre 2 du présent CCTP ;
- les charges sur les remblais derrière les murs sont celles précisées dans le sous-article intitulé "Charges d'exploitation sur les remblais d'accès et les appuis d'extrémité" de l'article intitulé "Actions et sollicitations" du chapitre 2 du présent CCTP ;
- les efforts transmis par les dispositifs de retenue en tête des murs sont ceux précisés dans le sous-article intitulé "Chocs de véhicules sur les dispositifs de retenue" de l'article intitulé "Actions et sollicitations" du chapitre 2 du présent CCTP ; ils se cumulent à ceux provoqués par la poussée des terres et sont à reprendre par la structure, sans pondération supplémentaire, selon les conditions normales d'utilisation (ELS).

Le calcul des murs comporte une estimation des déplacements prévisibles dus aux déformations de la structure en béton armé et aux tassements du sol de fondation. En tête de mur, les déplacements horizontaux déterminés sous combinaisons ELS quasi-permanents doivent être inférieurs au 1/100ème de la hauteur du voile du mur. Par ailleurs, l'inclinaison de la face extérieure du voile doit rester positive sous tous les cas de charges non accidentels.

Le mur étant situé en zone sismique, la prise en compte de l'action dynamique des terres sur les murs est réalisée par application de la méthode de Mononobe-Okabe décrite en annexe E de la norme NF EN 1998-5.

Les murs doivent résister également au choc de véhicules sur GBA, le cas échéant.

## II.19. JUSTIFICATION DES PAROIS CLOUEES

(Normes NF EN 206/IN1, NF EN 1992-1-1, NF EN 1992-1-1/NA, NF EN 1992-2, NF EN 1992-2/NA, NF EN 1997 et NF EN 1997/NA, NF P 94-270)

L'étude de stabilité sera menée conformément à la norme NF P 94-270, et s'inspirera des recommandations CLOUTERRE 1991, et de son additif de 2002. Les hypothèses à prendre sont les suivantes :

- classe de conséquence : CC2
- catégorie géotechnique : 2
- durée d'utilisation : 100 ans

Pour la vérification de la résistance structurelle des éléments en béton ou en béton armé, les dispositions de la norme NF EN 1992 avec ses annexes nationales s'appliquent.

Pour la vérification de la résistance structurelle des éléments en acier (armatures de clouage), les dispositions de la norme NF EN 1993 avec ses annexes nationales s'appliquent.

Les caractéristiques géomécaniques et les niveaux de nappe à prendre en compte seront déduits des données géotechniques et sont soumis au visa du Maître d'Œuvre.

Dans le cadre des opérations de suivi de terrassements, de réception de fouilles et des reconnaissances complémentaires éventuelles, il sera procédé systématiquement à une comparaison entre les données prises en compte dans l'étude de stabilité et les conditions géomécaniques effectivement constatées sur le chantier. En cas de divergence sensible les données initiales seront réajustées et les calculs de stabilité et de dimensionnement seront repris pour les phases concernées.

Pour la vérification de la résistance structurelle des éléments en béton ou en béton armé, les dispositions de la norme NF EN 1992-1-1 avec son annexe nationale NF EN 1992-1-1/NA s'appliquent.

Pour la vérification de la résistance structurelle des éléments en acier, les dispositions des normes NF EN 10025-4, NF EN 10025-2 ou NF EN 10080 ainsi que NF EN 1993 avec ses annexes nationales s'appliquent.

## **II.20. JUSTIFICATION DES BLINDAGES DES FOUILLES**

(norme NF P 94-282 et ses amendements NF P 94-282/A1 et NF P 94-282/A2)

### **II.20.1 Généralités**

Les hypothèses de sol et de niveaux d'eau à prendre en compte dans les justifications des blindages des fouilles sont proposées par le titulaire, sur la base du mémoire géotechnique de synthèse joint au présent CCTP. Elles sont soumises au visa du maître d'œuvre avant établissement de la note de calcul du blindage.

Toutes les phases d'édification doivent être justifiées et les caractéristiques des sols précisées.

Les blindages sont autostables. La méthode de calcul à utiliser pour les vérifications de défaut de butée est le « Modèle d'Équilibre Limite » (MEL) décrit à l'article 9.3 de la norme NF P 94-282.

Les blindages comportent un seul niveau d'appuis. La méthode de calcul à utiliser pour les vérifications de défaut de butée est le « Modèle d'Équilibre Limite » (MEL) décrit à l'article 9.3 de la norme NF P 94-282 ou le « Modèle d'Interaction Sol Structure » (MISS) décrit à l'article 9.2 de la norme NF P 94-282.

Les blindages comportent plusieurs niveaux d'appuis. La méthode de calcul à utiliser pour les vérifications de défaut de butée est le « Modèle d'Interaction Sol Structure » (MISS) décrit à l'article 9.2 de la norme NF P 94-282.

Les calculs doivent vérifier les conditions de « renard solide ».

### **II.20.2 Prise en compte des niveaux d'eau**

Les calculs doivent prendre en compte les niveaux d'eau non pas en référence à la figure 5.2.2.1 de la norme NF P 94-282 mais à la figure 5.2.3 de la norme NF P 94-262. Ces niveaux sont précisés sur les plans d'exécution.

## **II.21. JUSTIFICATION DES ÉQUIPEMENTS**

### **II.21.1 Ancrage des dispositifs de retenue**

#### **II.21.1.1 Dispositifs de retenue marqués CE**

##### **1) ferrailage de transmission et répartition locale des efforts issus du dispositif de retenue**

Un ferrailage est en général nécessaire au bon fonctionnement mécanique du dispositif de retenue pour transmettre et répartir localement les efforts concentrés transmis par les ancrages faisant l'objet du marquage CE.

Ce ferrailage inclut également le ferrailage des longrines qui jouent un rôle répartiteur important lors d'un choc.

Ce ferrailage est déterminé :

- soit à partir des aciers correspondants en place dans la dalle d'essai lors des essais de choc nécessaires à l'obtention du marquage CE et ce ferrailage est appliqué tel quel, moyennant les nécessaires adaptations à la géométrie de l'ouvrage considéré ;
- soit à partir d'une justification par le calcul.

## **2) Ferrailage de la structure pour la flexion du hourdis due à un choc**

En complément, la structure est également armée pour reprendre les efforts de flexion composée résultants d'un choc.

Ce ferrailage est déterminé :

- soit à partir des aciers correspondants en place dans la dalle d'essai lors des essais de choc nécessaires à l'obtention du marquage CE et ce ferrailage est appliqué tel quel, moyennant les nécessaires adaptations à la géométrie de l'ouvrage considéré ;
- soit à partir d'une justification par le calcul.

Dans le cas d'un dimensionnement par le calcul, celui-ci est effectué sur la base des efforts transmis à la structure, indiqués par le titulaire conformément au paragraphe 4.7.3.3 de la norme NF EN 1991-2 et à son annexe nationale NF EN 1991-2/NA.

Quatre points sont à considérer :

- les efforts transmis à la structure par les dispositifs de retenue de véhicule définis au sous-article intitulé « Chocs de véhicules sur les dispositifs de retenue » de l'article « actions et sollicitations » du présent chapitre ;
- les charges verticales concomitantes ;
- la pondération de ces efforts ;
- la répartition de ces efforts dans la structure.

Dans le cas où, conformément à la NOTE 3 du paragraphe 4.7.3.3(1) de la norme NF EN 1991-2 et à son annexe nationale NF EN 1991-2/NA, il est retenu un ferrailage type, celui-ci dispense de tout calcul de dimensionnement des aciers correspondants vis-à-vis du choc. Ce ferrailage type correspond au ferrailage en place lors des essais de choc moyennant les adaptations nécessaires compte tenu de la géométrie de la structure considérée.

Dans tous les cas, ce ferrailage de flexion est cumulé à celui résultant d'autres approches (flexion due au poids propre, etc.).

## **3) Justifications d'un ancrage avec un scellement chimique des fixations en acier dans la longrine**

Dans le cas d'un ancrage avec des fixations scellées dans la longrine en béton par scellement chimique, la conception et la vérification doivent être conforme à la partie 5 du guide d'agrément technique européen (ETAG) n°001.

Les efforts (Sd) définis au sous-article « Chocs de véhicules sur les dispositifs de retenue » de l'article « Actions et sollicitations » du présent chapitre doivent correspondre à la défaillance locale du dispositif de retenue.

La vérification de l'ancrage est établie en admettant que ces efforts sont statiques.

Si la défaillance locale du dispositif de retenue intervient par rupture de l'ancrage sur longrine, la résistance caractéristique de l'ancrage (Rk) doit être égale aux efforts transmis par la barrière (Sd) non pondérés. « Chocs de véhicules sur les dispositifs de retenue » de l'article « Actions et sollicitations »  
 $Sd = Rk$ .

Si la défaillance locale du dispositif de retenue intervient par d'autres éléments du dispositif de retenue (montant de la barrière), la résistance caractéristique de l'ancrage (Rk) doit être supérieure aux efforts

transmis par la barrière (Sd) non pondérés. « Chocs de véhicules sur les dispositifs de retenue » de l'article « Actions et sollicitations » Sd < Rk.

La conception de l'ancrage doit être telle que la résistance de l'ancrage est liée à un mode de ruine de l'acier des fixations. La résistance caractéristique d'une fixation due à la rupture de l'acier, pondérée par 1,25, doit être inférieure à la résistance caractéristique de calcul d'une fixation par tout autre mode de rupture impliquant le béton de la longrine.

#### II.21.1.2 Dispositifs de retenue génériques

##### 1) Ferrailage de transmission et répartition locale des efforts issus du dispositif de retenue

Un ferrailage est nécessaire au bon fonctionnement mécanique du dispositif de retenue pour transmettre et répartir localement les efforts concentrés transmis par les ancrages.

Ce ferrailage inclut également le ferrailage des longrines qui jouent un rôle répartiteur important lors d'un choc.

Ce ferrailage est conforme au ferrailage type décrit dans le guide GC correspondant : « Barrières de sécurité pour la retenue des poids lourds » ou « Barrières de sécurité pour la retenue des véhicules légers » du Sétra.

##### 2) Ferrailage de la structure pour la flexion du hourdis due à un choc

En complément, la structure est également armée pour reprendre les efforts de flexion composée résultants d'un choc.

Ce ferrailage est déterminé :

- soit à partir d'une justification par le calcul ;
- soit conformément au guide GC correspondant : « Barrières de sécurité pour la retenue des poids lourds » ou « Barrières de sécurité pour la retenue des véhicules légers » du Sétra.

Dans le cas d'un dimensionnement par le calcul, celui-ci est effectué sur la base des efforts transmis à la structure, donnés par le paragraphe 4.7.3.3 de la norme NF EN 1991-2, et à son annexe nationale NF EN 1991-2/NA, et mené conformément à ce paragraphe.

Quatre points sont à considérer :

- les efforts transmis à la structure par les dispositifs de retenue de véhicule définis au sous-article « Chocs de véhicules sur les dispositifs de retenue » de l'article « actions et sollicitations » du chapitre II du présent CCTP ;
- les charges verticales concomitantes ;
- la pondération de ces efforts ;
- la répartition de ces efforts dans la structure.

Dans le cas où, conformément à la NOTE (3) du paragraphe 4.7.3.3(1) de la norme NF EN 1991-2 et à son annexe nationale NF EN 1991-2/NA, il est retenu un ferrailage type, celui-ci dispense de tout calcul de dimensionnement des aciers correspondants vis-à-vis du choc. Ce ferrailage type correspond au ferrailage en place lors des essais de choc moyennant les adaptations nécessaires compte tenu de la géométrie de la structure considérée.

Dans tous les cas, ce ferrailage de flexion est cumulé à celui résultant d'autres approches (flexion due au poids propre, etc.).

#### II.21.2 Garde-corps

Les garde-corps pour piétons sont soumis aux conditions normales et courantes d'utilisation, conformément à la norme XP P 98-405.

#### II.21.3 Systèmes d'évacuation des eaux du tablier

Les systèmes d'évacuation des eaux sont dimensionnés selon les règles de la deuxième partie du document *Assainissement des ponts routes - Évacuation des eaux, perrés, drainage, corniches-caniveaux...* édité par le Sétra en juin 1989.

Le dimensionnement des dispositifs d'assainissement est de Q10 pour les assainissements longitudinaux, avec une vérification de non-débordement des assainissements superficiels, pour Q25 ans, et une intensité 6 min / 2 h. Les données pour calculer les débits sont indiquées dans le livret F du présent CCTP.

## II.22. 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 de récolement est établi conformément au 4.2.4.2.1 du fascicule 65 du CCTG. Il comprend en outre :

- les documents listés au A.4.2.3 de la norme NF EN 13670/CN, pour les parties en béton ;
- les documents listés au C.2.3.3 de la norme NF EN 1090-2+A1, pour les parties métalliques ;
- le programme et le calendrier réel d'exécution des travaux ;
- les comptes-rendus d'incidents et les calculs éventuels les accompagnant ;
- le PAQ accompagné de tous les résultats des contrôles, épreuves et essais divers ;
- une notice de visite et d'entretien comprenant le suivi géométrique de l'ouvrage et les éléments nécessaires à la visite et à l'entretien des différentes parties de l'ouvrage, dans l'esprit de l'instruction technique pour la surveillance et l'entretien des ouvrages d'art du 16 février 2011 ;
- les plans et notes de calculs mis à jour et conformes à l'exécution.

En matière de calculs, le titulaire établit et fournit notamment une note de calcul de l'ouvrage en flexion longitudinale prenant en compte :

- le calendrier exact des travaux ;
- la cinématique réelle de la construction.

Ce calcul est soumis au visa du maître d'œuvre.

## CHAPITRE III. PROVENANCE, QUALITÉ ET PRÉPARATION DE MATÉRIAUX

## III.1. GÉNÉRALITÉS

### III.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.

### III.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.

### III.1.3 Conformité aux normes, marques et avis techniques français

(art. 23.2 et 24.2 du CCAG-T)

#### III.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 États 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, émis par un organisme public français (Cerema, 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 ISO/CEI

17065 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 l'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.

### III.1.3.2 Acceptation ou refus du maître d'œuvre d'une équivalence

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.

## III.2.REMBLAIS DES FOUILLES ET REMBLAIS CONTIGUS AUX OUVRAGES

(fasc. 2 du CCTG, norme NF P 11-300)

### III.2.1 Origine des remblais des fouilles et des remblais contigus

Les matériaux constituant les remblais des fouilles et les remblais contigus proviennent, pour partie, des déblais du site ou d'emprunts et, pour le reste, d'apports extérieurs.

### III.2.2 Spécifications applicables aux remblais provenant d'apports extérieurs

Les matériaux utilisés pour les remblais des fouilles et les remblais contigus doivent être des matériaux non traités ayant les caractéristiques suivantes :

- dimensions maximales des plus gros éléments : 50 mm ;
- passant à 80 µm inférieur à 12 % ;
- Los Angeles et Micro-Deval humide inférieurs à 45 ;
- fragmentabilité et dégradabilité inférieures à 7 ;
- de type D21, R21 ou B31 selon la norme NF P 11-300.

Le titulaire doit fournir au maître d'œuvre les fiches techniques d'identification des matériaux proposés.

Le titulaire peut également proposer des sols naturels traités à la chaux et/ou aux liants hydrauliques. Dans ce cas, il doit soumettre à l'agrément du maître d'œuvre la fiche technique du sol, l'étude de traitement conformément à l'article 3.1 de la note d'information n°34 du Sétra et la justification de la stabilité de l'ouvrage à court et à long terme avec :

- une valeur de Rc après 14 jours de cure et 14 jours d'immersion supérieure ou égale à 0,7 MPa ;
- une valeur de Rc à 2 jours supérieure ou égale à 0,1 MPa ;
- une vérification de l'aptitude au traitement par essai d'aptitude ;
- dans le cas d'un traitement à la chaux seule, un rapport CBRi/IPI supérieur ou égal à un (1) ;

- une mesure de la cohésion et de l'angle de frottement à long terme ( $c'$  et  $f'$ ) déterminés à l'essai triaxial drainé ou éventuellement à la boîte de Casagrande.

Comme indiqué dans le §9.1 du CCTP livret D, le traitement des matériaux en place n'est pas autorisé à proximité de la section courante.

### III.3. REPÈRES DE NIVELLEMENT

Les repères de nivellement doivent être robustes, inoxydables et discrets et être adaptés au type de mesure prévu. Ils sont obligatoirement exécutés en laiton, en acier inoxydable ou en bronze. Leur conception est telle que leur contact avec le talon de la mire est toujours limité à un point. Les repères susceptibles d'offrir un appui linéaire ou surfacique au talon de la mire sont ainsi interdits.

### III.4. PRODUITS MÉTALLIQUES POUR PIEUX

(art. 16.1 du fasc. 68 du CCTG, normes NF EN 1536+A1, NF EN 12699)

Le titulaire soumet à l'acceptation du maître d'œuvre l'origine et les caractéristiques des produits métalliques pour pieux.

#### III.4.1 Tubes d'auscultation, de carottage ou d'injection

La fourniture et la mise en œuvre des tubes de réservation prévus pour effectuer le contrôle des pieux finis par la méthode sonique par transparence seront conformes à l'article 6 de la norme NF P 94-160-1. Les tubes seront de diamètre 50/60 mm et 102/114 mm (permettant d'assurer aussi le carottage du fond du pieu). Ils sont descendus en pied de pieu et constitués d'éléments de 9 mètres de longueur, filetés au pas du gaz à leur extrémité et obligatoirement raccordés entre eux par des manchons vissés. Leurs extrémités inférieure et supérieure sont fermées hermétiquement par des bouchons coiffants en PVC vissés.

Les tubes seront nettoyés avant leur pose avec un produit de dégraissage.

Le nombre de tubes est, pour les pieux de 1000 mm, au minimum de :

- 3 tubes d'auscultation 50/60 mm
- 1 tube de carottage et/ou d'injection 102/114 mm

### III.5. FLUIDES STABILISATEURS POUR PIEUX FORÉS

(norme NF EN 1536+A1)

Le titulaire soumet au visa du maître d'œuvre les dispositions qu'il compte prendre pour que le fluide stabilisateur soit adapté aux caractéristiques des sols et des eaux rencontrés en vue d'assurer la stabilité des parois du forage pendant l'exécution des pieux et permettre un bétonnage dans de bonnes conditions, en prenant en compte les enjeux environnementaux du site

Le titulaire doit disposer sur le chantier d'un laboratoire où les paramètres du fluide stabilisateur peuvent être mesurés à tout instant, ainsi que d'un matériel de prélèvement de la boue dans le forage.

La teneur en sable maximale du fluide stabilisateur avant réutilisation est de 5 % et avant bétonnage de 2 %.

La clause 6.2.1.5 de la norme NF EN 1536+A1 n'est pas applicable.

### III.6. TRAITEMENTS DE SURFACE

(art. 8.8.3 du fasc. 65 du CCTG)

### **III.6.1 Badigeon pour parois en contact avec les terres**

Le badigeon est constitué de goudron désacidifié, de bitume à chaud ou d'une émulsion non acide de bitume. La composition de ce badigeon est soumise à l'acceptation préalable du maître d'œuvre. Son épaisseur minimale est de 1 mm.

Ce produit doit comporter au moins cinq références d'emploi de plus d'un an. Il doit avoir subi, avec succès et dans un laboratoire indépendant, des essais confirmant sa résistance à l'usure par frottement, aux U.V., aux cycles de gel-dégel et à l'arrachement par traction. Il bénéficie d'une garantie de cinq ans contre toute altération due aux ultraviolets et aux intempéries. Après mise en œuvre, sa teinte est translucide et son aspect mat.

L'acceptation de ce produit par le maître d'œuvre est conditionnée aux résultats d'une épreuve de convenance à la charge de l'entrepreneur. Celle-ci doit confirmer, d'une part, la conformité de la teinte du produit mis en œuvre avec la teinte requise et, d'autre part, l'efficacité réelle du traitement. Cette dernière est démontrée par un essai de nettoyage de produits tachants (peintures aérosols, marqueurs à béton et/ou indélébiles) appliqués depuis au moins sept jours sur une surface témoin de 1,50m x 1,50m d'une paroi ultérieurement remblayée.

### **III.6.2 Produit anti-graffiti et anti-affiches**

Le produit de protection contre les graffitis et les affiches doit être de type « permanent », supportant au moins 10 nettoyages sans rechargement.

## **III.7.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, 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.

### **III.7.1 Aciers**

(norme NF EN 13670/CN, chapitres 6.2.1.1 et 6.2.2.1 du fascicule 65 du CCTG, normes NF A 35-015, NF A 35-080-1, NF A 35-080-2, 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 ;
- armatures de liaison des corniches.

Les aciers à 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.

### III.7.2 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.

Le façonnage d'armatures sur chantier est interdit.

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).

### III.7.3 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 son amendement NF A 35-020-1/A1, 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.

La résistance aux sollicitations sismiques des dispositifs de raboutage doit être testée conformément à l'article 5.5 de la norme NF A 35-020-1 et son amendement NF A 35-020-1/A1. Les exigences portent sur la résistance à la traction et la limitation des déformations.

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.

### III.7.4 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.

## III.8. MORTIERS ET BÉTONS HYDRAULIQUES POUR LE REJOINTOIEMENT

(Normes NF P 95-107, NF EN 998-2)

Le présent chapitre définit les mortiers et bétons utilisés dans le cadre de la reconstruction du mur d'enceinte situé dans l'emprise des travaux de l'OH3 et du rescindement du Janon. Les bétons et mortiers utilisés pour le génie civil des ouvrages sont définis dans d'autres paragraphes.

### III.8.1 Définition des mortiers et bétons

#### III.8.1.1 Dosage du mortier

Le dosage du mortier est défini en accord avec le maître d'œuvre.

### **III.8.2 Constituants des mortiers et bétons**

La norme NF P 95-107 « Réparation et renforcement des maçonneries » précise les caractéristiques des constituants du mortier. Les mortiers pour maçonnerie doivent être conformes à la norme NF EN 998-2.

#### **III.8.2.1 Ciments**

La fourniture des ciments fait partie du marché.

Ils doivent être conformes aux normes NF EN 197-1 et NF EN 197-2, NF EN 413-1, NF P 15-317, NF P 15-319 et au fascicule de documentation FD P 18-011.

Le fascicule 65 du CCTG est complété comme suit :

#### ***Qualité et provenance***

Le titulaire doit proposer à l'acceptation du maître d'œuvre, dans le cadre de son PAQ et conjointement avec les études des bétons, la catégorie, la classe, la sous-classe et la provenance des ciments devant être utilisés.

À l'appui de ses propositions d'agrément, le titulaire doit fournir au maître d'œuvre, en même temps que le dossier des études de composition des bétons, et pour toutes les catégories de ciment utilisées sur le chantier, les résultats statistiques mensuels et annuels des essais effectués dans le cadre de l'autocontrôle par la société ou les sociétés cimentières retenues, et portant sur la période de douze (12) mois précédant la date de signature du marché.

#### ***Conditions de livraison des ciments***

Les conditions de livraison et de stockage des ciments doivent être conformes à l'article 3 du fascicule 3 du CCTG.

En complément de celles-ci, le fournisseur doit informer des livraisons le maître d'œuvre au minimum 24 heures à l'avance.

#### ***Prélèvements conservatoires***

Le titulaire doit effectuer selon les modalités prévues aux clauses 2.2 et 2.3 de la norme NF P 15-300 des prélèvements conservatoires de ciment :

- de 25 kg pour chaque lot de ciment utilisé pour les épreuves d'étude et de convenue des bétons ;
- de 5 kg pour chaque partie d'ouvrage définie lors de l'établissement du plan de contrôle d'exécution de l'ouvrage avec un prélèvement à la première livraison de chaque ciment de qualité nouvelle.

Ces prélèvements sont conservés à l'abri en récipients étanches et étiquetés, soit par le laboratoire qui procédera aux analyses, soit par le maître d'œuvre.

#### ***Contrôles et essais***

##### **Contrôle intérieur**

Pendant toute la durée des travaux, le titulaire fournit au maître d'œuvre les relevés statistiques du fabricant de ciment comprenant :

- moyenne ;
- écart type ;
- coefficient de variation.

Dans le cadre de son contrôle intérieur, le titulaire doit se faire communiquer les résultats de l'autocontrôle effectué par la cimenterie sur le ciment livré et mettre ces résultats à la disposition du maître d'œuvre.

##### **Contrôle extérieur**

Le programme des prélèvements à effectuer est le suivant :

- un prélèvement par partie d'ouvrage.

Sur chaque prélèvement désigné par le maître d'œuvre, sont réalisés les essais suivants :

- identification rapide ;
- temps de prise ;
- expansion à chaud ;
- flexion – compression à 7 et 28 j ;
- chaleur d'hydratation.

Dans le cas de résultats défavorables, il doit être procédé à des contre-épreuves dans les conditions du paragraphe 2.2.5. de la norme NF P 15-300.

Pendant ces contre-épreuves, le maître d'œuvre peut faire bloquer le stock ou le silo concerné jusqu'à la conclusion de celles-ci.

Les résultats de ces essais doivent être communiqués au maître d'œuvre dans les soixante-douze (72) heures qui suivent les prélèvements et en tout état de cause avant l'emploi des ciments (excepté les essais de résistance).

Le reste des prélèvements de ciment après essais, est conservé durant six (6) mois.

Le maître d'œuvre se réserve la possibilité de modifier la cadence de ces essais.

### ***Conséquences d'une ou plusieurs insuffisances des caractéristiques des ciments***

Si des défauts susceptibles d'être imputés à la qualité des ciments livrés sont constatés dans les six mois après le prélèvement, sur une quelconque partie d'un ouvrage, le maître d'œuvre peut faire effectuer, sur les prélèvements conservatoires correspondants, des essais de vérification de la conformité aux normes des ciments livrés, dans les conditions des paragraphes 2.3.2 et 2.2.5 de la norme NF P 15-300.

Lorsque les épreuves et contre-épreuves sur les ciments donnent des résultats défavorables, le maître d'œuvre se réserve le droit d'appliquer dans ce cas, soit l'article 39 du CCAG-T sur les vices de construction si les défauts constatés le nécessitent, soit une réfaction de prix si les défauts constatés ne mettent pas en cause de façon notable la stabilité de l'ouvrage.

#### **III.8.2.2 Chaux**

Les chaux employées doivent être conformes aux normes NF EN 413-1, NF EN 459-1, NF EN 459-2 et NF EN 459-3.

#### **III.8.2.3 Sables pour mortier de rejointoiement**

Le Plan Qualité indique la provenance des granulats et le niveau de performance des granulats proposés. Il fixe les modalités du contrôle du transport, du stockage et de la conformité des fournitures.

Les granulats marins sont interdits.

Pendant toute la durée du chantier, le sable doit provenir d'une seule et même installation. Chaque proposition doit être obligatoirement accompagnée des fuseaux de production établis à partir d'un contrôle statistique à la production portant sur une durée d'au moins six (6) mois. L'effectif de l'échantillon correspondant à chaque caractère spécifié ne doit pas être inférieur à 30.

### ***Nature***

Le sable utilisé pour confectionner le mortier de rejointoiement est un sable de rivière lavé.

### ***Granularité et propreté***

En conformité avec la norme NF EN 196-1, le granulat à utiliser est un sable tamisé et lavé, de bonne qualité et d'origine alluvionnaire, de préférence EV supérieur à 75.

Un sable de bonne qualité est constitué de grains allant de 0,5 mm à 0,08 mm suivant une courbe de granulométrie régulière.

La proportion maximale d'éléments retenus sur le tamis de module trente-cinq (35), tamis de deux virgule cinq millimètres (2,5 mm) doit être inférieure à dix (10) pour cent. Dans le cadre du contrôle intérieur, des planches d'essai sont à réaliser avant rejointoiement pour juger de la couleur du joint à mettre en place.

### **Stockage**

Le titulaire ne peut utiliser que des sables stockés depuis au moins deux (2) jours. En conséquence, la capacité de stockage du sable doit correspondre au moins à la plus forte consommation prévue de deux jours de rejointoiement.

#### **III.8.2.4 Eau de gâchage et d'apport**

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.

Les prescriptions sont conformes à l'article 8.1.2.3 du fascicule 65 du CCTG.

#### **III.8.2.5 Adjuvants**

Ils doivent être conformes à la norme NF EN 934-2+A1.

Il est rappelé que les adjuvants doivent bénéficier de la marque NF-Adjuvants, conformément à l'article 8.1.2.4 du fasc. 65 du CCTG.

Si le mortier de rejointoiement est préparé sur le chantier :

- l'incorporation en usine de tout adjuvant dans les liants est interdite ;
- toute livraison d'adjuvants sur le chantier doit donner lieu à la présentation d'un certificat d'origine indiquant la date limite d'utilisation ;
- l'utilisation d'adjuvants doit être soumise à l'agrément du maître d'œuvre.

Si des produits de réparation prêts à l'emploi sont utilisés :

- les adjuvants alcalins à base d'aluminates ou de silicates de sodium sont interdits ;
- l'incorporation sur chantier de tout nouvel adjuvant dans le liant est interdite.

#### **III.8.2.6 Compatibilité des différents constituants**

Les constituants doivent être compatibles entre eux conformément à l'article 8.1.2.7 du fascicule 65 du CCTG.

### **III.8.3 Composition, fabrication, transport et manutention des mortiers et bétons hydrauliques**

#### **III.8.3.1 Composition**

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

Elle doit être conduite conformément à l'article 8.2 du fascicule 65 du CCTG.

#### **Contenu du mémoire d'étude de composition**

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.

#### III.8.3.2 Délais impartis pour l'étude de composition

Le titulaire doit remettre son mémoire d'étude avant la fin de la période de préparation fixée par le CCAP.

Le maître d'œuvre doit formuler ses observations dans un délai de huit (8) jours ouvrables à compter de la réception du mémoire d'étude.

#### III.8.3.3 Fabrication des bétons

Les prescriptions sont conformes à l'article 8.3.1 du fascicule 65 du CCTG.

#### III.8.3.4 Transport et manutention

Les prescriptions de l'article 8.3.1.3 du fascicule 65 du CCTG sont complétées comme suit :

Le titulaire doit établir une liaison par téléphone ou par tout autre moyen agréé par le maître d'œuvre entre les ateliers de fabrication du béton et les chantiers de bétonnage.

#### III.8.3.5 Maîtrise de la qualité des bétons

##### ***Différents types d'essais et épreuves***

Les différents types d'essais ou d'épreuves sont les suivants :

- épreuves de convenance : à la charge et aux frais du titulaire ;
- épreuves de contrôle : elles font l'objet du contrôle extérieur ;
- épreuves d'information : elles font l'objet du contrôle intérieur.

Pour confectionner les éprouvettes, le titulaire doit fournir le béton et les moules.

Ces éprouvettes sont confectionnées suivant la méthode spécifique au béton projeté décrite dans la norme NF P 95-102.

##### ***Épreuves de contrôle***

Les épreuves d'information sont effectuées par le titulaire dans le cadre de son PAQ.

Les stipulations de l'article 8.3.2.1 du fascicule 65 du CCTG doivent être appliquées.

### **III.8.4 Contrôle extérieur**

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

## **III.9. BÉTONS ET MORTIERS HYDRAULIQUES**

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

### **III.9.1 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 performantielles 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/Leq 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.

### III.9.2 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.

#### III.9.2.1 Béton

Partie d'ouvrage	Classes d'exposition	Type de béton	Classe de résistance	Teneur minimale en liant équivalent vis-à-vis de la durabilité (1) (2)	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				250 kg			
Pieux	XC2 / XA1	BA	C30/37	385 kg		0,55	Conforme à l'annexe D de l'EN 206/CN RAG Cs
Gros béton de remplissage		BA	C25/30	250 kg			
Semelle de fondation	XC2 / XD2	BA	C35/45	350 kg	PM ou ES	0,45	RAG G+S
Piles, culées et murs exposés aux sels	XC4 / XD3 / XF4	BA	C35/45	385 kg	PM ou ES	0,45	RAG Bs G+S EQP

Traverse, piédroits et murs exposés aux sels	XC4 / XD3 / XF4	BA	C35/45	385 kg	PM ou ES	0,45	RAG Bs G+S EQP
Traverse, piédroits et murs non exposés aux sels	XC4 / XF1	BA	C35/45	385 kg	PM ou ES	0,45	RAG Bs G EQP
Dalle de transition	XC2 / XD2 / XF2	BA	C35/45	385 kg	PM ou ES	0,45	RAG Bs G+S
Longrines des équipements et de l'écran acoustique	XC4 / XD3 / XF4	BA	C35/45	385 kg	PM ou ES	0,45	RAG Cs G+S
Surface des murs côté terre	XC2 / XD2	BA	C35/45	385 kg	PM ou ES	0,45	RAG Bs G+S
Surface des murs côté vue exposés aux sels	XC4 / XD3 / XF4	BA	C35/45	385 kg			RAG Bs G+S EQP
Surface des murs côté vue non exposés aux sels	XC4 / XF1	BA	C35/45	385 kg			RAG Bs EQP
Béton des bassins	XD3 / XF4	BA	C35/45	385 kg			RAG Cs G+S

### III.9.2.2 Mortiers

Les mortiers sont titulaires de la marque NF-Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique au titre de scellement ou de calage.

### III.9.2.3 Commentaires concernant les spécifications fournies dans les tableaux précédents

La mention « ES » dans les tableaux précédents 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 – Environnements hivernaux rigoureux* édité par l'Université Gustave Eiffel en octobre 2021.

(2) Les teneurs minimales en liant équivalent étant définies pour  $D_{max}=20$  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  $D<12,5$  mm, +7,5 % pour  $D=14$  mm, +5 % pour  $D=16$  mm, -2,5 % pour  $D=22,4$  mm et -5 % pour  $D=25$  mm.

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

- caractéristique complémentaire « G » : les bétons correspondants doivent faire l'objet des dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel, précisées dans la suite du présent CCTP ;
- 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 2017 par l'IFSTTAR et intitulé « Recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne » ;
- caractéristique complémentaire « LRE » : les bétons correspondants doivent faire l'objet des dispositions particulières relatives à la limitation des retraits précisées dans la suite du présent CCTP ;
- caractéristique complémentaire « LCH » : les bétons correspondants doivent faire l'objet des dispositions particulières relatives à la limitation de la chaleur d'hydratation précisées dans la suite du présent CCTP ;
- caractéristique complémentaire « EQP » : les bétons correspondants doivent faire l'objet de dispositions particulières pour la qualité des parements précisées dans la suite du présent CCTP.

(4) Spécification requise uniquement dans le cas de béton précontraint.

(5) Spécification requise uniquement dans le cas où la couverture de remblais au-dessus de l'élément est inférieure à un mètre.

(6) Spécification requise uniquement en présence de chlorures.

(7) Spécification requise uniquement en présence de sulfate.

(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.

(9) Pour les bétons soumis à une classe d'exposition XF3 ou XF4, le titulaire peut réduire les dosages en liant équivalent en dessous de 385 kg/m<sup>3</sup>, dans la limite de 350 kg/m<sup>3</sup> pour la classe XF3 et de 370 kg/m<sup>3</sup> pour la classe XF4, sous réserve de justifier la résistance au gel interne par l'essai pertinent des normes NF P 18-424 ou NF P 18-425 selon le degré de saturation en eau du béton. Le titulaire doit également justifier la résistance à l'écaillage par l'essai défini dans la norme XP P 18-420 en cas de gel en présence de sels de déverglaçage.

(10) La caractéristique PM ou ES est déterminée, pour les classes d'exposition XA, en fonction du type d'agresseur et de l'agressivité du milieu. Il convient de se reporter au fascicule de documentation FD P 18-011.

#### III.9.2.4 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+A1.

#### **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  $\pm 20$  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.

### **III.9.3 Constituants des mortiers et bétons**

(art. 8.1.2 du fasc.65 du CCTG)

#### **III.9.3.1 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 25 mm 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.

#### **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 fillérisés, 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 0-0,315 mm, par l'essai cinétique visé par la norme NF 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.

En l'absence de justification de la qualification des granulats, ces derniers sont considérés comme potentiellement réactifs (PR) et toutes les dispositions du présent CCTP relatives aux granulats PR leur sont applicables.

Les granulats doivent être 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. Si ces conditions ne sont pas vérifiées, les granulats sont considérés comme potentiellement réactifs (PR) et toutes les dispositions du présent CCTP relatives aux granulats potentiellement réactifs leur sont applicables.

De même, des granulats potentiellement réactifs (PR) peuvent être utilisés sous réserve qu'au moins une des deux conditions suivantes soit vérifiée :

- Condition 1 : La formulation satisfait à un critère analytique (bilan des alcalins) effectué conformément aux prescriptions du 6.3.2 du fascicule de documentation FD P 18-464.
- Condition 2 : La formulation satisfait à un critère de performance (essais de gonflement) effectué conformément aux prescriptions du 6.3.3 du fascicule de documentation FD P 18-464.

### **Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel G et G+S**

Les caractéristiques des granulats doivent respecter les spécifications suivantes définies dans l'esprit du guide *Recommandations pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel – Environnements hivernaux rigoureux* édité par l'Université Gustave Eiffel en octobre 2021 :

Caractéristiques	Béton G	Béton G+S
Sable : friabilité ° selon NF P 18-576	FS ≤ 40	FS ≤ 40
Sable : équivalent de sable sur la fraction 0/2 selon la norme NF EN 933-8	alluvionnaires et concassés ES ≥ 65 ; essai au bleu selon la norme NF EN 933-9+A1 non accepté	alluvionnaires et concassés ES ≥ 60 ; essai au bleu selon la norme NF EN 933-9+A1 non accepté
Sable : passant à 0,063 mm °°	≤ 9 % e = 3	≤ 9 % e = 3
Sable : module de finesse °°°	Ls ≤ 2,8 e = 0,6	Ls ≤ 2,8 e = 0,6
Gravillons : sensibilité au gel et absorption d'eau selon les normes NF EN 1367-1 et NF EN 1097-6 °°°°	pour chaque classe granulaire WA24 ≤ 1% ou F2	pour chaque classe granulaire WA24 ≤ 1% ou F2
Gravillons : D <sub>max</sub> selon la norme NF P 18-545	≤ 25 mm	≤ 25 mm

° Chaque sable utilisé seul ou comme composant d'un mélange doit satisfaire aux valeurs spécifiées pour la propreté et, dans le cas de sables dont le D est supérieur à 1 mm, aux valeurs spécifiées pour la friabilité.

°° Le passant à 0,063 mm comprend d'éventuelles additions utilisées comme correcteur de la granularité des sables.

Les sables comportant une teneur en fines supérieure à 9 % dans les mêmes conditions que ci-dessus peuvent engendrer un mauvais comportement au gel. Leur emploi peut toutefois être envisagé à condition de vérifier dans l'épreuve d'étude que les spécifications exigées dans le guide technique

*Recommandations pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel – Environnements hivernaux rigoureux* édité par l'Université Gustave Eiffel en octobre 2021 sont respectées.

°°° La limite supérieure du module de finesse  $L_s$  et l'étendue  $e$  s'appliquent au sable n'ayant pas fait l'objet d'un mélange et au sable reconstitué par le producteur de granulats.

Pour le sable recomposé sur la centrale à béton, le module de finesse correspond au centième de la moyenne pondérée des refus cumulés des sables constituant le mélange, exprimés en pourcentage. Les refus correspondent aux tamis entrant dans la définition du module de finesse. La pondération est effectuée suivant les proportions relatives des sables entrant dans le mélange. L'exigence concernant l'étendue du module de finesse est satisfaite lorsque l'étendue de chaque composant du sable recomposé est conforme à la valeur indiquée dans le guide technique *Recommandations pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel – Environnements hivernaux rigoureux* édité par l'Université Gustave Eiffel en octobre 2021.

°°°° Seul le critère d'absorption d'eau WA24 est retenu pour qualifier la résistance au gel des gravillons. Chaque classe granulaire doit avoir une valeur d'absorption d'eau WA24 inférieure ou égale à 1 %. À défaut, il est possible d'utiliser des gravillons présentant une valeur de WA24 supérieure à 1 % à condition que ceux-ci soient résistants au gel et classés dans la catégorie F2 définie dans la norme NF EN 12620+A1. Dans ce cas, la résistance au gel est déterminée suivant la norme NF EN 1367-1.

### III.9.3.2 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.

#### **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.

#### **Dispositions 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 30 MPa à 28 jours sur cylindres.

Afin de limiter le retrait endogène, les dalles des ouvrages mixtes doivent être réalisées avec un béton dont le rapport Eeff/Leq doit être supérieur à 0,4.

### ***Dispositions particulières liées aux réactions de gonflement interne***

#### **Réaction alcali-silice RAG**

##### **Contrôle intérieur**

Dans le cas où le dossier carrière montre que les granulats sont potentiellement réactifs, et si la justification de la formule se fait par référence au 6.3.2 du fascicule de documentation FD P 18-464, il est rappelé que des essais de détermination des teneurs en alcalins des ciments sont à réaliser conformément à la norme NF EN 196-2 et à l'annexe A de la norme NF P 18-454. Ces essais ont pour objet de confirmer les données statistiques de la cimenterie et sont effectués au début du chantier, au cours des épreuves d'étude, ou avant les épreuves de convenance en cas d'utilisation d'un béton disposant de références.

##### **Contrôle extérieur**

L'attention du titulaire est attirée sur le fait que le maître d'œuvre peut faire effectuer sur les prélèvements de ciment des mesures de taux d'alcalins et de teneurs en laitier.

#### **Réaction sulfatique interne RSI**

Conformément aux indications du document intitulé « Recommandations sur la prévention des désordres dus à la RSI » édité par le LCPC d'octobre 2017, en cas d'élévation de température excessive et en fonction du niveau de prévention retenu pour l'ouvrage ou la partie de l'ouvrage, le titulaire peut être amené à utiliser des ciments particuliers.

### ***Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel G et G+S***

Le ciment et son dosage doivent respecter les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques	Béton G	Béton G+S
Type et classe	CEM I ou CEM II/A et B sauf cendres volantes 42,5 N – 42,5 R°° et supérieure	CEM I ou CEM II/A (S, D) PM ou ES ou SR-LH° 42,5 N – 42,5 R°° et supérieure
Dosage minimal pour un béton armé ou précontraint 0/20	385 kg/m <sup>3</sup>	385 kg/m <sup>3</sup>

Pour ces bétons, le titulaire peut réduire les dosages en liant équivalent en dessous de 385 kg/m<sup>3</sup>, dans la limite de 350 kg/m<sup>3</sup> pour la classe XF3 et de 370 kg/m<sup>3</sup> pour la classe XF4, sous réserve de justifier la résistance au gel interne par l'essai pertinent des normes NF P 18-424 ou NF P 18-425, selon le degré de saturation en eau du béton. Le titulaire doit également justifier la résistance à l'écaillage par l'essai défini dans la norme XP P 18-420 en cas de gel en présence de sels de déverglaçage.

Les fines des sables et des sables de correction granulaire passant au tamis de 0,063 mm ne peuvent pas être comptabilisées dans le ciment.

° Pour réduire les risques de réaction sulfatique externe en présence de sels de déverglaçage dont la teneur en sulfates solubles est supérieure à 3 %, le titulaire doit utiliser des ciments PM ou ES au sens des normes NF P 15-317 et NF P 15-319, ou des ciments SR au sens de la norme NF EN 197-1 et titulaires de la marque NF-Liants hydrauliques.

°° Le titulaire doit limiter la microfissuration superficielle du béton, et de ce fait, la pénétration des chlorures, en utilisant des ciments peu exothermiques, en particulier pour la réalisation des pièces massives. L'utilisation des ciments de la classe de résistance à court terme R est donc déconseillée.

### III.9.3.3 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.

Il est rappelé que les adjuvants doivent bénéficier de la marque NF-Adjuvants ou équivalent, conformément à l'article 8.1.2.4. du fascicule 65 du CCTG.

#### **Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel G et G+S**

L'utilisation d'un entraîneur d'air est obligatoire pour les bétons traditionnels de classe inférieure à C50/60. L'utilisation d'un réducteur d'eau est fortement conseillée pour pallier les baisses de résistances mécaniques consécutives à la présence d'air entraîné. Il est nécessaire d'effectuer un complément d'étude en centrale permettant de tenir compte des conditions de malaxage et de température. Son objet est d'ajuster le dosage en entraîneur d'air de manière à respecter la fourchette de pourcentage d'air entraîné défini lors de l'étude et de vérifier la stabilité dans le temps des différents paramètres.

### III.9.3.4 Additions pour bétons

(art 8.1.2.6 du fasc. 65 du CCTG, normes 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)

#### **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 %.

Si les granulats sont NR ou PRP, 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 %.

Si les granulats sont PR ou considérés comme tels, si le titulaire choisit de justifier sa formulation en effectuant un bilan des alcalins, ce dernier est effectué conformément aux prescriptions du 6.3.2 du fascicule de documentation FD P 18-464, les alcalins des additions étant pris en compte dans le bilan avec le coefficient d'activité 0,17 pour les pouzzolanes, les cendres volantes et les fumées de silice et avec le coefficient 0,5 pour les laitiers, les fines siliceuses et les fines calcaires. Si au contraire, le titulaire choisit de justifier sa formulation par des essais de performances (essais de gonflement), ceux-ci sont réalisés sur les formules incluant les additions.

Quelle que soit la démarche adoptée pour valider la formule de béton, toute modification dans la qualité ou la nature des additions est interdite à moins de reproduire l'ensemble de la démarche ayant permis de justifier la formule initiale.

#### **Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel G et G+S**

Seuls les laitiers moulus et les fumées de silice sont susceptibles de ne pas altérer la résistance au gel des bétons durcis. Les cendres volantes sont interdites dans tous les cas.

Si les additions sont utilisées comme correcteur de la granularité des sables ou en addition au ciment (nécessairement un CEM I), les dosages maximaux suivants par rapport au poids du ciment sont à respecter :

- 10 % pour les fumées de silice ;
- 30 % pour les laitiers moulus ;
- 15 % pour les additions calcaires (certaines peuvent augmenter la sensibilité à l'écaillage) ;

étant entendu que le total du dosage en additions calcaires et laitiers moulus ne doit pas dépasser 30 %.

Les additions ne sont autorisées en substitution partielle au ciment que pour les bétons G et avec un ciment CEM I ; le dosage minimal s'applique alors au liant recomposé ciment + addition.

Pour un béton dont le diamètre maximal du granulat D max est égal à 20 mm, les quantités maximales suivantes, données en kg/m<sup>3</sup>, doivent être respectées :

Classes d'exposition	XF1	XF2	XF3	XF4
Laitiers moulus	50	0	50	0
Fumées de silice	30	0	30	0
Additions calcaires	50	0	0	0

Pour un béton dont le diamètre maximal du granulat Dmax est différent de 20 mm, les quantités d'additions A à ajouter ou à déduire, en pourcentage des valeurs indiquées dans le tableau précédent, sont données dans le fascicule 65 du CCTG.

Pour une même formule, une seule addition est autorisée en substitution dans une formule donnée.

### III.9.3.5 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.

## III.9.4 Généralités sur les épreuves d'études, de convenance et de contrôle

(norme NF EN 13670/CN, 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.

## III.9.5 Étude 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.

### III.9.5.1 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 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, 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 (PR), le titulaire doit intégrer dans le dossier d'étude des bétons, tous les résultats des essais prévus aux 6.3.2 et 6.3.3 du fascicule de documentation FD P 18-464. Ces essais sont réalisés à ses frais.

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.

## **III.9.5.2 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 l'IFSTTAR en octobre 2017.

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.

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

Pour le niveau de prévention Cs, la température maximale dans le béton doit, d'une manière générale, rester inférieure à 70 °C. Si cette condition ne peut être respectée, elle doit obligatoirement rester inférieure à 80 °C et au moins une des six conditions du 3.3 des « Recommandations pour la

prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne » édité par l'IFSTTAR en octobre 2017 doit être respectée.

#### Température maximale pour le niveau de prévention Ds

Pour le niveau de prévention Ds, la température maximale dans le béton doit, d'une manière générale, rester inférieure à 65 °C. Si cette condition ne peut être respectée, elle doit obligatoirement rester inférieure à 75 °C mais dans ce cas, le ciment doit être conforme à la norme NF P 15-319 (ES) avec, dans le cas des CEM I et CEM II/A, une limitation à 3 kg/m<sup>3</sup> de la teneur en alcalins équivalents actifs du béton et la formulation du béton doit être obligatoirement validée par un laboratoire indépendant expert en réaction sulfatique interne et remplir les conditions suivantes :

- pour les éléments préfabriqués, le ciment utilisé est conforme à la norme NF P 15-319 (ES) avec, dans le cas des CEM I et CEM II/A, une limitation à 3 kg/m<sup>3</sup> de la teneur en alcalins équivalents actifs du béton ;
- pour les bétons de pièces critiques coulées en place, utilisation d'un ciment conforme à la norme NF P 15-319 (ES) excepté les ciments CEM I, CEM II/A-L et CEM II/A-LL.

#### III.9.5.3 Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel G et G+S

Les caractéristiques exigées sont les suivantes :

Caractéristiques	Béton G	Béton G+S
Rapport $E_{eff}/C$ ( $E_{eff}$ = eau efficace et C = ciment ou liant recomposé pour les bétons G)	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Résistance caractéristique en compression $f_{ck}$ à 28 j sur cylindre	$\geq 30$ MPa	$\geq 35$ MPa
Facteur d'espacement L selon norme ASTM C 457/C 457M °	$\leq 250$ µm	$\leq 200$ µm
Écaillage selon la norme XP P 18-420	sans objet	$\leq 600$ g/m <sup>2</sup> °°
Allongement relatif selon les normes NF P 18-424 et NF P 18-425	$\leq 400$ µm/m	$\leq 400$ µm/m
Rapport des carrés des fréquences de résonance mesurées suivant la norme NF P 18-414	$\geq 75$	$\geq 75$

° L'évaluation du facteur d'espacement nécessite que le titulaire respecte avec une très grande rigueur le mode opératoire de la norme : prélèvement des échantillons, nombre d'échantillons, qualité du polissage, etc. Cette opération doit être réalisée par un personnel qualifié et par un organisme certifié COFRAC.

°° Dans le cas des bétons bruts de décoffrage destinés à des parties d'ouvrage dont l'esthétique est une fonction particulièrement importante, on peut limiter les valeurs d'écaillage à 150 g/m². Ces valeurs très basses nécessitent des conditions de fabrication très élaborées. Elles sont imposées uniquement pour les parties d'ouvrage visibles à très courte distance, 2 à 3 m, et exigeant un aspect d'une qualité exceptionnelle. Elles doivent être spécifiées dans le CCTP du marché.

La quantité d'air occlus dans le béton frais doit être mesurée à l'aéromètre sur chaque gâchée fabriquée.

### III.9.6 Épreuves de convenance

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

#### III.9.6.1 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 :  $0,975 < \rho_{théorique} / \rho_{réelle} < 1,025$ .

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.

#### III.9.6.2 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.

#### III.9.6.3 Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel G et G+S

L'épreuve de convenance doit permettre de vérifier l'obtention des caractéristiques suivantes :

Caractéristiques	Béton G	Béton G+S
Rapport $E_{eff}/C$ ( $E_{eff}$ = eau efficace et C = ciment ou liant recomposé pour les bétons G)	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Résistance caractéristique en compression $f_{ck}$ à 28 j sur cylindre	$\geq 30$ MPa	$\geq 35$ MPa
Facteur d'espacement L selon norme ASTM C 457/C 457M °	$\leq 250$ µm	$\leq 200$ µm
Écaillage selon la norme XP P 18-420	sans objet	$\leq 600$ g/m² °°

Allongement relatif selon les normes NF P 18-424 et NF P 18-425	$\leq 400 \mu\text{m/m}$	$\leq 400 \mu\text{m/m}$
Rapport des carrés des fréquences de résonance mesurées suivant la norme NF P 18-414	$\geq 75$	$\geq 75$

° L'évaluation du facteur d'espacement nécessite que le titulaire respecte avec une très grande rigueur le mode opératoire de la norme : prélèvement des échantillons, nombre d'échantillons, qualité du polissage, etc. Cette opération doit être réalisée par un personnel qualifié et par un organisme certifié COFRAC.

°° Dans le cas des bétons bruts de décoffrage destinés à des parties d'ouvrage dont l'esthétique est une fonction particulièrement importante, on peut limiter les valeurs d'écaillage à  $150 \text{ g/m}^2$ . Ces valeurs très basses nécessitent des conditions de fabrication très élaborées. Elles sont imposées uniquement pour les parties d'ouvrage visibles à très courte distance, 2 à 3 m, exigeant un aspect d'une qualité exceptionnelle et spécifiées dans le tableau des bétons ci avant.

### III.9.7 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.

#### III.9.7.1 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 maxi Eeff / Lianteq 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.

#### III.9.7.2 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 1 000 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.

#### III.9.7.3 Épreuve de contrôle

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

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 :

Lot	Nombre de prélèvements
Fondations profondes	3 par groupe de pieux fabriqués dans la journée
Appuis	3 par appuis et au moins un prélèvement par phase de bétonnage
Murs de soutènement	3 pour l'ensemble et au moins un prélèvement par phase de bétonnage
Structures en cadres ou portiques	3 (+1 par 100 m <sup>3</sup> supplémentaires au-delà de 300 m <sup>3</sup> ou par phase de bétonnage)
Tablier	3 (+1 par 100 m <sup>3</sup> supplémentaires au-delà de 300 m <sup>3</sup> ou par phase de bétonnage) et 1 au niveau du béton de reprise du joint de chaussée
Dalle d'ouvrage	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.

#### **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.

Le gonflement doit être inférieur à 200 µm/m à cinq mois.

#### **Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel G et G+S**

L'épreuve de contrôle doit permettre de vérifier l'obtention des caractéristiques suivantes :

Caractéristiques	Béton G	Béton G+S
Rapport $E_{eff}/C$ ( $E_{eff}$ = eau efficace et C = ciment ou liant recomposé pour les bétons G)	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Résistance caractéristique en compression $f_{ck}$ à 28 j sur cylindre	$> 30$ MPa	$> 35$ MPa
Facteur d'espacement L	$\leq 300$ µm	$\leq 250$ µm
Écaillage selon la norme XP P 18-420	sans objet	$< 750$ g/m <sup>2</sup>
Allongement relatif selon les normes NF P 18-424 et NF P 18-425	$< 500$ µm/m	$< 500$ µm/m
Rapport des carrés des fréquences de résonance mesurées selon la norme NF P18-414	$> 60$	$> 60$

La quantité d'air occlus dans le béton frais doit être mesurée à l'aéromètre chaque fois qu'une mesure de la consistance du béton est effectuée.

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

Lot	Nombre de prélèvements
-----	------------------------

Appuis	1 pour l'ensemble par 500 m <sup>3</sup> + 1 par 1 000 m <sup>3</sup> supplémentaires
Murs de soutènement	1 pour l'ensemble par 500 m <sup>3</sup> + 1 par 1 000 m <sup>3</sup> supplémentaires
Structures en cadres ou portiques	1 par structure d'un volume inférieur ou égal à 500 m <sup>3</sup> + 1 par 1 000 m <sup>3</sup> supplémentaires
Tablier	1 par tablier d'un volume inférieur ou égal à 500 m <sup>3</sup> + 1 par 1 000 m <sup>3</sup> supplémentaires
Dalle d'ouvrage mixte	1 par dalle d'un volume inférieur ou égal à 500 m <sup>3</sup> + 1 par 1 000 m <sup>3</sup> supplémentaires
Béton pour longrine des dispositifs de retenue	1 par 500 m <sup>3</sup>
Coques préfabriquées	1 par élément
Corniches préfabriquées	1 tous les cinq éléments
Corniches caniveaux préfabriquées	1 tous les cinq éléments

Un prélèvement comprend :

- béton soumis au gel pur (G) : une mesure du facteur d'espacement L ;
- béton soumis au gel + sels (G+S) : une mesure du facteur d'espacement L et une mesure d'écaillage E.

#### III.9.7.4 Équipements 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.

### III.10. IMPERMÉABILISATION PAR ENDUIT L.H.M.

(NF P 95-103, NF EN 1504-2 et guide d'application GA P 18-902)

L'enduit LHM est à appliquer en pied de pile en TPC de la RN88.

#### III.10.1 Généralités

Les produits de protection générale de surface visés par le présent article est de type liant hydraulique modifié. Ils 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 :
  - o Protection contre l'eau sans pression, protection vis-à-vis de la vapeur d'eau, protection vis-à-vis du dioxyde de carbone, protection contre la pénétration des chlorures, protection contre l'écaillage de surface dû au gel/dégel et aux sels de déverglaçage,

- 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. La teinte RAL sera définie en accord avec le maître d'œuvre. Elles sont définitivement arrêtées après la réalisation des épreuves de convenance.

### III.10.2 Critères 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.
- La protection contre l'action du gel – dégel,
- La protection contre les sels de déverglaçage.

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.

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

Les produits doivent avoir des références dans des domaines d'utilisation analogues.

### III.10.3 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 :
  - o Quantité livrée,
  - o Respect des prescriptions pour les emballages, intégrité de ceux-ci.
- Leur identification :
  - o Société productrice,
  - o Usine de fabrication,
  - o Étiquetage des produits avec le cas échéant la référence à une marque, un marquage, une homologation, ...,
  - o Date de fabrication, numéro de lot,
  - o 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 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.

### III.10.4 Contrôle intérieur de la conformité

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.

### III.11. BÉTON PROJETÉ

Les bétons projetés seront conformes à la norme NF EN 14487-1.

Les bétons projetés feront l'objet d'une étude de composition communiqué au maître d'œuvre pour information en même temps que celle des bétons coffrés.

La composition du béton projeté sera adaptée au mode de projection choisi sachant que seule la projection par voie sèche est admise

La teneur en eau des granulats devra être homogène et inférieure à 4 %.

#### III.11.1 Granulats

L'Entrepreneur communiquera au maître d'œuvre pour information, le fuseau de tolérance des granulats qui devra se rapprocher le plus possible des fuseaux issus des recommandations de l'AFTES ou de l'ASQUAPRO.

Il sera effectué une étude du béton pour béton projeté afin de déterminer la courbe optimale possible.

L'Entrepreneur veillera autant que possible à proposer :

- un sable avec un faible pourcentage de grains plats,
- un gravillon dont le coefficient d'aplatissement sera inférieur à 0,30,
- un gravillon roulé plutôt qu'un gravillon cassé. Toutefois l'essai de convenance sera le meilleur critère eu égard aux conditions locales.

La teneur en eau des granulats devra être maintenue faible – moins de 3 % - et il sera donc nécessaire de prévoir un stockage des granulats à l'abri des intempéries (encore plus nécessaire en période hivernale).

#### III.11.2 Adjuvant et ajouts spécifique

Les adjuvants traditionnels pour béton (accélérateur de prise, fluidifiants, etc.) devront répondre aux normes NF EN 934-2 et bénéficier d'un droit d'usage de la marque NF.

Les raidisseurs devront répondre aux spécifications de la norme NF EN 934-2 qui les définit comme « adjuvants 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 quel que soit l'inclinaison de celui-ci ».

Le dosage de l'adjuvant sera fixé par les essais d'étude et par l'essai de convenance, compte tenu du ciment utilisé et des conditions de mise en œuvre.

#### III.11.3 Dosage minimal en ciment

Le dosage minimal en ciment PM sera de 400 kg/m<sup>3</sup>.

#### III.11.4 Résistance

La valeur caractéristique requise de la résistance à la compression à 28 jours sera fixée à :  $f_{ck} = 30$  MPa.

Des valeurs minimales de la résistance à la compression  $f_{ck}$  seront également exigées à plus jeune âge :

- $f_{ck} = 10$  MPa à 2 jours,
- $f_{ck} = 18$  MPa à 7 jours.

### III.12. PAROIS CLOUÉES

Le béton projeté est conforme au §III.11. du présent livret.

Les treillis soudés sont conformes au §III.7. du présent livret.

Les garde-corps de service sont conformes au §III.17. du présent livret.

### III.12.1 Armatures

Les barres d'ancrages sont constituées de tiges d'acier à haute adhérence et de nuance Fe E500/550 conformes aux normes NF A 35-015 à NF A 35-022 et EN 10 080. Les éléments complémentaires (écrous, plaques) sont réalisés en acier soudable.

Les clous utilisés seront soit scellés dans un forage, soit autoforés.

La provenance des barres constituant les clous et tous les accessoires nécessaires devra recevoir, au préalable, un agrément de principe (l'agrément définitif dépendant des essais de convenance) du Maître d'œuvre. À cette fin, l'entrepreneur veillera à ce que chaque fournisseur remette, pour chaque nature d'ancrage, une fiche d'agrément ainsi que de références récentes.

Tous les éléments complémentaires (écrous, contre écrous et plaques) seront réalisés en acier S355 ou en acier allié ayant des caractéristiques mécaniques au moins égales.

La fiche d'agrément devra comporter les caractéristiques mécaniques de l'acier des accessoires et fournir des précisions sur la résistance et la déformabilité des accessoires (notamment pour les plaques d'appui).

Le filetage sera réalisé en usine et soumis au contrôle du maître d'œuvre. Le filetage sur le chantier est exclu. La partie filetée de la barre doit avoir les mêmes caractéristiques mécaniques d'une section courante avec le diamètre nominal.

La partie non scellée des barres sera filetée sur une longueur suffisante permettant le vissage d'un écrou, contre la plaque d'ancrage.

Elles seront équipées de dispositifs destinés à assurer leur centrage dans les forages assurant la stabilité des trous de forage à raison de deux minimums par barre de 3 mètres, il s'agira de centreurs PVC type corbeille.

Les tolérances seront celles définies par le §9.5.1 du Fascicule n° 68 du CCTG.

Les armatures devront être stockées à l'abri des intempéries. Elles devront être débarrassées, avant la pose, de toute trace d'huile ou de graisse et doivent être exemptes de biffure de rouille.

Des essais sur clous sacrificiels seront réalisés sur cinq clous au minimum avec au moins deux clous par type de sol, selon les prescriptions de la norme NF EN 14490.

Des essais sur clous de l'ouvrage seront réalisés sur des clous d'essai uniformément répartis dans l'ouvrage, selon les prescriptions de la norme NF EN 14490.

L'emploi de centreurs pour les barres scellées est à prévoir.

### III.12.2 Coulis de scellement pour clou

Le ciment du coulis de scellement sera de type PMES. Il sera conforme aux spécifications de l'article 6.2.3 de la norme NF EN 14 490 et à la norme NF EN 197-1.

L'entrepreneur fournira au Maître d'œuvre une fiche d'identification définissant :

- les constituants (ciment, adjuvants et charge éventuelle),
- la formule avec les tolérances de dosage et le poids spécifique correspondant, les caractéristiques de base (densité, viscosité au cône Marsh d'ajutage 5 mm, ressuage ou décantation, résistance en compression simple mesurée sur des moules cylindriques de faible section). Le rapport C/E de 2 sera à adapter en fonction de la perméabilité du matériau,
- les autres caractéristiques (retrait, absorption capillaire, fin de prise),
- la modification du temps de prise en fonction de la température, accélération du début de prise, pour une température de coulis de 30°C, retard de la fin de prise pour une température du coulis de 5°C,
- les modalités d'exécution des épreuves d'études, de convenance et de contrôle.

Les mesures de densité réalisée, soit sur le coulis liquide, soit sur le coulis durci et les mesures de viscosité seront réalisées lors des essais de convenance et au moins une fois par poste de 8 heures pendant l'exécution.

La mesure de résistance mécanique sera mesurée lors de l'essai de convenance et au moins une fois par mois pendant la durée de l'exécution.

Les autres caractéristiques seront mesurées lors des essais d'étude et de convenance et en cas de doute sur la constance du coulis.

L'Entrepreneur devra proposer, à l'accord du Maître d'Œuvre, la composition des coulis de scellement qu'il compte utiliser pour tous les clouages et ancrages. La composition des coulis devra être compatible à la fois avec la nature des terrains où s'effectueront les scellements et l'accès aux ancrages. Les adjuvants et additifs ne doivent contenir aucun élément agressif vis à vis des aciers et des ciments. Ils doivent être choisis d'après la liste établie par la Commission Permanente des Liants Hydrauliques et Adjuvants du Béton, du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie.

Les spécifications du coulis d'ancrage devront respecter les stipulations du paragraphe 1.3.1 et 1.3.2 du chapitre 7, spécification et contrôle des « Recommandations Clouterre 1991 ».

Leurs compositions et leurs caractéristiques devront être adaptées aux terrains.

L'Entrepreneur utilisera de préférence des cartouches préfabriqués ou un coulis prêt à l'emploi.

Si le coulis est fabriqué sur place il sera à base de ciment à haute résistance et à prise rapide.

La température de l'eau de gâchage sera supérieure à 10°C au moment de la préparation du coulis.

Le ciment utilisé sera un CPA CEMI 52,5 PMES et devra répondre au double critère relatif à :

- l'agressivité du terrain vis à vis du ciment,
- l'agressivité du ciment vis à vis de l'armature.

Pour la classification des terrains en terrain :

- très agressif,
- moyennement agressif,
- non agressif,

et le choix du ciment en fonction de l'agressivité du terrain environnant, il sera fait application des critères définis dans les recommandations CLOUTERRE 91.

Pour le choix du ciment en fonction de son agressivité vis à vis des armatures, il sera fait application des critères définis à l'article 3.2.2 des Recommandations TA 95.

Le rapport C/E sera égal ou supérieur à 2 et vérifié régulièrement.

Les contrôles seront conformes à la norme NF EN 196-1.

Pour les essais de contrôle, il sera prélevé un lot de 9 éprouvettes sur le premier clou, puis systématiquement des lots de 9 éprouvettes tous les 30 clous réalisés.

Tous ses lots de 9 éprouvettes seront éprouvés dans les mêmes conditions que pour l'épreuve de convenance.

L'eau de gâchage utilisée pour la fabrication du coulis doit respecter les prescriptions de la norme NF EN 1008 ainsi que du §8.1.2.3 du Fascicule 65 du CCTG.

### III.12.3 Dispositif de drainage

Le dispositif de drainage prévu derrière la paroi est constitué d'un géotextile composite. Celui-ci est constitué, coté remblais, d'un géotextile non tissé titulaire d'un certificat de qualité pour les géotextiles délivré par l'ASQUAL, et coté paroi, d'une âme drainante en matériau imputrescible.

La perméabilité normale au plan, la capacité de débit dans le plan et l'ouverture de filtration caractéristique du géotextile sont proposées par le titulaire au vu des éléments du mémoire géotechnique de synthèse joint au présent CCTP et des caractéristiques des remblais contigus. Ce dispositif de drainage est complété par un drain collecteur en PVC, situé au pied de paroi. Le drain sera enrobé d'un matériau 15/25 et d'un géotextile non tissé certifié ASQUAL (classe 5).

Des drains subhorizontaux forés à 100 mm seront réalisés selon indications du rapport géotechnique. Les drains en PVC avec fentes axiales et stries horizontales seront de diamètre 150 mm.

### **III.13. PROTECTION ANTICORROSION DES PARTIES MÉTALLIQUES**

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

#### **III.13.1 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.

##### **III.13.1.1 Généralités**

Les stipulations du présent sous-article sont applicables à toutes les pièces galvanisées ou galvanisées et peintes avec application automatisée, 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.

##### **III.13.1.2 Acceptation des lots de peinture**

Pour l'acceptation des lots de peinture, il est précisé qu'en plus des dispositions d'assurance qualité prévues par le fascicule 56 du CCTG (voir ci-dessus pour les références des chapitres et des articles), le maître d'œuvre se réserve le droit de faire procéder à une analyse chimique complète du produit chaque fois qu'il le juge nécessaire et en particulier chaque fois que les résultats des essais de vérification qualitative sortent des tolérances prévues par les fiches de certification, lorsque ces essais ont une signification pour la peinture envisagée.

Les peintures ou produits rendus inutilisables à la suite des opérations de contrôle de conformité sont à la charge du titulaire, si le lot n'est pas admis.

##### **III.13.1.3 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 utilisée : 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 35-503 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.

Pour les procédés de protection par galvanisation suivie de mise en peinture, le tableau applicable des durées de garantie du fascicule 56 du CCTG est le tableau 7 : Protection des ouvrages neufs par galvanisation suivie de mise en peinture.

#### III.13.1.4 Garanties de stabilité des couleurs

Les garanties du système de protection contre la corrosion (garantie anticorrosion et garantie d'aspect) des dispositifs de retenue n'incluent pas la garantie contre les altérations de la couleur précisée dans l'article 1.5 du fascicule 56 du CCTG.

#### III.13.1.5 Autres exigences

Il est rappelé que les différentes couches du système de protection anticorrosion doivent être de couleurs nettement différentes.

### III.13.2 Processus de mise en œuvre de type génie civil

Le présent sous-article concerne les procédés de type génie civil tels que définis par l'article 1.6.1.2 du fascicule 56 du CCTG et notamment les procédés par mise en peinture ou métallisation suivie de mise en peinture sur acier nu et de mise en peinture de l'acier galvanisé.

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 métallisation) et article 2.2 : Peinture ;
- chapitre 3, article 3.2 : Mode d'exécution des travaux, ouvrages neufs, cas des processus de type génie civil.

#### III.13.2.1 Généralités

Les stipulations du présent sous-article sont applicables à toutes les pièces peintes, galvanisées peintes ou métallisées peintes prévues au présent marché. Les systèmes de peinture mis en œuvre sont indiqués dans les articles du présent CCTP relatifs à ces parties.

#### III.13.2.2 Acceptation des lots de peinture

Pour l'acceptation des lots de peinture, il est précisé qu'en plus des dispositions d'assurance qualité prévues par le fascicule 56 du CCTG (voir ci-dessus pour les références des chapitres et des articles), le maître d'œuvre se réserve le droit de faire procéder à une analyse chimique complète du produit chaque fois qu'il le juge nécessaire et en particulier chaque fois que les résultats des essais de vérification qualitative sortent des tolérances prévues par les fiches de certification, lorsque ces essais ont une signification pour la peinture envisagée.

Les peintures ou produits rendus inutilisables à la suite des opérations de contrôle de conformité sont à la charge du titulaire, si le lot n'est pas admis.

#### III.13.2.3 Garanties

Les garanties du système de protection contre la corrosion de la charpente sont conformes aux spécifications de l'article 1.5 du fascicule 56 du CCTG appliquées avec les hypothèses suivantes :

- tout élément de la charpente métallique est considéré comme appartenant à la catégorie 1 définie par l'article 1.3 du fascicule 56 du CCTG, et reçoit un système de peinture certifié par l'ACQPA (marque ACQPA-Systèmes anticorrosion par peinture) ;
- la garantie inclut toujours la garantie de tenue (anticorrosion et aspect (cloquage, craquelage et écaillage)) ;
- la garantie n'inclut pas la garantie contre les altérations de la couleur précisée dans l'article 1.5 du fascicule 56 du CCTG.

Selon le procédé de protection et les modalités de mise en œuvre, les tableaux applicables des durées de garantie du fascicule 56 du CCTG sont donc les suivants :

- tableau 1 : travaux de protection sur ouvrage neuf en acier dont la ou les premières couches sont appliquées en atelier et la couche de finition sur site ou la totalité sur site ;
- tableau 2 : travaux de protection sur ouvrage neuf en acier dont la totalité du système est appliqué en atelier ;
- tableau 3 : travaux de métallisation plus peinture sur acier mis à nu ;
- tableau 7 : protection des ouvrages neufs par galvanisation suivie de mise en peinture.

#### III.13.2.4 Autres exigences

Il est rappelé que les différentes couches du système de protection anticorrosion doivent être de couleurs nettement différentes.

### III.14. OSSATURE MÉTALLIQUE

(art. 5 du fasc. 66 du CCTG, normes NF EN 1090-2+A1 et NF P 22-101-2/CN)

#### III.14.1 Qualité des matériaux

(art. 5.1 à 5.4, 5.6 et annexes A et B du fasc. 66 du CCTG, normes NF EN 1993-2/NA et NF EN 1993-1-10, normes NF EN 10025-1, NF EN 10025-2, NF EN 10025-3 et NF EN 10025-4)

Les désignations utilisées ci-dessous s'entendent au sens des normes NF EN 10025-1, NF EN 10025-2, NF EN 10025-3 et NF EN 10025-4.

En outre, les épaisseurs mises en œuvre pour un acier de nuance et de qualité données doivent être conformes aux exigences données par le tableau 2.1 de la norme NF EN 1993-1-10 en fonction du niveau de contrainte et de la température minimale.

Les aciers des poutrelles laminées sont les suivants :

- poutrelles laminées : acier S355K2+N, N, NL, M ou ML ;

Toutes les tôles sont des tôles d'épaisseurs constantes.

Les matériaux de l'ossature métallique doivent respecter les exigences liées aux classes d'exécution EXC3 ou EXC4 de la norme NF EN 1090-2+A1 suivant les cas définis à l'article « Exécution des charpentes métalliques » du chapitre 4 du présent CCTP.

Les tôles destinées à la construction de la charpente sont marquées de façon à permettre leur identification et à constituer le plan de mise en tôle. Les profilés mis en œuvre doivent pouvoir être identifiés dans l'usine de construction.

Les aciers des poutrelles sont prévus en l'état de livraison de laminage normalisant (N) ou thermomécanique (M).

Pour les éléments provisoires de contreventement, les caractéristiques des produits laminés sont soumises à l'acceptation du maître d'œuvre.

Il est rappelé que les aciers définis ci-dessus doivent être titulaires de la marque NF-Acier.

#### III.14.2 Conditions techniques de livraison

Les conditions de commande, de contrôle de production et de livraison des aciers de l'ossature métallique sont conformes aux stipulations de la norme NF EN 1090-2+A1, du fascicule 66 du CCTG et de la norme NF EN 10021.

#### III.14.3 Organes d'assemblage

##### III.14.3.1 Boulons

(art. 5.6 du fasc. 66 du CCTG, normes NF EN 14399-1, NF EN 14399-2, NF EN 14399-3, NF EN 14399-5, NF EN 14399-6, NF EN 14399-10 et NF EN ISO 898-1)

L'utilisation des boulons de construction destinés à des applications non précontraintes est limitée aux conditions précisées dans l'article 5.6.1 du fascicule 66 du CCTG.

Les boulons de construction aptes à la précontrainte sont conformes à l'article 5.6.2 du fascicule 66 du CCTG.

Il est rappelé que les boulons doivent être marqués CE et être titulaires de la marque NF-Boulonnerie ou équivalent.

Ce sont des boulons galvanisés du système HR au sens de la norme NF EN 14399-1. Toutefois, des boulons du système HRC (norme NF EN 14399-10) peuvent être acceptés. Dans ce cas, après le serrage, la zone non revêtue apparaissant à l'extrémité de la vis suite à la rupture de l'embout fusible doit être protégée contre la corrosion par un traitement de protection efficace (par une peinture complémentaire à haute teneur en zinc, par exemple) soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

Ils ne peuvent être utilisés que dans le cadre d'assemblages par couvre-joints, les assemblages par platines d'about étant interdits.

Leur étanchéité est assurée par un mastic adapté, compatible avec les produits entrant dans la composition du dispositif de protection anticorrosion.

#### III.14.3.2 Produits d'apport de soudage

(art. 5.5 du fasc. 66 du CCTG, normes NF EN ISO 18275, NF EN ISO 18276, NF EN ISO 14341, NF EN ISO 2560, NF EN ISO 14171, NF EN ISO 17632)

Les produits d'apport de soudage sont conformes à d'apport 5.5 du fascicule 66 du CCTG.

### III.14.4 Détail de la protection anticorrosion

Le système de protection contre la corrosion est un système par peinture sur acier mis à nu (subjectile noté A suivant la certification ACQPA) pour des ouvrages neufs (travaux notés N suivant la certification ACQPA).

Le système de peinture est un système titulaire de la marque ACQPA-Systèmes anticorrosion par peinture, de catégorie de corrosivité C4 V.

## III.15. APPAREILS D'APPUI EN ÉLASTOMÈRE FRETTE

(normes NF EN 1337-1, NF EN 1337-2 et NF EN 1337-3)

### III.15.1 Généralités

Les appareils d'appui en élastomère fretté bénéficient du marquage CE sur la base de la norme NF EN 1337-3. La constance des performances est certifiée par un organisme notifié dans le cadre du système 1 d'évaluation et de vérification de la constance des performances.

Les normes NF EN 1337-1, NF EN 1337-2 et NF EN 1337-3 s'appliquent avec les précisions de la note d'information n°27 du Sétra.

Conformément aux paragraphes 4.4.1 et 4.3.6 de la norme NF EN 1337-3, ces appareils d'appui sont en polychloroprène et la concentration d'ozone prévue pour leur test de tenue à l'ozone est de 50 ppm.

Conformément aux paragraphes 7.3 et 7.4 de la norme NF EN 1337-2, les appareils d'appui avec plan de glissement comportent des alvéoles dans le PTFE avec une lubrification et une protection appropriée du plan de glissement.

La position des dispositifs de mesure et les modalités de protection contre les souillures sont proposées par le titulaire et soumises à l'acceptation du maître d'œuvre. Il en est de même pour le mode de fixation des plaques de glissement en acier inoxydable sur les tôles support.

### **III.15.2 Caractéristiques des appareils d'appui**

Les appareils d'appui en élastomère fretté sont de type C au sens de la norme NF EN 1337-3.

Leurs dimensions sont définies par le titulaire suite aux calculs d'exécution.

Ils sont munis de dispositifs anti-cheminement.

### **III.15.3 Conditions de livraison et de stockage**

Les appareils d'appui sont livrés sur chantier sous emballage protecteur puis stockés dans un local clos et couvert.

L'ensemble plan de glissement/bloc d'élastomère des appareils d'appui à plans de glissement est à livrer comme une pièce monolithique.

## **III.16. ÉTANCHÉITÉ PRINCIPALE**

*(fasc. 67 titre I du CCTG)*

### **III.16.1 Généralités**

L'étanchéité du tablier est réalisée par un procédé composé d'un vernis d'imprégnation à froid et d'une feuille préfabriquée surmontée d'une protection en asphalte gravillonné.

Les relevés d'étanchéité sont protégés.

Le système mis en œuvre doit être titulaire d'un avis technique sur les étanchéités des ponts-routes avec support en béton, délivré par le Sétra.

La protection provisoire lourde de la chape d'étanchéité est constituée d'un film mince synthétique (polyane, géotextile, ...) recouvert d'une couche de grave de 50 cm. Les caractéristiques de cette protection sont proposées par le titulaire et soumises à l'acceptation du maître d'œuvre.

La protection provisoire légère de la chape d'étanchéité sur les zones non-circulées est constituée d'un film mince synthétique (polyane, géotextile) recouvert d'une couche de grave de 10 cm.

### **III.16.2 Assurance de la qualité**

Les épreuves de contrôle sont réalisées suivant les stipulations de l'article 8 du fascicule 67 titre I du CCTG.

## **III.17. GARDE-CORPS**

*(norme XP P 98-405)*

### **III.17.1 Généralités**

Les garde-corps sont conformes aux plans joints au présent CCTP.

### **III.17.2 Qualité des matériaux**

Les éléments constitutifs des garde-corps sont conformes aux prescriptions de la norme XP P 98-405.

### **III.17.3 Protection contre la corrosion**

*(fasc. 56 du CCTG)*

La protection contre la corrosion, y compris celle de la boulonnerie, est assurée par galvanisation à chaud dans un atelier accepté préalablement par le maître d'œuvre, suivie d'une mise en peinture avec

application automatisée (thermolaquage ou équivalent) d'un système titulaire de la marque ACQPA-Systèmes anticorrosion par peinture, de classe de certification C4GNV.

Celle-ci fait l'objet des garanties découlant de l'application des tableaux 6 et 7 du fascicule 56 du CCTG.

### III.18. DISPOSITIFS DE RETENUE MARQUES CE

(norme NF EN 1317-5+A2)

#### III.18.1 Généralités

Les essais de choc normalisés nécessaires à l'obtention du marquage CE doivent avoir été réalisés dans des conditions représentatives d'un tablier d'ouvrage d'art (implantation, ancrage, ...).

Le dispositif de retenue doit rompre (pièces fusibles) ou se plastifier pour ne pas endommager la structure en lui transmettant des efforts trop importants. Le titulaire fournit les efforts maximaux susceptibles d'être transmis à la structure. Ces efforts doivent pouvoir être repris sans modifier la géométrie de la structure représentée sur les plans du DCE, moyennant un ferrailage déterminé selon les conditions du sous-article « Ancrage des dispositifs de retenue » de l'article « Justification des équipements » du chapitre 2 du présent CCTP.

Suite à un choc, les ancrages doivent pouvoir être réparés en place, pour éviter toute modification du calepinage.

Le projet ayant fait l'objet d'une étude architecturale, le parti choisi dans celle-ci doit être respecté au niveau des dispositifs.

#### III.18.2 Caractéristiques des dispositifs en bord libre d'ouvrage

Le dispositif de retenue routier marqué CE en bord libre de l'ouvrage de franchissement de la RN 88 doit avoir les performances suivantes :

- niveau de retenue sur l'ouvrage : H2,
- classe de niveau de largeur de fonctionnement : W3,
- la déflexion dynamique est compatible avec la géométrie de l'ouvrage :  $D < 0,88$  cm,
- niveau de sévérité de choc : B (indice de sévérité de l'accélération  $ASI \leq 1,4$ ).

Le dispositif de retenue des véhicules assure également une fonction de garde-corps de service et répond aux dispositions de la norme XP P 98-405 relatives aux garde-corps de service.

Dans le cadre des essais normalisés, aucune partie de la barrière d'une masse supérieure à 2 kg ne doit se détacher entièrement de la barrière.

#### III.18.3 Qualité des matériaux

Toutes les pièces en acier, y compris les pièces d'ancrage entrant dans la constitution des dispositifs de retenue, sont aptes à la galvanisation et de classe A selon la norme NF A 35-503. Un certificat de réception « 3.1 » au sens de la norme NF EN 10204 avec indication de l'analyse chimique du lot sera fourni.

Pour les pièces en alliages d'aluminium il sera fait usage d'aluminium anodisé. Les alliages sont conformes à la norme NF EN 755-1 et sont de la série 6000 au sens de la norme NF EN 573-3. Un certificat de réception « 3.1 » au sens de la norme NF EN 10204 avec indication de l'analyse chimique du lot sera fourni.

#### III.18.4 Protection contre la corrosion

La protection contre la corrosion, y compris celle des pièces d'ancrage, est assurée par galvanisation à chaud, conformément à la norme NF EN ISO 1461, dans un atelier accepté préalablement par le maître d'œuvre. Celle-ci fait l'objet des garanties découlant de l'application des tableaux 6 et 7 du fascicule 56 du CCTG. Les trous éventuels nécessaires pour la libre circulation des bains de galvanisation devront être hors des cordons de soudures.

L'attention du titulaire est attirée sur le fait que les zones de glissement entre les éléments du dispositif de retenue ne doivent pas être mises en peinture.

Les fixations de ces équipements à l'ouvrage seront protégées par des rondelles joints COMPRIGUM® ou similaires, conformément aux indications du guide technique GC "Garde-corps" du Sétra, associées à des capsules CAPGUM® ou similaires.

### III.18.5 Produits de scellement des fixations dans la longrine

En cas de scellement chimique, les produits utilisés doivent bénéficier d'une Evaluation Technique Européenne (ETE) selon le Document d'Evaluation Européen (anciennement Guide d'Agrément Technique Européen) n°001 partie 5.

## III.19. BORDURES DE TROTTOIR

(art. 7.2 du fasc. 31 du CCTG, norme NF EN 1340)

Les bordures de trottoir préfabriquées sont titulaires de la marque NF-Bordures et caniveaux en béton. Leur classe de résistance à la flexion telle que définie à l'article 5.3.3.2 de la norme NF EN 1340 est la classe U. Leur classe de résistance aux agressions climatiques au sens de la norme NF EN 1340 est la classe D. Leur classe de résistance à l'abrasion au sens de la norme NF EN 1340 est la classe F.

## III.20. CORNICHES CANIVEAUX

Avant tout commencement de fabrication, le titulaire soumet au maître d'œuvre, à titre de convenance, un élément témoin.

Les corniches caniveaux doivent faire l'objet de plans d'exécution établis et soumis au visa du maître d'œuvre dans les mêmes conditions que les plans d'exécution de l'ouvrage.

L'ensemble des corniches caniveaux préfabriquées doit être d'aspect homogène, et conforme à l'image de la corniche caniveau témoin approuvée par le maître d'œuvre.

Les inserts de fixation dans la structure sont en acier inoxydable de nuance X6CrNiMoTi17-12-2 telle que définie dans le tableau 3 de la norme NF EN 10088-1. Les éléments de bardage métallique des corniches caniveaux sont en X2CrNiMo17-12-2 telle que définie dans la NF EN 10088-1. Les supports en profilés métalliques et les raidisseurs sont également en acier inoxydable présentant une bonne compatibilité afin d'éviter la corrosion galvanique par formation de couples électrochimiques entre métaux de compositions différentes.

Les travaux de soudure sur acier sont conformes aux prescriptions des normes NF EN 1090-2+A1 et NF P 22-101-2/CN, tous les assemblages relevant de la classe EXC2 au sens de ces normes.

La boulonnerie doit être, au moins, de la classe de qualité A4-70.

Le dispositif de liaison à la structure doit pouvoir donner des degrés de liberté pour le montage de :

- $\pm 8$  cm en x ;
- $\pm 15$  mm en y ;
- $\pm 25$  mm en z.

Les raccords éventuels permettent d'assurer une continuité parfaite de l'étanchéité depuis le fil d'eau en bordure de chaussée jusqu'au déversoir dans la corniche caniveau.

## III.21. ANCRAGES POUR ÉCRANS ACOUSTIQUES

(normes NF EN 10025-1 et NF EN 10025-2)

La fixation des écrans acoustiques est assurée par des tiges filetées en acier S355J2+N tel que défini par les normes NF EN 10025-1 et NF EN 10025-2. Leur protection anticorrosion est assurée par galvanisation à chaud. Leur filetage est obligatoirement exécuté en usine et du type roulé.

## **III.22. GRAVE NON TRAITÉE**

(fasc. 23 du CCTG, norme NF EN 13285)

La grave non traitée à mettre en œuvre est une GNT2 0/31,5.

### **III.22.1 Granulats**

(norme NF P 18-545, NF EN 13242+A1)

Les caractéristiques minimales des granulats doivent être :

- catégorie F pour les caractéristiques intrinsèques des gravillons ;
- catégorie IV pour les caractéristiques de fabrication des gravillons ;
- catégorie b pour les caractéristiques de fabrication des sables.

### **III.22.2 Eau**

(norme NF P 98-100)

L'eau utilisée peut être de catégorie 1 ou 2 au sens de l'article 5 de la norme NF P 98-100.

### **III.22.3 Caractéristiques de la grave non traitée**

(norme NF EN 13285)

Le fuseau de spécification est celui défini pour une GNT 2 de la norme NF EN 13285.

La masse volumique sèche et la teneur en eau optimale de laboratoire sont déterminées selon les normes NF EN 13286-1 et NF EN 13286-2 à l'énergie Proctor Modifiée.

## **III.23. DISPOSITIF DE DRAINAGE**

Le dispositif de drainage prévu derrière les murs est constitué d'un géotextile composite. Celui-ci est constitué, coté remblais, d'un géotextile non tissé titulaire d'un certificat de qualité pour les géotextiles, délivré par l'ASQUAL, et coté mur, d'une âme drainante en matériau imputrescible. La perméabilité normale au plan, la capacité de débit dans le plan et l'ouverture de filtration caractéristique du géotextile sont proposées par le titulaire au vu des éléments du mémoire géotechnique de synthèse joint au présent CCTP et des caractéristiques des remblais contigus. Ce dispositif de drainage est complété par un tuyau collecteur en PVC, de 150 mm de diamètre, situé au pied du mur.

## CHAPITRE IV.EXÉCUTION DES TRAVAUX

## IV.1. TRAVAUX PRÉPARATOIRES

### IV.1.1 Installations de chantier

L'installation du chantier comprend les travaux suivants :

- les prestations définies dans le livret A du DCE.
- les prestations définies à l'article D1.1 de l'annexe D du fascicule 65 du CCTG, ainsi qu'à l'article 1.1 de l'annexe au texte "Définition technique des prestations" du fascicule 68 du CCTG, hormis celles faisant l'objet d'un prix particulier et qui concernent l'aménagement de zones de réalisation et l'installation du matériel de réalisation des fondations.

### IV.1.2 Repères de nivellement

La fixation des repères de nivellement s'effectue par scellement ou par collage.

En cas de scellement, le repère est fixé dans un trou réalisé mécaniquement à un emplacement préservant les aciers de l'ouvrage de tout endommagement. Après nettoyage de ce trou par soufflage, il est scellé à l'aide d'un produit de scellement titulaire de la marque NF-Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique. Les repères mis en œuvre avec des chevilles autoforeuses ou à expansion sont interdits.

En cas de collage, le produit de fixation est soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

### IV.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 dispositions de l'article 27 du CCAG-T sont complétées comme suit :

- le plan d'implantation général et le piquetage général sont vérifiés par le titulaire qui fait part de ses observations, par écrit, au maître d'œuvre. Ils sont, le cas échéant, modifiés contradictoirement. Cette opération doit avoir lieu avant tout début des travaux.

Les tolérances d'implantation des piquets sont de +/- 5 mm.

## IV.2. SEMELLES ET RADIER DE FONDATION

(fasc. 68 du CCTG)

### IV.2.1 Fouilles pour fondations

#### IV.2.1.1 Généralités

Sont considérés comme fouilles pour fondations, tous les déblais exécutés au droit des semelles, radiers, massifs, 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 1/1,
- 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.

#### IV.2.1.2 Fouilles courantes

L'emprise en plan des fouilles est celle des semelles de fondation augmentée de 1 m pour chacune des faces. Le coffrage des semelles est donné sur les plans joints au DCE.

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.

Le niveau du fond de fouilles est le niveau inférieur du béton de propreté de 10 centimètres d'épaisseur minimale ou du massif de substitution.

### IV.2.2 Remblaiement des fouilles

*(normes NF P 94-093 et NF P 98-331, art. 3.2 et 6.4 du fasc. 68 du CCTG et art. 5.8 du 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 des fouilles, en précisant notamment les dispositions qu'il compte prendre aux abords immédiats des semelles des appuis (engins de compactage lourd, plaques vibrantes, etc.).

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.

Le niveau de densification que le titulaire doit atteindre est le niveau q3 au sens de l'article 6.2.5 de la norme NF P 98-331.

Le volume du remblai des fouilles est le volume des fouilles diminué du volume des maçonneries.

### IV.2.3 Tolérances

*(art. 11 du fasc. 68 du CCTG)*

La fouille libère l'espace fixé par les plans. Aucun écart par défaut n'est admis. Les surprofondeurs des divers points du fond de fouille par rapport aux niveaux fixés sont inférieures à 5 cm. Les écarts en plan par excès doivent être inférieurs à 10 cm.

### IV.2.4 Spécifications particulières relatives aux fondations directes sur le sol

*(chapitre II du fasc. 68 du CCTG)*

#### IV.2.4.1 Généralités

Les niveaux pour le fond de fouille portés sur les plans joints au présent CCTP n'ont qu'un caractère indicatif. Les niveaux définitifs sont arrêtés en tenant compte :

- des niveaux déterminés par les études d'exécution,
- en cas de particularités géotechniques rencontrées pendant les travaux, des propositions du titulaire acceptées par le maître d'œuvre.

#### IV.2.4.2 Essais et contrôles

(art. 13 du fasc. 68 du CCTG)

Des essais sont prévus en fond de fouille. Ces essais sont effectués au titre du contrôle interne.

Le nombre, la nature et les modalités d'exécution des essais effectués au titre du contrôle extérieur sont fixés par le maître d'œuvre en cours d'exécution

### IV.2.5 Spécifications particulières relatives aux éléments de liaison de fondations profondes

Les articles 10 à 14 du chapitre II du fascicule 68 du CCTG sont rendus applicables également aux éléments de liaison de fondations profondes (semelles ou radiers).

## IV.3. FONDATIONS PAR PIEUX EXÉCUTES EN PLACE

(chapitre IV du fasc. 68 du CCTG, norme NF EN 1536)

### IV.3.1 Dispositions constructives

(art. 24 du fasc. 68 du CCTG)

#### IV.3.1.1 Pieux forés tubés

Les pieux sont réalisés à partir d'un forage dont les parois sont maintenues par un tubage. Ils sont remplis de béton et armés.

### IV.3.2 Implantation

(art. 25 du fasc. 68 du CCTG)

L'implantation des pieux est donnée sur les plans joints au DCE.

Les tolérances d'implantation maximales sont les suivantes :

Pieux en béton armé	À terre
En plan	10 cm
Pieux verticaux, défaut de verticalité	2 cm / m

La tolérance de profondeur d'exécution est de 0,25 m. Si la profondeur réelle dépasse la base de pieu théorique de plus de 0,25 m, le titulaire propose au visa du maître d'œuvre les dispositions techniques permettant le contrôle d'intégrité jusqu'à la base du pieu.

### IV.3.3 Mise en œuvre

(art. 26 du fasc. 68 du CCTG)

Les niveaux de pied des pieux portés sur les plans joints au DCE n'ont qu'un caractère indicatif. Les niveaux définitifs sont arrêtés en tenant compte :

- des niveaux déterminés par les études d'exécution et les essais définis ci-après,

- en cas de particularités géotechniques rencontrées pendant les travaux, des propositions du titulaire acceptées par le maître d'œuvre.

#### IV.3.3.1 Forage

Les engins de forage doivent avoir une capacité de forage supérieur de 10 m à la profondeur des pieux.

Une rallonge sans pales pénétrant sur une longueur maximale de 3 m dans le sol est autorisée en tête. Dans ce cas, le titulaire soumet au visa du maître d'œuvre les dispositions qu'il compte prendre vis-à-vis des paramètres de dimensionnement sur la hauteur de rallonge.

#### IV.3.3.2 Armatures

*(art. 26.1 du fasc. 68 du CCTG)*

Les armatures sont préfabriquées en cages.

Les armatures sont entreposées et manipulées de façon à éviter leur pollution et des déformations susceptibles de porter atteinte à l'usage prévu tant lors de la mise en œuvre que lors du bétonnage.

Des dispositifs de calage sont prévus sous forme d'écarteurs rigides fixés sur les armatures longitudinales. Quatre écarteurs sont disposés par niveaux, espacés au maximum de deux mètres.

#### IV.3.3.3 Tubes d'auscultation

Les tubes d'auscultation sont nettoyés avec un produit de dégraissage. Ils sont ensuite fixés à la cage d'armatures par un dispositif empêchant tout déplacement et toute déformation pendant la descente de la cage puis pendant le bétonnage. En haut, ils dépassent de 0,50 m l'arase de bétonnage. En bas, les tubes de diamètres 50/60 mm et 102/114 mm descendent jusqu'en fond de pieu.

#### IV.3.3.4 Bétonnage

*(art. 26.2 du fasc. 68 du CCTG)*

Lors de bétonnage à l'aide d'un tube plongeur, l'amorçage est l'opération qui consiste à introduire les premières gâchées de béton dans le forage. Pour cette phase particulière, le titulaire soumet au visa du maître d'œuvre une procédure permettant de favoriser l'effet de chasse et de se prémunir de la ségrégation, du délavage et de la pollution du premier béton.

Dans le cas d'utilisation de plusieurs tubes plongeurs :

- l'amorçage doit être simultané dans chacun des tubes,
- les tubes plongeurs doivent être disposés et alimentés de manière à assurer une remontée et un écoulement du béton raisonnablement uniformes.

Le bétonnage de la totalité de chaque pieu doit être possible avant tout début de prise du béton déjà mis en œuvre. Si le volume des pieux est trop important pour que cette exigence puisse être satisfaite, le titulaire justifie auprès du maître d'œuvre les modalités adoptées pour le bétonnage.

Lors du bétonnage d'un pieu, le niveau de béton frais dans le pieu et dans les pieux voisins doit être vérifié.

La hauteur de garde minimale de 2 mètres doit être respectée entre le niveau de béton frais et la base du tubage provisoire.

En dehors de la phase d'amorçage, l'immersion d'un tube plongeur dans le béton frais ne doit jamais être inférieure à 1,5 m. C'est le cas en particulier lors du démontage des éléments du tube, et lors de la récupération et du démontage des éléments d'un tubage provisoire.

Une courbe de bétonnage, donnant le volume de béton consommé avec un pas maximal de deux mètres, est établie pour chaque pieu.

Il n'est pas autorisé de supprimer un élément de tarière en cours de bétonnage.

#### IV.3.3.5 Curage du fond de pieu

Le forage du pieu est arrêté au-dessus de la cote prévue. Le curage du fond de pieu est alors réalisé immédiatement avant l'équipement et le bétonnage pour atteindre la cote prévue. Si cette condition n'est pas satisfaite, le titulaire soumet au visa du maître d'œuvre les dispositions adaptées qu'il compte prendre.

#### IV.3.3.6 Recépage

Le recépage comporte :

- une phase obligatoire d'enlèvement du béton durci au terme de laquelle le titulaire vérifie la qualité du béton sur la totalité de la section à la cote d'arase,
- éventuellement une purge par débordement ou enlèvement directement dans le forage de béton frais.

Le volume total recépage ne peut être inférieur à celui correspondant à un diamètre de hauteur de pieu.

Si l'élimination du béton de qualité insuffisante amène le niveau réel de recépage au-dessous du niveau théorique, le titulaire soumet au visa du maître d'œuvre la procédure de reprise (reconstitution du pieu jusqu'au niveau d'arase par exemple).

### IV.3.4 Surveillance, essais et contrôles

(art. 27 du fasc. 68 du CCTG, norme NF EN 1536)

En complément des constats d'exécution et des essais d'information menés suivant les stipulations de l'article 27 du fascicule 68 du CCTG, il est observé les modalités de surveillance et les essais et contrôles ci-dessous.

#### IV.3.4.1 Surveillance

Pour chaque pieu, le titulaire remet au maître d'œuvre un compte rendu intégré au journal de chantier et conforme à la norme NF EN 1536, dont la liste des éléments est précisée comme suit :

- pour les techniques de tarière continue creuse, un enregistrement graphique des paramètres de forage et de bétonnage,
- pour les autres techniques la courbe de bétonnage,
- l'altimétrie du béton et des armatures en fin de bétonnage par rapport à un repère altimétrique fixe et clairement identifié.

La liste des éléments composant le compte rendu est non exhaustive. Elle est adaptée aux techniques mises en œuvre et aux conditions de sols.

Ces différentes observations doivent faire l'objet d'un compte-rendu comprenant un dépouillement et une analyse. En cas d'écarts importants vis-à-vis des procédures d'exécution, le titulaire soumet au visa du maître d'œuvre les dispositions qu'il compte prendre et met à jour la procédure d'exécution.

#### IV.3.4.2 Essais de contrôle sur les pieux définitifs

(norme NF P 94-160-1)

##### 4.3.4.2.1 Auscultation sonore

Les pieux font l'objet d'un contrôle par auscultation sonore effectué par un laboratoire choisi et rémunéré par le maître de l'ouvrage. Ce contrôle est exécuté conformément à la norme NF P 94-160-1, avant recépage et dès que l'âge du béton des pieux est supérieur à 7 jours.

Pendant ce contrôle, il est procédé à une vérification des longueurs de pieux et à une identification des zones à recéper. Il est d'autre part recherché toute singularité du béton conformément à la norme NF P 94-160-1.

Si aucune singularité n'est rencontrée, ce contrôle est considéré comme satisfaisant.

Si une singularité est détectée, le titulaire ouvre une fiche de non-conformité et procède à des investigations complémentaires (études, essais, etc.). Si celles-ci ne permettent pas de lever la non-conformité, il est procédé à un carottage et à un examen du béton de la zone litigieuse. Si celle-ci est située à la pointe du pieu, au voisinage d'un tube phi 102/114 mm, le carottage est effectué à partir de ce tube. Dans le cas contraire, le carottage est effectué sur toute la hauteur du pieu située au-dessus de la zone singulière. Si le béton extrait est conforme aux exigences du présent CCTP, les frais correspondants à ces contrôles sont pris en charge par le maître de l'ouvrage. Dans le cas contraire, ils sont à la charge du titulaire, de même que toutes les mesures qu'il est nécessaire de prendre pour pallier ce défaut (investigations, études complémentaires, pieu supplémentaire, etc.).

#### **4.3.4.2.2. Carottages des pointes de pieux**

Le maître d'œuvre se réserve la possibilité de faire effectuer, au titre du contrôle extérieur, des carottages des pointes de pieux, afin de vérifier la qualité du contact en pointe entre le béton et le sol. Si l'examen de ces carottes met en valeur la présence de malfaçons (béton délavé, poches de boue ou de sédiments, desserrage ou remaniement du terrain, etc.), le titulaire procède à ses frais à une injection des pointes de pieux défectueuses. Il soumet au préalable au visa du maître d'œuvre une procédure de réparation précisant :

- la composition du coulis d'injection,
- le mode opératoire des travaux,
- les contrôles d'efficacité de la réparation.

### **IV.4. 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.

#### **IV.4.1 Classement des ouvrages provisoires**

(5.1.2 du fasc. 65 du CCTG)

Les cintres sont classés en première catégorie d'ouvrages provisoires.

Pour les ouvrages provisoires et dispositifs de protection de seconde catégorie, les attestations du contrôle intérieur effectué par le COP sont transmises au maître d'œuvre avant tout début des opérations correspondantes.

#### **IV.4.2 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 deux 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 des pièces réputées jointives jusqu'au jour du bétonnage sont bourrés de mortier.

#### **IV.4.3 Flèches et déformations**

(art. 5.34 du fasc. 65 du CCTG)

##### **IV.4.3.1 Étalements**

Les étalements ne doivent pas subir de déplacement excédant 2 cm en quelque point que ce soit, depuis le début du bétonnage jusqu'au décentrement.

#### IV.4.3.2 Cintres

Les flèches maximales des cintres sous l'action du béton frais doivent être inférieures à  $l/2000 + 2$  cm où  $l$  désigne la portée du cintre, exprimée en centimètres. Cette valeur peut toutefois être augmentée, sans toutefois dépasser  $l/300$ , sous réserve de justifier les efforts dans le béton suivant les stipulations du chapitre 2 du présent CCTP.

### IV.5. COFFRAGES

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

#### IV.5.1 Procédures

(art. 5.8.3 du fasc. 65 du CCTG)

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).

##### IV.5.1.1 Épreuve de convenance

(art. 8.8.4.1 du fasc. 65 du CCTG)

Le titulaire doit effectuer à ses frais une épreuve de convenance destinée à contrôler la régularité et l'aspect des parements fins et ouvragés. Cette épreuve nécessite la réalisation dans les conditions du chantier, des éléments témoins précisés au sous-article intitulé « Épreuves de convenance » de l'article intitulé « Bétons et mortiers hydrauliques » du chapitre 3 du présent CCTP.

##### IV.5.1.2 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.

Pour les parements fins et les parements ouvragés non revêtus, l'homogénéité de la teinte et de la texture est appréciée par rapport à l'élément témoin de l'étude de convenance ou par rapport au premier élément coulé.

#### IV.5.2 Coffrages pour parements fins

(art. 5.4.5 et 8.8.2.1.4 du fasc. 65 du CCTG)

Les parements fins doivent satisfaire aux prescriptions portées sur les éléments de l'étude architecturale joints au présent CCTP.

Les constituants du coffrage doivent être acceptés par le maître d'œuvre et faire l'objet d'essais de convenance.

Dans le cas d'utilisation de contre-plaqué non peint, le réemploi des panneaux est interdit.

Les systèmes d'attache nécessitant un ragréage ne sont pas autorisés.

Les coffrages pour parements fins ne doivent comporter aucun dispositif de fixation non prévu sur les dessins d'exécution.

### IV.5.3 Coffrages pour parements ouvragés

(art. 5.4.6 et 8.8.2.1 du fasc. 65 du CCTG)

Les parements ouvragés doivent satisfaire aux prescriptions portées sur les éléments de l'étude architecturale joints au présent CCTP.

Afin d'atteindre les objectifs architecturaux fixés par le projet, les bétons des parements ouvragés sont exécutés avec des granulats respectant les stipulations du cahier architectural.

Les constituants du coffrage doivent être acceptés par le maître d'œuvre et faire l'objet d'essais de convenance.

Dans le cas d'utilisation de contre-plaqué non peint, le réemploi des panneaux est interdit.

Les systèmes d'attache nécessitant un ragréage ne sont pas autorisés.

Les coffrages pour parements ouvragés ne doivent comporter aucun dispositif de fixation non prévu sur les dessins d'exécution.

### IV.5.4 Coffrages perdus

Les coffrages perdus doivent être dimensionnés pour résister en phase provisoire, à l'action du poids du béton mou, et à la pression hydrostatique du béton.

Les coffrages perdus métalliques reçoivent une protection contre la corrosion offrant les garanties de la catégorie 3 définies par l'article 3 du fascicule 56 du CCTG.

### IV.5.5 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.

D'autre part, compte tenu des risques de dégradation, les parements seront protégés pendant toute la durée du chantier par un revêtement provisoire synthétique (film plastique de type Polyane® de forte épaisseur, bâches renforcées, etc.). Le titulaire soumet à l'acceptation du maître d'œuvre la nature de ce revêtement et son mode de fixation sur les parties à protéger.

### IV.5.6 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.

## IV.6. TRAITEMENTS DE SURFACE

### IV.6.1 Badigeon pour parois en contact avec les terres

Les produits sont préparés et mis en œuvre conformément aux indications de la fiche technique du fabricant.

### IV.6.2 Produit anti-graffiti et anti-affiches

La mise en œuvre du produit anti-graffiti et anti-affiches s'effectue conformément aux recommandations du fabricant et aux conclusions de l'épreuve de convenance. Les parements à traiter,

qui doivent avoir au moins vingt-huit jours, bénéficient au minimum d'un nettoyage au jet à haute pression. Les graffitis éventuels sont enlevés. Le traitement est arrêté sur un joint de coffrage horizontal, sur une cannelure s'il en est prévu ou sur un profilé horizontal provisoire garantissant une limite supérieure nette.

## **IV.7. ARMATURES DE BETON ARME**

(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.

### **IV.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 manutention 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.

### **IV.7.2 Soudage**

(norme NF EN 13670/CN et chapitre 6.4 du fasc. 65 du CCTG, norme 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 (§III.7.1 du présent livret).

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.

### **IV.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.

#### **IV.7.4 Enrobage des armatures**

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

Le respect des exigences du chapitre 4.13.3 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 ferraillements 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.

#### **IV.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.

### **IV.8. BÉTONS**

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

#### **IV.8.1 Béton de propreté**

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

## IV.8.2 Bétonnage sous conditions climatiques extrêmes

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

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.

Des dispositions particulières sont prises pour éviter un refroidissement brutal de la dalle.

### IV.8.2.1 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.

Lorsque la température mesurée sur chantier est inférieure à +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. Ces moyens sont proposés par le titulaire dans son programme de bétonnage et soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

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.

### IV.8.2.2 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.

## IV.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.

#### **IV.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.

#### **IV.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 "Etude des bétons" de l'article "Bétons et mortiers hydrauliques" du chapitre 3 du présent CCTP.

#### **IV.8.6 Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel**

##### **IV.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-v 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.

Compte tenu de la présence de bulles d'air dans les bétons G et G+S, le titulaire les met en œuvre au pervibrateur par couches de faible épaisseur pour permettre aux grosses bulles d'air d'éclater à la surface du béton frais tout en évitant une vibration trop énergique qui provoquerait une ségrégation.

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%.

##### **IV.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.

#### IV.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.

### IV.8.7 Décoffrage des dalles de tablier

Le décoffrage ne peut pas avoir lieu moins de 24 heures après la fin du bétonnage de la dalle.

La résistance du béton au décoffrage est d'au moins 18 MPa.

### IV.8.1 Joint d'étanchéité en élastomère

Un joint d'étanchéité de type "Waterstop" ou équivalent est prévu.

## IV.9. PAROI CLOUÉE

### IV.9.1 Prescription générales

Avant de mettre en œuvre le soutènement par paroi clouée, l'Entrepreneur procédera, en présence d'un représentant du maître d'œuvre ou du contrôleur technique, à la réception et aux essais de convenance des différents éléments de la paroi clouée.

Le forage des ancrages et la projection du béton ne pourront débuter qu'après transmission des essais de convenance et de l'étude de dimensionnement réalisée par l'entreprise sur la base des résultats des différents essais de traction de conformité exécutés pendant la période de préparation.

Les différents éléments mis en œuvre doivent être conformes à ceux soumis aux essais. La conformité concerne en particulier les caractéristiques des éléments, des matériaux et des méthodes de mise en œuvre.

### IV.9.2 Essai de traction de conformité sur ancrage

Il est nécessaire de prévoir des clous d'essai afin d'affecter une valeur définitive (du frottement latéral qs) dans les calculs justificatifs.

La géométrie et l'implantation de ces clous sera définie en accord avec la maîtrise d'œuvre.

L'objectif des essais est de vérifier la qualité d'exécution (forage – scellement).

Les clous d'essais seront exécutés avec les moyens exclusifs de l'entreprise, les essais proprement dits seront réalisés par un laboratoire agréé par la maîtrise d'œuvre avec présentation des dispositifs d'essai et procès-verbaux de vérification et d'étalonnage du système de mise en charge et du dispositif de mesure.

Il sera fait application de la norme NF P94-242-1.

Les clous soumis à essai seront exécutés conformément aux clous courants, le volume de coulis sera enregistré précisément. Ces clous ne seront pas intégrés à la paroi clouée définitive.

Le compte rendu final des essais comportera les éléments suivants :

- nature du terrain cloué,
- géométrie du clou (diamètre –longueurs scellée et libre –type et diamètre de barre –quantité de coulis injecté),
- tableaux de mesures,

- courbes effort-déformation,
- courbes effort-déformation pendant les paliers de fluage,
- les valeurs de traction limite et de traction critique au fluage,
- le coefficient de frottement latéral limite.

### IV.9.3 Épreuve de convenance

Les épreuves de convenance à charge de l'entreprise seront exécutées pendant la période préparatoire des essais de conformité.

Les essais seront réalisés par un laboratoire agréé

#### Coulis de ciment pour scellement des ancrages

Le prélèvement de coulis dosé à C/E =2 pourront être réalisés au moment du scellement des ancrages d'essais.

Le prélèvement comportera :

- 3 éprouvettes pour compression simple à court terme (inférieur à 3 jours),
- 3 éprouvettes pour compression simple à 7 jours,
- 3 éprouvettes pour compression simple à 28 jours.

Les objectifs de résistance à obtenir sont :

- 10 MPa à court terme (inférieur à 3 jours),
- 20 MPa à 7 jours,
- 25 MPa à 28 jours

#### Béton projeté

L'épreuve de convenance consistera en une planche d'essai sur site qui pourra être le massif de répartition des ancrages d'essai et sera réalisée avec le personnel et le matériel prévus pour la réalisation des travaux.

À cette occasion, un essai de mesures de pertes de béton pourra être réalisé. Cette épreuve reste nécessaire que la formule ait fait ou non l'objet d'une étude préalable ou que le béton proposé par l'entreprise ait déjà des références pour des travaux similaires.

1 ou 2 caisses normalisées (600 X 600 X150 mm) seront projetées et serviront au carottage d'éprouvettes d'élancement L/2 destinées aux essais de compression simple (diamètre de carottes = 60 mm).

Le nombre et les types d'essais seront les suivants :

- compression simple : 3 à court terme (inférieur à 3 jours) – 3 à 7 jours – 3 à 28 jours (normes NF P 18-405 et 18 –406),
- densité : sur toutes les carottes,
- homogénéité : sur toutes les carottes,
- essai de plasticité au cône si utilisation d'un béton projeté voie mouillée.

Les objectifs de résistance à obtenir sont :

- 10 MPa à court terme (inférieur à 3 jours),
- 18 MPa à 7 jours,
- 30 MPa à 28 jours.

L'épreuve sera réputée satisfaisante si :

- les moyennes arithmétiques des essais à court terme (inférieur à 3 jours) et à 7 jours sont supérieures ou égales aux valeurs requises,
- les résultats à 28 jours répondent à la relation suivante :  $F_{ce} > F_{c28}$  ou  $F_{ce}$  est la moyenne arithmétique des résultats à 28 jours.

## IV.9.4 Exécution des terrassements pour la paroi clouée

### Terrassements en masse pour réalisation de la paroi clouée

Les terrassements en masse pour la paroi clouée seront entièrement évacués en décharge publique aux frais de l'entreprise.

Ces terrassements se dérouleront en volume réduit par tronçons successifs horizontaux de hauteur <1,00 mètre. Chaque tronçon unitaire ne pourra être terrassé qu'après la réalisation des ancrages et de la première couche de béton du tronçon précédent.

Dans le sens vertical, la série de tronçons horizontaux inférieurs ne peut être réalisée qu'après exécution complète de la paroi clouée sur les tronçons supérieurs. La méthode de travail en « va et vient » est proscrite.

L'augmentation éventuelle de la longueur des tronçons pourra être décidée après accord de la maîtrise d'œuvre en fonction de la tenue des terrains et des cadences possibles d'exécution des ancrages et du béton projeté.

Aucun terrassement de talus ne sera laissé ouvert et non protégé en fin de semaine.

## IV.9.5 Exécution des ancrages passifs ou clous

Le massif à soutenir suppose un renforcement par inclusions métalliques scellées en continu associé à un parement béton. Ces inclusions dénommées clous ou ancrages passifs seront mises en œuvre conformément aux prescriptions décrites dans les paragraphes ci-après

### Paramètres géométriques des ancrages

- Diamètre de scellement : à définir selon calcul conformément aux plans,
- Inclinaison sous l'horizontale : à définir selon calcul conformément aux plans,
- Longueur théorique : à définir selon calcul conformément aux plans,
- Type d'inclusion métallique : barre de nuance B500B avec filetage grossier continu sur toute la barre, longueur à définir selon calcul conformément aux plans,
- Scellement en continu de la longueur totale de la barre,
- Les clous sont disposés en quinconce d'une rangée sur l'autre. Ils fonctionnent en traction pure (pas de reprise des sollicitations transversales).

### Forages

Les forages seront réalisés par la technologie autoforeur ou par la méthode classique (rotation ou rotoperçussion) préalablement à la mise en place de la barre sachant que pour les ancrages réalisés en technologie classique, on emploiera systématiquement des chaussettes sur les ancrages.

La position et l'orientation des forages doivent être conformes au plan d'exécution BPE découlant de l'étude de dimensionnement. Le respect du phasage mis au point à la suite des calculs justificatifs peut entraîner une exécution et un scellement dans un ordre déterminé. Toute modification par rapport au plan d'exécution doit avoir l'aval du maître d'œuvre.

Les tolérances d'implantation sont les suivantes :

- Implantation sur le talus :  $\pm 10$  cm
- Orientation :  $\pm 2^\circ$  ;
- Inclinaison :  $\pm 1^\circ$

### Préparation de l'armature

Les barres ainsi que leurs accessoires (manchons – plaque d'appui – écrou) devront être stockées à l'abri des intempéries et être débarrassées, avant mise en œuvre, de traces d'huile ou de graisse ou de cupules de rouille.

Les barres comporteront les éléments suivants :

- des centreurs à corbeille PVC tous les 3 mètres dont un situé immédiatement en tête d'ancrage,
- un ou deux bergataires d'injection 15/21 ou 20/27 mm ligaturés sur toute la longueur de la barre et destinés à l'injection de scellement.

Les barres sont introduites dans des forages entièrement nettoyés et libres de tous matériaux.

### **Scellement**

Les barres sont scellées en continu à partir du fond de forage par l'intermédiaire du ou des bergataires.

L'injection est du type IGU basse pression.

Le coulis de scellement est obligatoirement un coulis de ciment au dosage minimum  $C/E = 2$

La fabrication (malaxeur haute turbulence) et le mode d'injection avec enregistrement continu des paramètres seront conformes aux fiches d'agrément proposées par l'entreprise et aux essais de convenance.

Des essais de contrôle d'écrasement à 2 et 7 jours seront programmés dès le début du chantier. Dans le cas où les résultats seraient inférieurs à ceux prévus dans l'agrément visé par le maître d'œuvre, celui-ci se réserve la possibilité de demander à l'entreprise des modifications de dosage ou de nature de produit ou encore une modification de phasage de travaux (par exemple, un temps d'attente complémentaire pour terrassement d'une passe inférieure ou contiguë). Ces modifications et contraintes nouvelles sont à la charge de l'entreprise.

Les opérations de mise en place de la barre et injection doivent être réalisées au fur et à mesure de la réalisation des forages. En fin de semaine tout forage réalisé devra être équipé et injecté avant fermeture du chantier pour le week-end. En cas de risque de cheminement d'air comprimé d'un forage en cours vers un ancrage fraîchement scellé, un phasage particulier sera adopté avec réalisation d'un ancrage sur deux

Un prix de surconsommation de coulis en volume et non en dosage est prévu. Son application sera soumise à l'accord de la maîtrise d'œuvre à condition qu'un enregistrement continu soit réalisé et que l'entrepreneur n'attende pas la fin du chantier pour présenter sa demande mais qu'il puisse prévenir le maître d'œuvre de la possibilité de dépassement de quantité au vu des premiers travaux d'injection.

### **Plaque d'appui en tête d'ancrage**

La barre d'ancrage reçoit au niveau de la première couche de béton projeté une plaque d'appui métallique et un écrou de blocage, cette plaque s'applique sur un renfort d'armature du parement béton (panier ou mouchoir en treillis soudé).

## **IV.9.6 Parement béton projeté**

### **Paramètres géométriques et tolérances**

- Pente de talus : 1H / 5V,
- Armature : selon plans EXE,
- Tolérance de positionnement du nu théorique de la paroi :  $\pm 5$  cm.

### **Composition du béton**

Béton fuseau granulométrique 0/10 – 0/12 dosé au moins à 400 kg/m<sup>3</sup> de ciment CEMI PMES, conforme à l'agrément visé par la maîtrise d'œuvre et à l'essai de convenance.

La fabrication peut être assurée de manière industrielle en silo (matériaux pulvérulents) ou en centrale BPE NF (matériaux humides ou plastiques pour la voie mouillée).

### **Sujétions d'exécution**

Le voile béton projeté sera réalisé en deux passes.

Les terrassements seront réalisés par passes horizontales de longueur 8 à 10 mètres et de hauteur réduite à 1,00 m avec ancrages, projection de la première couche de béton projeté recouvrant la première nappe de treillis soudé, avant ouverture de la phase suivante. Le terrassement en « va et vient » n'est pas admis.

### **Préparation de la paroi à traiter**

Avant mise en place du béton projeté, la paroi de terrassement doit être réglée dans la tolérance et purgée d'éléments instables éventuels.

En cas d'instabilité caractérisée, un béton de confinement pourra être projeté avant mise en place de la membrane drainante.

Entre deux couches de béton, des précautions seront prises ; nettoyage à l'air ou à l'eau.

#### **Drainage des eaux de la paroi**

L'entreprise mettra en œuvre toute disposition pour détourner les venues d'eau afin d'éviter le délavage du béton ou l'apparition de sous-pression.

Les dispositifs drainants décrits dans les paragraphes suivants (barbacanes, drains subhorizontaux) pourront selon nécessité être mis en œuvre localement, préalablement à la réalisation d'ancrages et du béton projeté.

#### **Mise en place des armatures**

Le voile béton projeté est armé selon les dispositions des plans d'EXE. Chaque nappe de treillis soudés fait partie d'une couche de béton projeté ; la mise en place de l'ensemble du ferrailage avant projection est interdite.

Les nappes seront solidement fixées afin d'éviter toute vibration génératrice de pertes et de retombées lors de la projection du béton.

Le recouvrement des nappes de treillis soudé sera de 2 mailles.

### **IV.9.7 Système drainant**

L'ensemble des dispositifs de drainage de la paroi clouée se décompose de la manière suivante :

- à l'interface terrain terrassé et béton projeté : membrane drainante continue épaisse,
- drains subhorizontaux,
- barbacanes ponctuelles en cas de rencontre de venue d'eau localisée en cours de terrassement,
- en pied de paroi dans la partie encastrement : drain longitudinal avec raccord à la nappe drainante.

#### **Mise en œuvre de la membrane drainante**

La membrane drainante épaisseur 4 cm est prévue sur la totalité de la surface à soutenir ; elle sera mise en œuvre au fur et à mesure du réglage du terrassement selon des passes de longueur et de hauteur réduite. Elle assure le drainage entre le terrain et la première couche de béton projeté. La partie géotextile est placée contre terre.

Cette membrane est raccordée au drain de pied.

Selon l'état du terrain en cours de terrassement, il peut être nécessaire de réaliser un confinement immédiat ponctuellement à l'aide de béton projeté avant mise en place de la membrane (cas de matériaux bouillants – venues d'eau localisées importantes nécessitant un drainage préalable).

#### **Mise en œuvre des drains subhorizontaux**

Les drains seront forés en  $\varnothing$  100 mm avec une inclinaison de 5 ° au-dessus de l'horizontale.

Le drain proprement dit est un tube circulaire PVC  $\varnothing$  80 mm ext. crépiné en fentes transversales en usine et entouré d'une chaussette géotextile. Le tube drain dépassera de 10 cm par rapport à la surface du béton projeté.

Les drains subhorizontaux auront une longueur d'au moins un mètre de plus que le clou le plus long de la paroi.

Ils seront disposés sur 1 ligne avec un espacement horizontal de 2 mètres ; la première ligne étant située à environ 1 mètre au-dessus du fond de forme.

Le forage des drains est prévu après scellement des clous, excepté en cas de venues d'eau importantes mettant en péril la stabilité du talus. Dans un tel cas le ou les drains seront forés avant tout autre travail sans tenir compte de leur position théorique et une attention particulière sera apportée à leur intégrité au moment du forage des ancrages voisins.

## IV.10. EXÉCUTION DES CHARPENTES MÉTALLIQUES

### IV.10.1 Classes d'exécution

En complément de l'article 4.1 du fascicule 66 du CCTG, les classes d'exécution des éléments de charpente métallique sont choisies comme suit :

- la classe d'exécution EXC3 est requise de façon générale pour tous les éléments de l'ossature autre que ceux relevant de la classe d'exécution EXC4, quel que soit le mode d'assemblage ;
- la classe d'exécution EXC4 est requise pour tous les joints transversaux tendus en situation d'exploitation, sous charge d'état limite de service des membrures de poutres principales de la structure soudée ou boulonnée ;
- la classe d'exécution EXC2 peut être admise pour les assemblages soudés ou boulonnés d'éléments accessoires ne participant pas à la résistance ni à la stabilité de l'ossature en service ou en cours de montage.

### IV.10.2 Usinage

(art. 6 du fasc. 66 du CCTG, normes NF EN 1090-2+A1 et NF P 22-101-2/CN)

#### IV.10.2.1 Coupage

Le coupage est réalisé conformément à l'article 6.1 du fascicule 66 du CCTG.

Les défauts d'oxycoupage, proprement dits, ne doivent pas dépasser 0,5 mm de profondeur.

Les arêtes des pièces destinées à être peintes sont arrondies.

#### IV.10.2.2 Organes accessoires

Tous les organes, ou usinages accessoires, destinés à assurer le levage, la manutention, le coffrage, le soudage sur site ou l'adjonction de pièces secondaires, sont représentés sur les plans d'exécution et justifiés. Ils doivent être déposés par le titulaire avant la mise en service, sauf justification par le titulaire de leur absence de nocivité, notamment vis-à-vis de la fatigue et de la corrosion.

#### IV.10.2.3 Perçage

Tous les perçages d'éléments structuraux sont effectués en respectant les stipulations de l'annexe D de la norme NF EN 1090-2+A1. Les arêtes des trous sont arrondies pour assurer une bonne tenue de la protection anticorrosion. Les trous sont obturés après usage par un dispositif accepté par le maître d'œuvre, offrant des conditions de durabilité suffisantes et dont les composants sont compatibles avec le dispositif de protection anticorrosion.

Pour les aciers de nuances supérieures ou égales à S355, dans le cas d'une classe d'exécution EXC3, les découpes par poinçonnage sont obligatoirement suivies d'un réalésage.

La vérification de la validité des procédés de perçage prévue par l'article 6.2 du fascicule 66 du CCTG a lieu en début de chantier.

### IV.10.3 Soudage

(art. 7 du fascicule 66 du CCTG, normes NF EN 1090-2+A1 et NF P 22-101-2/CN)

#### IV.10.3.1 Dispositions constructives

Les soudures à pleine pénétration sont exigées pour :

- les assemblages bout à bout des semelles et des âmes des poutrelles ;

Le choix du type des autres cordons de soudage est effectué conformément aux dispositions de la norme NF EN 1090-2+A1 en prenant en compte les justifications de la résistance à la fatigue des assemblages (voir le paragraphe intitulé « Vérification de la charpente en fatigue » du sous-article intitulé « Justification du tablier de l'ouvrage mixte acier-béton » de l'article intitulé « Justification du tablier » du chapitre 2 du présent CCTP) .

#### IV.10.3.2 Préparation des soudures

(art. 7.3 du fasc. 66 du CCTG)

En cas d'utilisation d'aciers grenailés prépeints, il est procédé à l'élimination systématique de la peinture primaire dans les zones d'assemblage.

Les tolérances sur l'écartement des pièces assemblées bout à bout sont celles de l'article 7.3 du fascicule 66 du CCTG.

#### IV.10.3.3 Exécution des soudures

(art. 7 du fasc. 66 du CCTG)

L'exécution des soudures est conforme aux dispositions de l'article 7 du fascicule 66 du CCTG.

Si un préchauffage est utilisé, il doit s'étendre à une zone d'au moins 75 mm sur chaque élément du métal de base.

Les fixations provisoires soudées sont autorisées. Elles doivent figurer sur les plans d'exécution. Elles sont conformes à l'article 7.4 du fascicule 66 du CCTG. La dépose par burinage est interdite.

L'utilisation d'un support envers permanent en acier est proscrite sauf justification.

Il est rappelé que le titulaire doit effectuer les essais de production prévus par l'article 7.6 du fascicule 66 du CCTG.

#### IV.10.3.4 Contrôle des soudures

(art. 12 du fasc. 66 du CCTG et normes NF EN 1090-2+A1 et NF P 22-101-2/CN)

##### Généralités

Le contrôle intérieur du titulaire est assuré par du personnel certifié de niveau 2 au sens de la norme NF EN ISO 9712 (Cofrend niveau 2 ou équivalent).

L'étendue du contrôle après soudage est conforme à l'article 12.4.2.2 de la norme NF EN 1090-2+A1 complété par l'article 12.2.2 du fascicule 66 du CCTG.

Le caractère nouveau des DMOS au sens de l'article 12.4.2.2 de la norme NF EN 1090-2+A1 est relatif à l'exécution de l'ensemble des ouvrages construits par une même usine dans le cadre du présent dossier.

Le contrôle visuel est effectué conformément à l'article 12.4.2.3 de la norme NF EN 1090-2+A1.

Les contrôles par ressuage, par magnétoscopie, par radiographie et par ultrasons sont effectués conformément à l'article 12.4.2.4 de la norme NF EN 1090-2+A1 complété par les articles 12.2.1.1 et 12.2.1.2 du fascicule 66 du CCTG.

Des contrôles doivent être réalisés en usine ou sur chantier par le titulaire sur les assemblages entre les âmes des poutres intermédiaires et les âmes des raidisseurs d'une part, entre les semelles des raidisseurs et les montants d'entretoises intermédiaires d'autre part, pour s'assurer que ceux-ci ne comportent aucun défaut de laminage. Ces contrôles sont effectués sur la totalité de la longueur d'un assemblage et sur 20 % des assemblages selon la norme NF EN 10160 avec les précisions suivantes : la ligne principale de quadrillage devra être centrée au droit de l'âme du raidisseur ; les lignes

perpendiculaires à la soudure devront mesurer 400 mm de long et être espacées de 200 mm. La classe de qualité du corps du produit doit être S1.

Aucun cordon de soudure ne doit être peint avant d'avoir été contrôlé et accepté.

### Contrôles par ultrasons

(art. 12.2.1.1 du fasc. 66 du CCTG, normes NF EN 1090-2+A1, NF EN ISO 17640, NF EN ISO 23279 et NF EN ISO 11666)

Par complément à la norme NF EN ISO 17640, toute utilisation d'ultrasons pour le contrôle de tôles d'épaisseur inférieure à 14 mm doit être motivée par le titulaire et soumise à l'acceptation du maître d'œuvre.

La production d'une procédure de contrôle, établie par du personnel certifié Cofrend niveau 3 et soumise à l'acceptation du maître d'œuvre, est obligatoire. Cette procédure reprend les techniques décrites dans la norme NF EN ISO 17640 avec les compléments et dérogations fixés par l'article 12.2.1.1 du fasc. 66 du CCTG et avec les prescriptions complémentaires suivantes :

- les couplants gras (tels que graisse, huile...) sont interdits ; seuls les couplants solubles à l'eau (tels que colle de tapissier, gel spécifique ...) sont autorisés ;
- en complément du fascicule 66 du CCTG, le niveau de contrôle C (arasage des cordons) est prescrit pour les assemblages bout à bout interpénétrés d'épaisseurs strictement inférieures à 20 mm ;
- la détection des indications transversales doit être réalisée sur les assemblages contrôlés ;
- les critères d'acceptation sont ceux de la norme NF EN 11666 pour les épaisseurs  $\leq$  à 100 mm. Pour les épaisseurs supérieures à 100 mm, il convient d'appliquer les critères que donne la norme pour une épaisseur fixée à  $t = 100$  mm ;
- le rapport de contrôle reprend l'ensemble des prescriptions du paragraphe 14 de la norme NF EN ISO 17640 et précise les points suivants :
- la correction transfert appliquée pour chaque type de palpeur utilisé ;
- le seuil d'enregistrement ;
- le positionnement et la dimension des défauts supérieurs au seuil d'enregistrement ;
- la ou les soudures contrôlées conformément au plan des contrôles non destructifs ;
- la position et la longueur des zones contrôlées ;
- la position et la dimension des défauts hors tolérances à réparer ;
- la mention R1 ou R2 pour les rapports de contrôle après réparation.

### Contrôles par radiographie

(art. 12.2.1.1 du fasc. 66 du CCTG, normes NF EN ISO 17636-1 et NF EN ISO 17636-2)

La procédure de contrôle par radiographie, qui doit être soumise à l'approbation de l'inspecteur, est établie par le titulaire. Elle est conforme aux normes NF EN ISO 17636-1 et NF EN ISO 17636-2, à l'article 12.2.1.2 du fasc. 66 du CCTG et aux prescriptions complémentaires suivantes :

- l'indicateur de qualité d'image est toujours placé côté source, sauf impossibilité physique ;
- la qualité d'image des radiogrammes respecte les exigences de la norme NF EN ISO 19232-2.

L'origine de la bande chiffrée prévue par l'article 12.2.1.2 du fasc. 66 du CCTG, aussi appelée zéro bande, est indiquée sur un plan de tir, de même que tous les renseignements nécessaires au bon positionnement des radiogrammes dans l'ouvrage et des défauts dans la soudure contrôlée. **Autres points**

Par complément à la norme NF EN ISO 5817, la concomitance de caniveaux et d'inclusions en ligne n'est acceptée que si la longueur cumulée de ces deux défauts est inférieure ou égale à la plus petite longueur acceptable de l'un des défauts pris isolément.

L'étendue de contrôle définie par la norme NF EN 1090-2+A1 est définie par rapport à chaque partie de soudure présentant les mêmes critères vis-à-vis des seuils indiqués. Ainsi, en classe d'exécution EXC4, pour chaque soudure tendue, la partie avec  $U < 0,5$  est contrôlée sur 50 % de sa longueur et la partie avec  $U$  supérieur ou égal à 0,5 sur 100 % de sa longueur.

Par ailleurs, les prescriptions de la norme NF EN 1090-2+A1 concernant les pourcentages de contrôle des soudures en traction s'appliquent dans toutes les zones de l'ouvrage qui sont en traction, soit pendant la mise en place de la charpente (par exemple au lancement), soit en service sous les combinaisons aux états limites de service.

Pour l'application de la norme NF EN 1090-2+A1, le coefficient U définissant l'étendue du contrôle des soudures bout à bout est remplacé par un coefficient  $U' = \max(U, k')$  dans lequel U est le coefficient défini dans la norme NF EN 1090-2+A1 et k' le rapport entre l'étendue de contrainte totale résultant du passage du convoi de fatigue et la limite de troncature de l'assemblage divisée par le coefficient partiel de sécurité. Les différentes valeurs de U' prises en compte figurent sur le plan des contrôles non destructifs ou sur un document spécifique.

Par complément au tableau 24 de la norme NF EN 1090-2+A1 et à l'article 12.2.2 du fascicule 66 du CCTG, les soudures bout à bout des semelles réalisées sur site qui sont en compression sous les combinaisons aux états limites de service sont contrôlées sur 20 % de leur longueur.

Par complément au tableau 24 de la norme NF EN 1090-2+A1, les soudures d'angle devenant inaccessibles par la suite sont systématiquement contrôlées à 100 % par magnétoscopie ou ressuage.

#### IV.10.4 Conditions d'emploi des chaudes de retrait

Les chaudes de retrait sont à réserver aux opérations de remise en conformité et ne peuvent en aucun cas rentrer dans les processus initiaux de fabrication. Elles font l'objet d'une procédure préalablement mise au point par le titulaire dans le cadre du Plan Qualité établi selon le 6.5.3 de la norme NF EN 1090-2+A1, validée par un essai et qui n'est valable que pour l'opérateur ayant exécuté cet essai. Ce dernier fait l'objet d'un PV indiquant notamment la valeur de la température effectivement atteinte et le nom de l'opérateur.

#### IV.10.5 Dispositions relatives aux aciers thermomécaniques

##### Exécution des chaudes de retrait sur les aciers thermomécaniques

Pour les aciers thermomécaniques, les chaudes de retrait sont autorisées dans les conditions formulées au sous-article « Chaudes de retrait » ci-dessus et sous réserve du non dépassement d'une température fixée à 750 °C pour les tôles jusqu'à 25 mm d'épaisseur en acier S 460 (M ou N) et 40 mm en acier S 355 (M ou N) et à 600 °C pour les tôles d'épaisseur supérieure.

##### Formage à chaud des aciers thermomécaniques

Le formage à des températures supérieures à 580 °C (température maximale admise pour le recuit de détensionnement avec maintien, est interdit. Par contre, le formage à froid, c'est-à-dire à des températures inférieures à 580 °C, est autorisé.

#### IV.10.6 Dispositions particulières pour les profilés du commerce

Si le titulaire utilise des profilés laminés pour réaliser des éléments structuraux nécessitant des assemblages bout à bout, ces profilés doivent impérativement provenir du même train de laminage. En outre, avant soudage, il doit effectuer un contrôle de présentation pour vérifier la géométrie des éléments à rabouter. Par ailleurs, dans le cas d'assemblage bout à bout entre profilés laminés tubulaires, les éléments à rabouter sont débités à partir du même profilé et le titulaire met en œuvre un système de repérage permettant de réaliser les accostages.

#### IV.10.7 Dispositions particulières pour les assemblages boulonnés

(norme NF EN 1090-2+A1 et annexe A de la norme NF P 22-101-2/CN)

Pour chaque type d'assemblage, le programme de pose des boulons comporte au minimum les informations suivantes : la classe de l'assemblage, la classe de qualité des boulons, leur nombre, diamètre et longueur, leur état de protection, la précontrainte minimale ou de calcul, l'aire des surfaces de contact, la valeur du coefficient conventionnel de frottement, l'état de surface des zones

d'assemblage et leurs conditions de préparation, le plan et la méthode de serrage adoptée ainsi que la méthode de contrôle.

Le titulaire doit fournir un plan de serrage. Celui-ci doit être conforme à l'annexe A de la norme NF P 22-101-2/CN.

La préparation des surfaces des assemblages boulonnés doit permettre l'obtention des exigences figurant sur les plans d'exécution (états de surface, coefficients de frottement, etc.) dans le respect des exigences du tableau 18 de la norme NF EN 1090-2+A1.

Dans le cas de serrage par contrôle du couple, la vérification du sur-serrage est effectuée en s'assurant qu'une rotation minimale de 5° est obtenue sous l'application du couple requis pour obtenir la précontrainte minimale spécifiée. Dans le cas contraire, les boulons concernés doivent être rebutés.

Pour l'application de l'article 12.5.2.3 de la norme NF EN 1090-2+A1, un groupe de boulons ne peut pas concerner plus d'un lot de boulons.

Sauf exception dûment justifiée, le contrôle des assemblages boulonnés précontraints de classe d'exécution EXC3 doit être réalisé selon le type séquentiel B (article 12.5.2.3 et annexe M de la norme NF EN 1090-2+A1).

## **IV.11. MONTAGE DES CHARPENTES MÉTALLIQUES**

(art. 9.1 du fasc. 66 du CCTG)

### **IV.11.1 Stockage et assemblage définitif sur le site**

Lors des différentes opérations de transport, de manutention, de montage et de levage, la stabilité des éléments de charpente doit être assurée et justifiée par le titulaire.

Un contreventement est mis en œuvre par le titulaire pour assurer la stabilité de l'ossature en phase provisoire. Ce contreventement est maintenu jusqu'à achèvement complet de la dalle.

### **IV.11.2 Matériels de montage**

(art. 9.1 du fasc. 66 du CCTG)

Pour les engins de manutention, non classés dans les ouvrages provisoires, le titulaire fournit au maître d'œuvre un rapport de vérification émis par un organisme de contrôle habilité et attestant du respect de la législation en vigueur. Rentrent dans cette catégorie, les grues, portiques, bardeurs, etc.

Tout aménagement de la piste de chantier ou du sol en place dû au type de montage retenu est à la charge du titulaire.

### **IV.11.3 Mise en place de la charpente**

Il est rappelé que les quantités d'acier résultant uniquement de considérations de technique de lancement ou de stabilité en phase provisoire sont à la charge du titulaire.

## **IV.12. PROTECTION ANTICORROSION**

(art. 10 et 14 du fasc. 66 du CCTG, fasc. 56 du CCTG)

### **IV.12.1 Programme d'exécution des protections anticorrosion – Cas d'un processus de type industriel**

Il s'agit des procédés suivants :

- galvanisation à chaud ;
- galvanisation à chaud suivie de mise en peinture avec application automatique.

Pour ces procédés, outre les dispositions fixées par le PAQ conforme à l'article 3.1.2 du fascicule 56 du CCTG, le programme d'exécution comporte la fourniture des documents de suivi d'exécution des éléments terminés avant leur départ de l'usine de fabrication.

Il est précisé que dans le cadre du contrôle extérieur, le maître d'œuvre se réserve le droit d'effectuer un contrôle statistique du revêtement (épaisseur et accrochage).

#### **IV.12.2 Programme d'exécution des protections anticorrosion – Cas d'un processus de type génie civil**

Il s'agit des procédés suivants :

- mise en peinture ou métallisation suivie de mise en peinture sur acier nu ;
- mise en peinture de l'acier galvanisé.

##### **IV.12.2.1 PAQ**

Le programme d'exécution de ces procédés est précisé par le PAQ qui est conforme aux dispositions de l'article 3.2.1.2. du fascicule 56 du CCTG. En outre, il précise également :

- les dispositions concernant les installations de travail, tant en atelier que sur chantier ;
- les délais partiels nécessaires à chacune des phases d'exécution, compte tenu des durées de séchage et des délais de recouvrement des couches fixées par les fiches descriptives et d'emploi du système titulaire de la marque ACQPA-Systèmes anticorrosion par peinture.

Pour ce qui concerne les phases d'application du système de peinture, il est en outre précisé par rapport au fascicule 56 du CCTG :

- pour les pièces métallisées et peintes, la métallisation, le « bouche-pore », les couches primaires et de renforcement sont appliqués en atelier, la couche de finition n'étant mise en œuvre qu'après montage et achèvement total des ouvrages ;
- pour les pièces mises en peinture sur acier mis à nu, les couches primaires et de renforcement sont appliquées en atelier, la couche de finition n'étant mise en œuvre qu'après montage et achèvement total des ouvrages.

Pour l'application en atelier, les peintures sont obligatoirement exécutées dans un atelier spécial séparé des autres ateliers par un cloisonnement étanche.

##### **IV.12.2.2 Plan d'Assurance de la Protection de l'Environnement**

Les dispositions de l'article 3.2.1.3 du fascicule 56 du CCTG sont applicables aux travaux intervenants sur site.

Le PRE précise les dispositions prévues pour la protection du public contre les projections de toutes natures.

##### **IV.12.2.3 Ouvrages provisoires**

Les ouvrages provisoires nécessaires à la réalisation de la protection anticorrosion comprennent :

- un échafaudage clos destiné à la mise en peinture ;
- des moyens de visite.

##### **IV.12.2.4 Référence au fascicule 56 du CCTG**

Outre les précisions données ci-dessus, toutes les dispositions de l'article 3.2 du fascicule 56 du CCTG relatives à la mise en œuvre d'une protection par un processus de type génie civil sont applicables.

##### **IV.12.2.5 Contrôle extérieur**

Dans le cadre de son contrôle extérieur, le maître d'œuvre se réserve le droit d'auditer, à tout moment de la mise en œuvre et en atelier comme sur site, le bon fonctionnement du système qualité du titulaire et le respect du PAQ et du PRE.

La coordination des actions des différents intervenants, et notamment des contrôles intérieur et extérieur, est mise au point lors des réunions préalables prévues par l'article 3.2.2 du fascicule 56 du CCTG. Lors de ces réunions préalables, les délais de préavis à respecter par le titulaire pour les points critiques et les délais de réponse à respecter par le maître d'œuvre pour la levée des points d'arrêts, sont précisément et contradictoirement définis et/ou affinés par rapport à ceux figurant dans le CCAP.

## **IV.13. OPÉRATIONS DE VÉRINAGE**

La puissance de matériel nécessaire au vérinage présente un coefficient de sécurité d'au moins 1,5 par rapport à la réaction maximale attendue, tout phénomène de biais et/ou de dissymétrie pris en compte.

Lors des opérations de vérinage, le pilotage des divers vérins se fait en déplacement. La précision en déplacement du dispositif, doit être compatible avec les différences transversales et longitudinales de niveaux maximales admissibles par le tablier telles qu'elles ressortent des calculs joints à la procédure.

Sur une même ligne d'appuis transversale, le dispositif doit permettre de connaître à tout moment le déplacement et la réaction d'appui du tablier.

Les opérations de vérinage et dévérinage se feront par levage synchronisé assisté par ordinateur (LAO).

Les tolérances de vérinage entre appui sont à fournir par l'entreprise avant toute opération de vérinage.

## **IV.14. BOSSAGES D'APPUI**

### **IV.14.1 Généralités**

L'exécution des bossages d'appui inférieurs en micro-béton respecte les prescriptions du document « Environnement des appareils d'appui en élastomère fretté – Règles de l'art » édité par le Sétra et le LCPC en octobre 1978 (réimpression de juin 90).

Des connecteurs verticaux doivent lier le bossage au couronnement des appuis.

Les bossages doivent déborder d'au moins 5 cm des bords des appareils d'appui (à porter à 10 cm si le dé dépasse 10 cm de hauteur) et d'au moins 10 cm du parement vertical le plus voisin.

### **IV.14.2 Tolérances**

Les tolérances sur l'implantation et la géométrie des bossages sont les suivantes :

- planéité et horizontalité : 1 mm sur la surface des bossages ;
- implantation en plan : + 10 mm ;
- nivellement : + 10 mm par rapport aux bases d'implantation et + 3 mm par rapport aux bossages de la même ligne d'appui.

## **IV.15. APPAREILS D'APPUI EN ÉLASTOMÈRE FRETTÉ**

### **IV.15.1 Généralités**

Le titulaire propose à l'acceptation du maître d'œuvre la méthodologie de pose des appareils d'appui en élastomère fretté qui traite les interactions avec la cinématique générale de construction de l'ouvrage en béton.

Le titulaire propose à l'acceptation du maître d'œuvre :

- la nature et la méthodologie de pose des appareils d'appui provisoires nécessaires à la reprise des déformations pendant les opérations de bétonnage de la dalle de couverture de l'ouvrage mixte acier-béton ;
- la procédure de pose des appareils d'appui définitifs en élastomère fretté qui est basée sur le principe de la fixation de l'appareil d'appui et de ses équipements (cale biaise, dispositifs anti-cheminement éventuels) sous la charpente et du matage de la plaque inférieure de l'appareil d'appui sur le bossage, l'ossature étant soutenue par des vérins.

#### **IV.15.2 Épreuve de convenance de pose des appareils d'appui**

Dans le cas d'injection, de coulage par gravité ou de matage, une épreuve de convenance est réalisée. À cet effet, un bossage et une plaque de platine sont réalisés, tous deux similaires en dimensions et en nature au bossage d'appui et à la platine de l'appareil d'appui pour lesquels est prévu l'injection, le coulage par gravité ou le matage.

Le coffrage puis l'injection, le coulage par gravité ou le matage de l'essai sont réalisés dans les mêmes conditions que celles prévues pour l'ouvrage et la platine est enlevée avant la prise du coulis.

L'épreuve de convenance est considérée comme réussie s'il n'y a ni vides, ni bulles d'air dans le produit et tout particulièrement sur la surface de contact avec la platine. Dans le cas contraire, l'épreuve doit être recommencée et aux frais du titulaire.

### **IV.16. ÉTAT DE SURFACE DU TABLIER**

(fasc. 67 titre I du CCTG)

L'état de surface fait l'objet d'une acceptation du maître d'œuvre par référence à une plaquette étalon, et selon le mode d'utilisation défini à l'article 9.1.2.2 et à l'annexe 6 du fascicule 67 du CCTG titre I.

### **IV.17. ÉTANCHÉITÉ PRINCIPALE**

(fasc. 67 titre I du CCTG)

#### **IV.17.1 Mise en œuvre de l'étanchéité principale**

La mise en œuvre de la chape d'étanchéité est conforme aux stipulations du chapitre III du fascicule 67 titre I du CCTG.

Pour la première couche du complexe feuilles préfabriquées – asphalte gravillonné, le titulaire applique les spécifications du fascicule 67 titre I du CCTG concernant les feuilles préfabriquées monocouche, et pour la deuxième couche du complexe le titulaire applique les spécifications du fascicule 67 titre I du CCTG relatives à l'asphalte gravillonné.

#### **IV.17.2 Prescriptions complémentaires au fascicule 67 titre I du CCTG**

Compte tenu de l'utilisation de la chape de bitume armé sous une couche d'asphalte gravillonné, l'examen de conformité selon le fascicule 67 titre I du CCTG est complété par les épreuves de convenance décrites ci-après. Elles sont toutes à la charge du titulaire et effectuées au titre du contrôle intérieur (la rémunération est incluse dans les prix unitaires du bordereau).

Les modalités de réalisation de ces deux essais sont soumises à l'acceptation du maître d'œuvre, sachant que l'ensemble des essais doit être conduit au moins deux mois avant le démarrage effectif des travaux d'étanchéité.

##### **IV.17.2.1 Essai de vérification de remontée de liant de la feuille préfabriquée dans l'asphalte**

Le titulaire coule de l'asphalte rouge (par ajout d'oxyde de fer) sur la feuille puis, après refroidissement, les deux couches sont désolidarisées. Un examen visuel de la feuille et de l'asphalte est fait pour noter les éventuelles migrations.

Aucune migration de liant n'est admise.

#### IV.17.2.2 Essai du système d'étanchéité sous choc thermique

Le titulaire fait subir à une éprouvette du système d'étanchéité un choc thermique représenté par un séjour de 10 minutes à une température de 150 °C, suivi d'une décroissance de 150 °C à 40 °C en cinq heures.

Les essais de caractérisation de la feuille sont ensuite effectués. Ces essais ne doivent donner aucune modification des caractéristiques mécaniques principales (adhérence, allongement à rupture...).

### IV.17.3 Abri pour protection des travaux d'étanchéité

Afin de s'affranchir des aléas climatiques, le titulaire met en œuvre l'étanchéité en utilisant un abri de protection.

### IV.17.4 Protection provisoire de l'étanchéité principale

Après achèvement et jusqu'à exécution des enrobés, la chape est protégée par une protection provisoire lourde, comprenant un géotextile anti-poinçonnement (700 g/m<sup>2</sup> minimum) et une couche de 10 cm de sable.

Sa dépose est effectuée par le titulaire, dans le cadre du présent marché.

## IV.18. ÉTANCHÉITÉ LATÉRALE

(fasc. 67 titre I du CCTG)

La mise en œuvre de l'étanchéité latérale est conforme aux stipulations du chapitre III du fascicule 67 titre I du CCTG.

L'étanchéité par film mince adhérent au support est remontée verticalement d'une trentaine de millimètres, sur toutes les pièces métalliques ancrées dans les parties latérales de la dalle.

## IV.19. GARDE-CORPS

(norme XP P 98-405)

### IV.19.1 Dessins d'exécution des ouvrages

Les documents d'exécution des garde-corps comprennent :

- les dessins d'exécution des garde-corps ;
- le détail des dispositifs d'extrémités et les liaisons éventuelles avec les dispositifs de retenue des accès ;
- un plan définissant de façon précise les emplacements prévus pour les scellements.

### IV.19.2 Fabrication et montage

La fabrication et le montage des garde-corps sont réalisés conformément aux prescriptions de la norme XP P 98-405.

En cas de courbe de rayon inférieur à 100 m, les lisses sont cintrées de manière à respecter la tolérance de pose prévue ci-après.

Les lisses sont assemblées par manchonnage, un seul raccordement étant prévu entre deux supports successifs.

Les éléments des garde-corps sont assemblés puis posés et réglés en alignement et en altitude. Il est vérifié que les montants sont bien verticaux, la tolérance pour faux aplomb étant de 0,5 cm sur la hauteur.

Le scellement des montants n'intervient qu'après vérification par le maître d'œuvre du parfait alignement des garde-corps.

La tolérance pour faux alignement en plan ou en hauteur est de 1 cm par rapport à la ligne idéale tout le long de l'ouvrage intéressé, quelles que puissent être les irrégularités de l'assise.

Le béton de scellement est fabriqué, transporté et mis en œuvre dans les mêmes conditions que le béton de la structure.

Le surfacage du béton de scellement est soigné, de telle sorte que l'eau ne puisse séjourner à l'encastrement des montants.

#### **IV.19.3 Reconditionnement des surfaces protégées**

Les surfaces à reconditionner au droit des blessures, des coupes ou des soudures exécutées sur chantier sont convenablement dégraissées, décalaminées ou dérouillées s'il y a lieu, puis reçoivent, en l'absence d'humidité, l'application de peinture riche en zinc.

L'épaisseur de la peinture mise en œuvre est supérieure ou égale à celle du revêtement adjacent.

Lorsque la surface des défauts à reconditionner dépasse 20 % de la surface totale des garde-corps, la peinture de reconditionnement est généralisée pour donner une homogénéité de teinte.

La mise en peinture est effectuée par un applicateur titulaire de la marque ACQPA-Peinture anticorrosion/Certification des opérateurs.

### **IV.20. DISPOSITIFS DE RETENUE MARQUES CE**

(norme NF EN 1317-5+A2)

#### **IV.20.1 Dessins d'exécution**

Les documents d'exécution des dispositifs de retenue comprennent :

- les dessins d'exécution des dispositifs de retenue ;
- le détail des dispositifs d'extrémités et les liaisons éventuelles avec les dispositifs de retenue des accès ;
- un plan définissant de façon précise les emplacements prévus pour les pièces d'ancrage.

#### **IV.20.2 Fabrication et montage**

La fabrication et le montage des barrières sont réalisés conformément aux prescriptions de la notice de montage.

En cas de courbe de rayon inférieur à 100 m, les lisses sont cintrées de manière à respecter la tolérance de pose prévue ci-après.

Les montants des dispositifs de retenue sont verticaux, c'est-à-dire perpendiculaires au plan défini par la platine qui est horizontal à  $\pm 1$  mm près, mesuré sur sa surface. La tolérance pour faux aplomb est de 0,5 cm sur la hauteur.

Le scellement des pièces d'ancrage et la fixation définitive des montants des barrières n'interviennent qu'après vérification par le maître d'œuvre du parfait positionnement de ces parties.

La longueur des ancrages dans le béton doit tenir compte des calages et des renformis de toute nature pour respecter les profondeurs d'ancrage données par le fournisseur.

La tolérance pour faux alignement en plan ou en hauteur est de 1 cm par rapport à la ligne idéale tout le long de l'ouvrage intéressé, quelles que puissent être les irrégularités de l'assise.

Le béton de longrine est fabriqué, transporté et mis en œuvre dans les mêmes conditions que le béton de la structure. Son surfacage est soigné de telle sorte que l'eau ne puisse séjourner au pied des montants.

#### **IV.20.3 Reconditionnement des surfaces protégées**

Les surfaces à reconditionner au droit des blessures, des coupes ou des soudures exécutées sur chantier sont convenablement dégraissées, décalaminées ou dérouillées s'il y a lieu, puis reçoivent, en l'absence d'humidité, l'application de peinture riche en zinc.

L'épaisseur de la peinture mise en œuvre est supérieure ou égale à celle du revêtement adjacent.

Lorsque la surface des défauts à reconditionner dépasse 20 % de la surface totale des barrières, la peinture de reconditionnement est généralisée pour donner une homogénéité de teinte.

La mise en peinture est effectuée par un applicateur titulaire de la marque ACQPA-Peinture anticorrosion/Certification des opérateurs.

#### **IV.20.4 Ancrage en cas de fixation par scellement chimique**

##### **IV.20.4.1 Généralités**

Les forages et les scellements sont fonctions du cahier des charges du produit de scellement spécifié dans le sous-article « Produits de scellement des fixations dans la longrine » de l'article « Dispositifs de retenue marqués CE » du chapitre 3 du présent CCTP.

La mise en œuvre du scellement est conforme à l'ETE et soumise à l'acceptation du maître d'œuvre.

##### **IV.20.4.2 Épreuves de convenance**

Préalablement aux travaux, des épreuves de convenance doivent être réalisées en présence du maître d'œuvre dans le but de déterminer et valider la procédure d'exécution.

Un essai de convenance doit concerner deux (2) fixations au minimum.

Les essais de convenance englobent l'essai d'arrachement afin de s'assurer que la rupture de la partie fusible de la fixation se produit avant son arrachement.

### **IV.21. BORDURES DE TROTTOIR**

Les bordures de trottoir préfabriquées sont posées après clavage ou décintrement de l'ouvrage sur un mortier M25.

En cas d'insuffisance de hauteur disponible, les bordures sont retaillées avant pose.

Les joints ont 10 mm d'épaisseur maximale et sont serrés et lissés au fer.

La tolérance pour faux alignement en plan et en hauteur est de 1 cm par rapport à la ligne idéale tout le long de l'ouvrage intéressé.

La tolérance pour faux alignement local (entre deux bordures successives) en plan et en hauteur est de 2 mm par rapport à la ligne idéale tout le long de l'ouvrage intéressé.

Les parties des bordures de trottoir adjacentes aux joints sont obligatoirement coulées en place après pose des joints.

Pour les bordures de trottoir coulées en place, la tolérance pour faux alignement en plan et en hauteur est de 1 cm par rapport à la ligne idéale tout le long de l'ouvrage intéressé.

Les parties des bordures de trottoir adjacentes aux joints sont obligatoirement coulées en place après pose des joints.

## IV.22. REVÊTEMENT DE TROTTOIR EN ASPHALTE

(normes NF EN 13108-6, NF P 98-150-1)

L'asphalte du revêtement de trottoir doit être transporté dans des camions et des remorques munis de malaxeurs chauffants (pétrins) et de dispositifs permettant le contrôle de la température afin de maintenir l'homogénéité et la température du produit.

La température de l'asphalte est comprise entre 200 et 250 °C au moment de sa mise en œuvre. Dans le cas où un procédé particulier d'entreprise prévoit des plages différentes de températures, celui-ci doit être déclaré et documenté (fiche technique).

L'application de l'asphalte par des moyens manuels ou mécaniques ne peut se faire que lorsque l'état de surface du support et les conditions météorologiques (ni pluie, ni gel) sont compatibles avec une bonne exécution des travaux.

L'asphalte ne peut être appliqué que si le support présente des déformations sous la règle de trois mètres inférieures ou égales à 5 mm.

L'asphalte ne peut être circulé que lorsque sa température est inférieure à 40 °C.

## IV.23. CORNICHES CANIVEAUX

La mise en place et la fixation des corniches caniveaux sont exécutées suivant les indications portées sur les plans d'exécution correspondants et suivant la procédure prévue au PAQ.

Les tolérances sur les éléments en place des corniches caniveaux en bardage métallique sont les suivantes :

- tolérances de forme relatives aux parements :  $\pm 5$  mm de planéité d'ensemble sous la règle de 2 m, et  $\pm 2$  mm de planéité locale sous la règle de 20 cm ;
- tolérances sur les dimensions extérieures :  $\pm 1$  cm ;
- écarts dans le profil en long de la ligne supérieure de la corniche :  $\pm 5$  mm sur 10 m par rapport à une parallèle à la ligne rouge du projet.

## IV.24. ANCRAGES POUR ÉCRANS ACOUSTIQUES

Le bon positionnement des tiges d'ancrage est garanti par un gabarit de pose. Ce dernier est conçu pour que l'erreur entre la position réelle de chaque tige après décoffrage et sa position théorique au sein du carré ou rectangle d'ancrage soit inférieure à  $\pm 1$  mm sur toute la hauteur de la tige. L'erreur entre l'inclinaison réelle de la tige et son inclinaison théorique est en outre limitée à  $\pm 3^\circ$ .

En outre, la tolérance sur l'entraxe de deux groupes d'ancrage consécutifs est limitée à  $\pm 5$  mm.

## IV.25. GRAVE NON TRAITÉE

(fasc. 25 du CCTG, norme NF P 98-115)

### IV.25.1 Mise en œuvre

Les prescriptions de compactage sont fondées sur le contrôle de densité tel que défini à l'article 7.5.2 de la norme NF P 98-115.

Le niveau de densification que le titulaire doit atteindre est le niveau q3.

L'épaisseur maximale des couches à compacter est de 20 centimètres.

### IV.25.2 Couche de protection

Une couche de protection est réalisée conformément à l'article 6.5.6.1 de la norme NF P 98-115.

## IV.26. DÉMOLITION DE GBA/DBA

La démolition des GBA et DBA sur la RN88 est réalisée avec des moyens mécaniques.

Tous les déblais sont emportés à la décharge à la diligence du titulaire, et les bordures de trottoirs dans un lieu de dépôt indiqué par le maître d'œuvre, pour réemploi éventuel, ou à défaut transportées à la décharge.

## IV.27. DÉPOSE DES MURS EN MAÇONNERIE

La dépose des murs en maçonnerie nécessaire pour la construction de l'OH3 est réalisée avec des moyens mécaniques légers et complétée manuellement à l'approche des abouts de mur à démolir.

Tous les déblais non réutilisables sont emportés à la décharge à la diligence du titulaire, et les pierres constitutives du mur dans un lieu de dépôt indiqué par le maître d'œuvre, pour réemploi ultérieur, lors de la reconstruction du mur.

## IV.28. DÉMOLITION DE CHAUSSÉE

La procédure de démolition de la chaussée est soumise à l'agrément du maître d'œuvre.

## IV.29. DISPOSITIF DE DRAINAGE

Les dispositifs de drainage constitués de géotextiles composites sont mis en œuvre conformément aux recommandations du fabricant et aux stipulations des « Recommandations pour l'emploi des géosynthétiques pour les systèmes de drainage et de filtration », éditées par le « Comité Français des Géosynthétiques » en janvier 2014 concernant la mise en œuvre des géotextiles. Le maître d'œuvre se réserve le droit de refuser tout dispositif de fixation susceptible d'endommager les armatures et l'enrobage du béton.

Les dispositifs de drainage constitués d'éléments drainants sont dressés contre la maçonnerie sur un « caniveau collecteur ». Ils sont mis en place mètre par mètre au fur et à mesure de la mise en œuvre des remblais contigus.

Le dispositif de drainage est mis en œuvre entre le remblai contigu et les murs. Il est mis en place mètre par mètre au fur et à mesure de la mise en œuvre des remblais contigus. Un géotextile est intercalé entre le matériau drainant et l'étanchéité de l'ouvrage. La couche de drainage est reliée à l'exutoire par un tuyau collecteur en PVC situé au pied du mur.

## IV.30. REMBLAIS CONTIGUS

(fasc. 2 du CCTG)

### IV.30.1 Volume des remblais contigus

Le volume des remblais contigus est calculé d'après leur définition donnée dans les plans joints au présent CCTP.

### IV.30.2 Mise en œuvre des remblais contigus

(art. 5.8 et 6.9 du 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 contigus, 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 Séttra 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 pénétro-densitographe 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 gamma-densitomètre pour chaque couche élémentaire.

## IV.31. TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES DES OUVRAGES FINIS

*(chapitre 10 du fasc. 65 du CCTG, art. 11 du fasc. 66 du CCTG)*

### IV.31.1 Tolérances générales sur l'implantation et les dimensions générales des ouvrages

La tolérance de des ouvrages en état définitif par rapport au profil en long théorique est limitée à +/- 10 mm en tout point.

La conformité du nivellement de l'ouvrage est appréciée après la mise en œuvre des superstructures, en tenant compte des déformations complémentaires liées aux effets différés dans le tablier.

La tolérance d'implantation de l'ouvrage en état définitif par rapport au tracé en plan théorique est limitée à +/- 10 mm en tout point.

La tolérance d'implantation des axes d'appuis est limitée à +/- 10 mm, par rapport à leur implantation théorique.

L'erreur de positionnement d'un appui quelconque par rapport à un autre appui est limitée à +/-10 mm.

### IV.31.2 Tolérances élémentaires

Les tolérances élémentaires finales pour les ouvrages en béton armé, conformes aux stipulations du chapitre 10 du fascicule 65 du CCTG, sont complétées par les éléments suivants, sachant que si plusieurs tolérances peuvent s'appliquer, seulement la plus sévère est retenue.

## IV.32. 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.

## IV.33. ÉPREUVES DES OUVRAGES

### IV.33.1 Généralités

Les épreuves de chargement de l'ouvrage sont organisées et exécutées selon les modalités précisées dans l'annexe 1 du guide technique *Épreuves de chargement des ponts-routes et passerelles*

piétonnes édité par le Séttra en mars 2004. Elles ne sont réalisées qu'après mise en place complète de la chaussée et des voies d'accès et pose des joints de chaussée éventuels.

#### **IV.33.2 Épreuves par poids mort et poids roulant**

Les ouvrages hydrauliques (OH1, OH2 et OH3) subissent les épreuves de chargement définies à l'article 1 « Ouvrage pour lequel aucune mesure de déformation n'est requise » de l'annexe 1 du guide technique *Épreuves de chargement des ponts-routes et passerelles piétonnes* édité par le Séttra en mars 2004.

L'ouvrage de franchissement de la RN 88 subit les épreuves de chargement définies à l'article 2 "Ouvrage pour lequel des mesures de différentes natures sont requises" de l'annexe 1 du guide technique *Épreuves de chargement des ponts-routes et passerelles piétonnes* édité par le Séttra en mars 2004.

Le titulaire établit la note de calcul des épreuves 1 mois avant la date prévue pour celles-ci. Cette note est soumise au visa du maître d'œuvre.

Postérieurement aux essais, dans un délai de 15 jours ouvrés après les essais, le titulaire fournit le procès-verbal des essais et la note d'interprétation prévue à l'article 2.5 de l'annexe 1 du guide technique *Épreuves de chargement des ponts-routes et passerelles piétonnes* édité par le Séttra en mars 2004.

Si des défauts concernant certains éléments sont constatés lors des essais, les épreuves les concernant doivent être refaites à la charge du titulaire, après réparations éventuelles. Une nouvelle note de calcul est alors soumise au visa du maître d'œuvre.

La mesure des flèches s'effectue sur chaque rive de l'ouvrage en plusieurs points dans les différentes travées.

Des repères de nivellement sont placés sur chaque rive de l'ouvrage, à chaque point de mesure et au droit de chaque ligne d'appui. Ils sont destinés à réaliser les épreuves et à suivre l'évolution de l'ouvrage dans le futur. Ils sont nivelés ou mesurés avant et après épreuves et sont reportés sur un plan coté.

En plus des mesures effectuées sur le tablier, un nivellement du sommet de chaque appui est effectué dans les trois directions avant et après les épreuves. Ceux-ci sont réalisés avec une précision d'un millimètre, contradictoirement par le maître d'œuvre et le titulaire.

Le titulaire doit fournir et installer à ses frais en se conformant aux prescriptions du maître d'œuvre, les échafaudages et passerelles nécessaires pour visiter les différentes parties des ouvrages au cours des essais (appuis, faces latérales et intrados du tablier).

L'accès aux points particuliers suivants doit notamment être possible.

La mesure des flèches est à la charge du titulaire. Celui-ci approvisionne donc tous les matériels et personnels nécessaires. Le maître d'œuvre se réserve le droit de contrôler son travail.

La fourniture des charges (poids mort et poids roulant) est à la charge du titulaire.

Les véhicules constituant ces charges doivent présenter leur fiche de pesée avant le démarrage des épreuves.