

S O M M A I R E

CHAPITRE 1. DISPOSITIONS GENERALES - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE.....	5
ARTICLE 1.1. OBJET DU MARCHE.....	5
ARTICLE 1.2. DONNEES GENERALES.....	5
ARTICLE 1.3. DONNEES GEOMETRIQUES ET FONCTIONNELLES.....	7
ARTICLE 1.4. DESCRIPTION DE L'OUVRAGE TERMINE.....	8
ARTICLE 1.5. EQUIPEMENTS DE L'OUVRAGE.....	12
ARTICLE 1.6. TRAVAUX DIVERS.....	15
ARTICLE 1.7. SCHEMA D'ORGANISATION ET DE SUIVI DE L'ELIMINATION DES DECHETS (SOSED) – DISPOSITIONS SPECIFIQUES.....	15
ARTICLE 1.8. MODE DE CONSTRUCTION DE L'OUVRAGE.....	16
ARTICLE 1.9. CONSISTANCE DES TRAVAUX.....	16
ARTICLE 1.10. CONTRAINTES PARTICULIERES IMPOSEES AU CHANTIER.....	17
CHAPITRE 2.	
PREPARATION ET ORGANISATION DU CHANTIER.....	20
ARTICLE 2.1. STIPULATIONS PRELIMINAIRES.....	20
ARTICLE 2.2. DOCUMENTS A FOURNIR PAR L'ENTREPRENEUR.....	20
ARTICLE 2.3. PROGRAMME D'EXECUTION DES TRAVAUX.....	21
ARTICLE 2.4. SECURITE ET PROTECTION DE LA SANTE.....	21
ARTICLE 2.5. PLAN D'ASSURANCE QUALITE - GENERALITES.....	21
ARTICLE 2.6. DOCUMENT D'ORGANISATION GENERALE DU CHANTIER.....	24
ARTICLE 2.7. PROCEDURES D'EXECUTION.....	24
ARTICLE 2.8. SCHEMA D'ORGANISATION ET DE SUIVI DE L'ELIMINATION DES DECHETS	32
ARTICLE 2.9. DOCUMENTS DE SUIVI DU CONTROLE INTERNE.....	33
ARTICLE 2.10. PROGRAMME DES ETUDES D'EXECUTION.....	33
ARTICLE 2.11. ETUDES D'EXECUTION - GENERALITES.....	33
ARTICLE 2.12. BASES DES ETUDES D'EXECUTION.....	33
ARTICLE 2.13. TEXTES REGLEMENTAIRES ET REGLEMENTS DE CALCUL SELON REGLES EUROPEENNES.....	33
ARTICLE 2.14. ACTIONS ET SOLLICITATIONS SELON REGLES EUROPEENNES.....	34
ARTICLE 2.15. COMBINAISONS D'ACTIONS SELON REGLES EUROPEENNES.....	42
ARTICLE 2.16. JUSTIFICATION DU TABLIER SELON REGLES EUROPEENNES.....	44
ARTICLE 2.17. JUSTIFICATION DES APPAREILS D'APPUI.....	49

ARTICLE 2.18. JUSTIFICATION DES APPUIS ET FONDATIONS SELON REGLES EUROPEENNES.....	50
ARTICLE 2.19. JUSTIFICATION DES EQUIPEMENTS.....	53
ARTICLE 2.20. JUSTIFICATION DES BLINDAGES DES FOUILLES.....	54
ARTICLE 2.21. DOSSIER DE RECOLEMENT DE L'OUVRAGE.....	54

CHAPITRE 3.

<u>PROVENANCE, QUALITE ET PREPARATION DES MATERIAUX.....</u>	55
ARTICLE 3.1. GENERALITES.....	55
ARTICLE 3.2. DECHETS.....	56
ARTICLE 3.3. REMBLAIS DES FOUILLES ET REMBLAIS CONTIGUS AUX OUVRAGES.....	57
ARTICLE 3.4. REPERES DE NIVELLEMENT.....	57
ARTICLE 3.5. PRODUITS METALLIQUES POUR PIEUX.....	58
ARTICLE 3.6. PALPLANCHES METALLIQUES POUR RIDEAU DE LA PILE P1.....	59
ARTICLE 3.7. TRAITEMENTS DE SURFACE.....	59
ARTICLE 3.8. ACIERS POUR BETON ARME.....	59
ARTICLE 3.9. BETONS ET MORTIERS HYDRAULIQUES.....	61
ARTICLE 3.10. PROTECTION ANTICORROSION DES PARTIES METALLIQUES : SPECIFICATIONS COMMUNES.....	78
ARTICLE 3.11. OSSATURE METALLIQUE.....	80
ARTICLE 3.12. APPAREILS D'APPUI A POT.....	82
ARTICLE 3.13. ETANCHEITE PRINCIPALE.....	83
ARTICLE 3.14. ETANCHEITE LATERALE.....	83
ARTICLE 3.15. BARRIERES DE SECURITE BN4-16.....	84
ARTICLE 3.16. DISPOSITIF DE RECUEIL ET D'EVACUATION DES EAUX DU TABLIER.....	84
ARTICLE 3.17. FOURREAUX.....	85
ARTICLE 3.18. CORNICHES CANIVEAUX ET POTEAUX D'ECRANS.....	85
ARTICLE 3.19. CANIVEAUX.....	86
ARTICLE 3.20. ANCRAGES POUR ECRANS ACOUSTIQUES SUR CULEES.....	86
ARTICLE 3.21. PANNEAUX POUR ECRANS ACOUSTIQUES.....	86
ARTICLE 3.22. BETON BITUMINEUX.....	87
ARTICLE 3.23. DISPOSITIF DE DRAINAGE.....	88
ARTICLE 3.24. TUYAUX D'EVACUATION D'EAU - REGARDS.....	88
ARTICLE 3.25. PLATE-FORMES DE VISITE DES PILES.....	89
ARTICLE 3.26. GRILLAGE ANTI-INTRUSION ET HERSE.....	90
ARTICLE 3.27. CAILLEBOTIS AUTOPORTEUR.....	91

CHAPITRE 4.	
EXECUTION DES TRAVAUX.....	92
ARTICLE 4.1. ARTICLE TRAVAUX PREPARATOIRES.....	92
ARTICLE 4.2. DISPOSITIONS PARTICULIERES LIEES AUX CONSTRUCTIONS AVOISINANTES.....	93
ARTICLE 4.3. DEBROUSSAILLEMENT - DEMOLITIONS - DECAPAGE.....	94
ARTICLE 4.4. SEMELLES ET RADIERES DE FONDATION.....	94
ARTICLE 4.5. FONDATIONS PAR PIEUX EXECUTES EN PLACE	96
ARTICLE 4.6. PALPLANCHES ET RIDEAUX DE PALPLANCHES.....	99
ARTICLE 4.7. OUVRAGES PROVISOIRES AUTRES QUE LES COFFRAGES, DISPOSITIFS SPECIAUX.....	101
ARTICLE 4.8. MATERIELS SPECIAUX.....	102
ARTICLE 4.9. COFFRAGES.....	103
ARTICLE 4.10. TRAITEMENTS DE SURFACE.....	104
ARTICLE 4.11. MISE EN ŒUVRE DES ACIERS POUR BETON ARME.....	105
ARTICLE 4.12. MISE EN ŒUVRE DES BETONS.....	105
ARTICLE 4.13. EXECUTION DES CHARPENTES METALLIQUES.....	108
ARTICLE 4.14. OUVRAGES PROVISOIRES POUR CHARPENTES METALLIQUES.....	114
ARTICLE 4.15. MONTAGE DES CHARPENTES METALLIQUES.....	115
ARTICLE 4.16. EXECUTION DE LA PROTECTION ANTICORROSION.....	115
ARTICLE 4.17. OPERATIONS DE VERINAGE.....	117
ARTICLE 4.18. BOSSAGES D'APPUI.....	117
ARTICLE 4.19. APPAREILS D'APPUI A POT.....	117
ARTICLE 4.20. ETAT DE SURFACE DU TABLIER.....	118
ARTICLE 4.21. ETANCHEITE PRINCIPALE.....	118
ARTICLE 4.22. ETANCHEITE LATERALE.....	119
ARTICLE 4.23. BARRIERES DE SECURITE BN4-16.....	119
ARTICLE 4.24. MISE EN ŒUVRE DES DISPOSITIFS DE RECUEIL ET D'EVACUATION DES EAUX SOUS LES JOINTS.....	120
ARTICLE 4.25. BORDURES DE TROTTOIR.....	120
ARTICLE 4.26. MISE EN ŒUVRE DES CORNICHES CANIVEAUX.....	120
ARTICLE 4.27. MISE EN ŒUVRE DES CANIVEAUX.....	121
ARTICLE 4.28. MISE EN ŒUVRE DES ANCRAGES DES ECRANS ACOUSTIQUES SUR CULEES.....	121
ARTICLE 4.29. FABRICATION, TRANSPORT ET MISE EN ŒUVRE DU BETON BITUMINEUX	121
ARTICLE 4.30. DISPOSITIF DE DRAINAGE.....	122
ARTICLE 4.31. REMBLAIS CONTIGUS.....	122
ARTICLE 4.32. MONTAGE DES PLATEFORMES DE VISITE DES PILES.....	122

ARTICLE 4.33. JOINTS DE CHAUSSEE PROVISOIRES.....	123
ARTICLE 4.34. TOLERANCES GEOMETRIQUES DE L'OUVRAGE FINI.....	123
ARTICLE 4.35. REMISE EN ETAT DES LIEUX ET NETTOYAGE FINAL.....	124
ARTICLE 4.36. EPREUVES DE L'OUVRAGE.....	124

CHAPITRE 5.

<u>ANNEXE NORMATIVE.....</u>	126
-------------------------------------	------------

CHAPITRE 6.

<u>ANNEXE "JUSTIFICATIONS DES FONDATIONS".....</u>	139
---	------------

CHAPITRE 1. DISPOSITION S GENERALES - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

ARTICLE 1.1. OBJET DU MARCHÉ

Les travaux faisant l'objet du présent marché concernent la construction du viaduc de Taulhac dans le cadre du contournement du Puy-en-Velay par la RN88.

Cet ouvrage est situé sur la commune du Puy-en-Velay dans le département de la Haute-Loire. Il est destiné à permettre le franchissement du vallon de Taulhac par la future RN88 contournant le Puy-en-Velay.

L'ouvrage est du type bipoutre mixte à pièces de pont et consoles de portées 73 m – 3X92 m – 73 m, et d'une longueur totale de 422 m.

ARTICLE 1.2. DONNEES GENERALES

1.2.1. Planimétrie et altimétrie

1.2.1.1. Planimétrie

Tous les points sont repérés en coordonnées planes NTF-Lambert zone 3.

1.2.1.2. Altimétrie

Tous les plans sont rapportés au zéro du nivellement du réseau NGF-IGN 1969 (nouveau système des altitudes françaises) et toutes les altitudes sont exprimées en mètres.

1.2.2. Données géotechniques

(art. A.2.2 du fasc. 62 titre V du CCTG, 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 les éléments du rapport géotechnique joints au présent CCTP.

1.2.3. Réseaux de concessionnaires

Les réseaux à passer dans l'ouvrage sont les suivants :

- Réseau d'Appel d'Urgence : 4 PEHD Ø40;
- Réseau fibres optiques : 4 PEHD Ø40;

1.2.4. Contexte climatique et environnemental

1.2.4.1. Classes d'exposition à l'environnement climatique

(normes NF EN 206-1, NF EN 206-1/NA, 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 206-1 et auxquelles sont soumises les différentes parties de l'ouvrage, 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 selon les règles européennes» et «Justification des appuis et fondations selon les règles européennes» du chapitre 2 du présent CCTP.

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

L'entrepreneur doit mettre en œuvre les recommandations destinées à prévenir l'alcali-réaction des bétons données dans l'article 5.2.3.4 de la norme NF EN 206-1 et dans le document intitulé «Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction» édité par le LCPC en juin 1994.

Pour l'application de ces documents, le niveau de prévention des risques liés à l'alcali-réaction est le niveau de précautions exceptionnelles (niveau C des recommandations).

Ce niveau de prévention s'applique à toutes les parties principales de l'ouvrage à l'exception des pièces secondaires facilement remplaçables suivantes, qui ne requièrent pas de précautions particulières (niveau A des recommandations) : bordures de trottoir de type T2.

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

L'entrepreneur 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 le LCPC en août 2007.

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

Catégorie d'ouvrage

L'ouvrage est de catégorie III au sens du tableau I du document intitulé «Recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne» édité par le LCPC en août 2007.

Classes d'exposition XH

Toutes les parties de l'ouvrage 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 le LCPC en août 2007.

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

L'ouvrage comporte des parties soumises à un gel sévère (G) ou à un gel modéré avec salage fréquent ou très fréquent (G+S). Celles-ci sont précisées dans l'article intitulé «Bétons et mortiers hydrauliques» du chapitre 3 du présent CCTP. Pour leur béton, l'entrepreneur doit mettre en œuvre les recommandations données dans le document intitulé «Recommandations pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel» édité par le LCPC en décembre 2003, en adoptant comme classe de gel la classe « gel sévère » et comme classe d'exposition au salage de la voie portée la classe « salage très fréquent ».

1.2.4.5. 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)

L'ouvrage est situé en atmosphère non tropicale au sens du fascicule 56 du CCTG.

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

L'ouvrage ne comporte aucune partie métallique immergée.

1.2.4.6. Contexte sismique

L'ouvrage est situé en zone de sismicité 0 au sens du décret relatif à la prévention du risque sismique n°91-461 du 14 mai 1991. Dans ce contexte, aucune disposition parasismique particulière n'est à prévoir.

L'ouvrage est rangé en classe A au sens de l'arrêté du 15 septembre 1995 relatif à la classification et aux règles de construction parasismiques applicables aux ponts de la catégorie dite «à risque normal». Dans ce contexte, aucune disposition parasismique particulière n'est à prévoir.

1.2.5. Durées de vie, de service et d'utilisation

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

1.2.6. 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.

Les prestations essentiellement concernées par le traitement architectural concernent :

- les appuis intermédiaires et les murs de culées
- les dispositifs latéraux en bords de tabliers (corniches et écrans)
- la coloration des différents composants métalliques
- les dispositifs d'anti-intrusion aux culées et semelles inférieures des poutres

L'attention de l'entrepreneur est attirée sur le fait que le maître d'œuvre demandera l'avis et/ou l'accord de l'architecte à certaines étapes du chantier. A titre d'exemple et de manière non exhaustive, il pourra s'agir de l'acceptation des éléments témoins et de la mise en peinture des parties métalliques, les couleurs de celles-ci étant indiquées sur les plans joints au présent CCTP.

ARTICLE 1.3. DONNEES GEOMETRIQUES ET FONCTIONNELLES

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

1.3.1. Profil en travers

Le profil en travers de l'ouvrage est constitué comme suit :

- une barrière BN 4 en rive (0,77 m)
- une bande dérasée de droite de 1,25 m,

- une chaussée unidirectionnelle de 6,75 m (3,50 + 3,25),
- une bande dérasée de gauche de 0,75 m,
- Une DBA de 0,60m,
- une bande dérasée de gauche de 0,75 m,
- une chaussée unidirectionnelle de 6,75 m (3,50 + 3,25),
- une bande dérasée de droite de 1,25 m,
- une barrière BN 4 en rive (0,77 m).

soit une largeur totale de 19,64 m. Le tablier présente un profil en toit symétrique avec une pente de 2,5%.

1.3.2. Tracé en plan

Le tracé en plan de l'ouvrage est rectiligne.

Par rapport à l'axe d'implantation, les appuis de l'ouvrage présentent un biais de 100 grades.

1.3.3. Profil en long

La ligne de référence choisie pour définir le profil en long de l'ouvrage est située dans l'axe du séparateur central et se situe au sommet de la couche de roulement. Le profil en long de l'ouvrage est rectiligne, de penté à 2,14 %.

1.3.4. Gabarits à respecter

De par le franchissement du vallon, aucune contrainte de gabarit n'est à mentionner.

ARTICLE 1.4. DESCRIPTION DE L'OUVRAGE TERMINE

1.4.1. Généralités

L'ouvrage est défini par le présent CCTP et par l'ensemble des plans qui lui sont joints. Il est toutefois précisé que les niveaux de fondations indiqués sur ces documents n'ont qu'un caractère indicatif et sont fixés définitivement par le maître d'œuvre lors de l'exécution.

Les paragraphes qui suivent présentent les principales caractéristiques de l'ouvrage et certaines de ses particularités.

1.4.2. Culées

Culée C0

La culée est une culée à mur de front. Elle comporte notamment un sommier, un mur de front liaisonné à des raidisseurs et une semelle de fondation.

La culée est fondée superficiellement sur un massif de substitution en gros béton.

Pour le profilage des fonds de fouilles, les purges locales éventuelles du sol sont comblées par du gros béton.

La culée est complétée par :

- des murs en retour suspendus supportant les BN4 et les écrans hors ouvrage ;
- des murs cache appuis supportant les écrans à la sortie immédiate de l'ouvrage ;
- un grillage anti-intrusion avec ménagement d'une porte d'accès (2,0 m ht x 1,5 m l)

A noter également la présence de deux puisards permettant le recueil des eaux de tablier. Ces dernières sont acheminées vers l'assainissement de la section courante via deux collecteurs Ø500 pour lesquels un passage est ménagé au travers du mur garde grève.

Culée C5

La culée est constituée d'un chevêtre qui joue le rôle de semelle de fondation. Elle est fondée profondément sur deux files de quatre pieux verticaux.

Ces pieux sont des pieux en béton armé coulés en place. Ils sont de type forés boue et ont un diamètre de 1100 mm.

La culée est complétée par :

- des murs en retour suspendus supportant les BN4 et les écrans hors ouvrage ;
- des murs cache appuis supportant les écrans à la sortie immédiate de l'ouvrage ;
- un grillage anti-intrusion avec ménagement d'une porte d'accès (2,0 m ht x 1,5 m l)

Il y a lieu de noter les particularités suivantes pour les culées : les parements des murs de front et des murs en retour sont traités architecturalement.

1.4.3. Piles

Les piles sont constituées d'un fût creux de section constante, quasi-rectangulaire, présentant des nervures verticales marquées par une légère angulation.

Le fût est surmonté par un chevêtre s'évasant à l'image des piles marteau.

Ce fût repose sur une semelle de liaison de section rectangulaire.

Les piles sont fondées profondément sur deux files de quatre pieux verticaux.

Ces pieux sont des pieux en béton armé coulés en place. Ils sont de type forés boue et ont un diamètre de 1500 mm.

A noter que la réalisation de la semelle de la pile P1 s'effectue après mise en œuvre d'un blindage en palplanches, permettant de conserver l'accès à l'habitation Robin.

Il y a lieu de noter les particularités suivantes pour les piles :

- les parements du fût et de chevêtre sont traités architecturalement.
- une ouverture de 2,00 m ht x 1,00 m l est ménagée à la base de chaque pile, du côté opposé à la RD38. Cette ouverture, bouchée en parpaings creux, se situe à 50 mm du parement, de manière à permettre la réalisation d'un enduit de surface. Une grille de ventilation de 200 x 200 mm est également mise en œuvre dans chacune de ces ouvertures pour permettre la circulation d'air dans les fûts.
- En partie supérieure des piles, un trou d'homme d'un diamètre de 1,00 m est ménagé dans le chevêtre, pour accéder à l'intérieur du fût. Une plateforme de visite, située en partie supérieure du chevêtre permet l'exploitation future des appuis de l'ouvrage.

1.4.4. Tablier d'ouvrage à ossature mixte de type bi-poutre

1.4.4.1. Structure du tablier

Le tablier comporte cinq travées de portées 73 m – 3X92 m – 73 m.

La charpente métallique du tablier est constituée de 2 poutres de type PRS (profilés reconstitués soudés).

Les poutres principales sont surmontées d'un hourdis en béton armé de 26 centimètres d'épaisseur.

La dalle en béton n'est pas précontrainte transversalement.

Les poutres principales sont de hauteur constante.

Transversalement, les poutres sont reliées par des pièces de pont et des consoles espacées de 4,00 mètres en travée principale et 4,06 mètres en travée de rive.

La liaison de la dalle de couverture en béton avec la charpente métallique est assurée par des connecteurs de type goujons.

Le vérinage pour changement des appareils d'appui s'effectue sous les poutres principales pour tous les appuis.

1.4.4.2. Protection contre la corrosion

(fasc. 56 du CCTG)

Les éléments de la charpente métallique du tablier sont classés en catégorie 1 telle que définie par l'article 1.3 du fascicule 56 du CCTG.

La protection contre la corrosion de la charpente métallique du tablier est assurée par peinture sur acier mis à nu, avec un système titulaire de la marque ACQPA-Systèmes anticorrosion par peinture. La teinte retenue est le RAL 6011 « vert réséda ».

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.

Toutes les surfaces sont protégées sauf la face des semelles en contact avec le béton, sur laquelle l'application de la peinture est limitée à des retours de 50 mm de chaque côté.

Toutes les surfaces à traiter sont considérées comme des parties vues. Elles sont classées en catégorie C4 et reçoivent **un système 3 couches avec primaire riche en zinc**,

Pour l'appréciation de la garantie, les zones de perception visuelles globales (ZPVG) telles que définies par l'article 1.5.2.3.1 du fascicule 56 du CCTG sont les suivantes :

- la face extérieure de chaque poutre, y compris les faces inférieures des semelles et les parties en consoles des pièces de pont (soit une ZPVG par poutre),
- les faces intérieures des poutres, y compris la face supérieure des semelles et les pièces de pont, vues depuis chaque culée (soit une ZPVG par culée).

1.4.5. Appareils d'appui

Le tablier repose sur les culées et les piles par l'intermédiaire d'appareils d'appui à pot.

Ces appareils sont équipés de dispositifs de suivi de fonctionnement.

Toutes les lignes d'appui sont équipées d'un appareil d'appui mobile unidirectionnel et d'un appareil d'appui mobile multidirectionnel à l'exception de la ligne d'appui de la pile P3. Cette dernière est équipée d'un appareil d'appui mobile unidirectionnel et d'un appareil d'appui fixe

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 bossages en béton.

1.4.6. Traitement des parties vues

(art. 62 du fasc. 65 du CCTG)

Les différents parements (surfaces de béton visibles) de l'ouvrage sont classés comme suit :

Partie d'ouvrage	Classe de parement
Culées : - surfaces coffrées des bétons de fondation, semelles, et dalles de transition, Piles : - surfaces coffrées des semelles.	Parements soignés simples
Culées : - surfaces coffrées en contact avec les terres de tous les garde grèves, murs en retour, chevêtres et des raidisseurs + mur de front C0 - faces côté chevêtre des garde grèves, murs cache et regards Piles : - toutes faces intérieures et extérieures des fûts et des chevêtres Tablier : - toutes faces sauf abouts de plots, - toutes faces des longrines.	Parements soignés fins
Culées : - toutes faces vues des murs en retour, murs cache, chevêtres et du mur de front C0	Parements soignés ouvragés coulés en place

Pour les parements fins, les exigences particulières correspondantes sont précisées au chapitre 4 du présent CCTP.

Des descriptions sont également reportées sur les plans joints au présent CCTP et des indications complémentaires peuvent être consultées dans le dossier architectural.

1.4.7. Traitements de surface

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

- un produit de badigeon pour parois au contact des terres : toute paroi verticale en contact avec les terres ;
- un produit anti-graffiti et anti-affiches :
 - piles : à la base des fûts sur une hauteur de 3,0 m ;
 - culées : sur les faces extérieures des murs en retour et murs cache-appuis ainsi que sur la face avant du chevêtre (C5) ou du mur de front (C0).

ARTICLE 1.5. EQUIPEMENTS DE L'OUVRAGE

1.5.1. Étanchéité principale

(fasc. 67 titre I du CCTG)

L'étanchéité principale de 3 cm d'épaisseur est assurée par une feuille préfabriquée recevant une protection en asphalte gravillonné.

La chape est dimensionnée et protégée pour résister en phase provisoire à la circulation des engins de chantier définis au sous article intitulé «Engins lourds de terrassement et de chantier» de l'article intitulé «Contraintes particulières imposées au chantier» du chapitre 1 du présent CCTP.

Il est prévu de mettre en œuvre une protection de la chape d'étanchéité de 5,5 cm de béton bitumineux.

1.5.2. Étanchéité sur les parties latérales

L'étanchéité sur les parties latérales du tablier est assurée au moyen d'un film mince adhérent au support à base de résine synthétique, et appliqué à chaud.

Cette étanchéité est mise en œuvre avant la pose des corniches métalliques et des écrans mais une fois les poteaux de BN4 fixés.

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

Cette étanchéité est également appliquée dans les puisards de collecte des eaux de la culée C0.

1.5.3. Joints de dilatation

L'ouvrage est équipé de joints de chaussée conformes aux plans joints au présent CCTP et présentant les caractéristiques suivantes :

- souffles de 280 mm sur C0 et 200 mm sur C5, pour un point fixe positionné sur P3,
- apte à supporter un trafic de classe T0 au sens du document intitulé «Conception et dimensionnement des structures de chaussée - Guide technique» édité par le LCPC et le SETRA en décembre 1994,
- étanche ou disposant d'un dispositif efficace de recueil des eaux.

Ces joints sont mis en place après réalisation de la couche de roulement. Il sont hors marché.

1.5.4. Dispositifs de retenue

Les barrières de sécurité prévues en rive d'ouvrage sont du type BN4-16. Elles sont conformes aux plans et à l'annexe technique à la circulaire d'homologation n°95-68 du 28 juillet 1995. Cette annexe technique est disponible auprès du SETRA.

Les dispositifs de liaison entre les barrières de sécurité BN4-16 et les glissières de sécurité métalliques implantées sur les remblais d'accès, ne sont pas intégrés au présent marché..

Au passage des joints de chaussée, les lisses supérieure et intermédiaire des barrières BN4-16t sont équipées d'un système transmetteur d'efforts permettant les mouvements lents du tablier et se bloquant instantanément sous un choc, de type «Transpec®» ou similaire, conforme à la partie II de l'annexe technique à la circulaire n° 95-68 du 28 juillet 1995.

L'ouvrage est équipé à l'axe de la chaussée d'un séparateur en béton double qui n'est pas intégré au présent marché.

1.5.5. Dispositifs de recueil et d'évacuation des eaux

1.5.5.1. Drains

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

Les eaux de ruissellement sont évacuées par le biais de corniches caniveaux situées sur chacune des rives du tablier.

1.5.5.2. Avaloirs

Des avaloirs ménagés tous les 20 mètres dans les longrines des dispositifs de retenue, déversent les eaux en provenance du tablier dans les corniches caniveaux.

Ces avaloirs sont conformes aux plans joints au présent CCTP.

1.5.5.3. Évacuation des eaux

Les eaux en provenance des corniches caniveaux sont reprises au niveau des abouts de l'ouvrage au moyen de deux puisards intégrés à la culée C0.

Ces eaux sont ensuite acheminées vers l'assainissement général de la section courante par l'intermédiaire de tuyaux béton de diamètre 500 mm traversant le mur garde-grève. Elles sont évacuées vers un bassin de décantation.

Des dispositifs de collecte et d'évacuation des eaux qui percolent au travers des joints de chaussée, sont prévus sous les joints de dilatation de l'ouvrage. Ils sont constitués d'une goulotte en PEHD de 400 mm de largeur. Ces dispositifs sont conformes aux plans joints au présent CCTP.

La face supérieure des chevêtres des culées est pentée vers des rigoles situées au pied du mur garde grève, qui se déversent dans des tuyaux d'évacuation noyés dans le chevêtre au point bas, pour amener les eaux de la rigole vers le pied de talus à travers les murs cache-appuis.

1.5.5.4. Larmiers

La sous-face du tablier est protégée par des larmiers longitudinaux se retournant le long des joints de dilatation.

1.5.6. Fourreaux

Des fourreaux sont prévus en rive de tablier, en partie supérieure de corniche :

- Réseau d'Appel d'Urgence : 4 PEHD Ø40 côté Est ;
- Réseau fibres optiques : 4 PEHD Ø40 côté Ouest ;

1.5.7. Corniches caniveaux

Les corniches caniveaux sont en bardage métallique et conformes aux plans joints au présent CCTP.

Elles sont équipées en partie supérieure d'un caillebotis et d'une boîte réseau (passage de 4 PEHD Ø40). En outre, elles supportent les écrans anti-bruit en PMMA. Elles sont de teinte certifiée ACQPARAL 7035 « gris lumière ».

1.5.8. Caniveaux fil d'eau

Les caniveaux sont exécutés en asphalte coulé gravillonné sur une largeur de 20 cm.

1.5.9. Bordures de trottoir

(fasc. 31 du CCTG)

Les bordures de trottoir sont coulées en place et conformes aux plans joints au présent CCTP.

1.5.10. Couche de roulement

Une couche de roulement définitive en béton bitumineux de 8 cm d'épaisseur est prévue sur le tablier de l'ouvrage (5,5 cm BBSG + 2,5 cm BBTM). Seule la première couche de 5,5 cm de BBSG est incluse au marché.

1.5.11. Dalles de transition

L'ouvrage est muni à ses deux extrémités de dalles de transition de 4 m de longueur.

1.5.12. Écrans acoustiques

Afin de limiter les nuisances sonores dues à la voie nouvelle, le tablier est équipé d'écrans antibruit de 2,5 m de hauteur, de type PMMA translucide, implantés à l'extrémité des corniches caniveaux tel qu'indiqué sur les plans joints au présent CCTP.

Constitués de panneaux de 2,00 m de longueur courante, ces écrans sont fixés aux corniches caniveaux par des poteaux verticaux galvanisés peints.

Les poteaux métalliques sont de teinte certifiée ACQPARAL 7035 « gris lumière ».

1.5.13. Remblais contigus à l'ouvrage

Le volume des remblais contigus à l'ouvrage est défini à l'article intitulé «Remblaiement contigu aux culées et derrière les murs de soutènement» du chapitre 4 du présent CCTP. Ils sont réalisés en plusieurs phases, détaillées à l'article correspondant du chapitre 4 du CCTP.

Des dispositifs de drainage sont placés derrière les murs garde grève, les murs en retour et le mur de front (culée C0).

Ils sont constitués d'un complexe drainant constitué d'une âme alvéolaire symétrique en PEHD d'une épaisseur minimale de 15mm et d'un filtre non-tissé.

1.5.14. Grillages et herses anti-intrusion

Les dispositifs d'anti-intrusion sont définis sous deux types :

- un grillage vertical implanté en bord externe du chevet et assurant la fermeture entre les murs en retour et les poutres principales de la charpente dont la teinte sera RAL 7011 « gris sombre »
- des herses métalliques disposées verticalement sur les semelles inférieures des poutres empêchant tout accès à ces dernières dont la teinte sera RAL 6011 « vert réséda »

1.5.15. Dispositifs d'accès, de visite et d'entretien

1.5.15.1. Accès aux piles

L'accès aux piles de l'ouvrage s'effectue uniquement depuis le chevêtre, via un trou d'homme de diamètre 1,00 m ménagé à cet effet. Il est complété par une plate-forme de visite disposée sous ce chevêtre.

L'ouverture prévue en pied de pile est quant à elle bouchée (parpaings creux). Elle n'est utilisée qu'en cas de secours pour intervenir auprès des personnels visitant la structure.

1.5.15.2. Accès aux culées

L'accès aux culées de l'ouvrage s'effectue par une ouverture (porte de 2,50 m ht x 1,50 ml) réalisée sur chaque chevêtre.

1.5.16. Surveillance - repères topométriques

L'ouvrage est équipé de repères de nivellement permettant son suivi sur le long terme. Ils sont prévus à la base de chaque appui et sur le tablier à chaque extrémité de l'ouvrage, au droit des axes d'appuis et au milieu de chaque travée.

ARTICLE 1.6. TRAVAUX DIVERS

Le marché comprend également les travaux suivants :

- la réalisation de l'aire de montage de la charpente métallique côté C0,
- la réalisation de la structure de chaussée de la section courante sur une longueur de 20 mètres environ à l'arrière des culées, (30 cm de GNT 0/31,5 + 2 x 14 cm de grave bitume 0/14 + 5,5 cm de BBSG 0/14)
- Le déplacement des réseaux présents dans l'emprise des piles P1 – P2 : AEP, EU, EDF, téléphone, etc
- La réalisation d'un accès indépendant à la maison d'habitation Robin et la modification des accès aux jardins qu'elle engendre
- Divers travaux de libération d'emprise aux abords de la pile P1
- L'aménagement entre C0 et P1 d'un passage entre l'habitation et l'entrepôt Robin
- La modification des accès Robin à la fin des travaux.

ARTICLE 1.7. SCHEMA D'ORGANISATION ET DE SUIVI DE L'ELIMINATION DES DECHETS (SOSED) – DISPOSITIONS SPECIFIQUES

Dans ce document, qui sera soumis au visa du maître d'œuvre pendant la période de préparation des travaux, l'entrepreneur expose et s'engage de manière détaillée et précise sur :

- Les centres de stockage ou centres de regroupement ou unité de recyclage vers lesquels seront acheminés les différents déchets à éliminer.
- Les méthodes qui seront employées pour ne pas mélanger les différents déchets.
- Les moyens de contrôle, suivi et de traçabilité qui seront mis en œuvre pendant les travaux.

Toute référence qui suit, à une élimination des déchets, relève du présent article.

Est annexé au présent CCTP un dossier descriptif sur la nature et les quantités de déchets présents sur le chantier et rencontrés lors des travaux, qu'ils soient destinés à être évacués ou réutilisés sur place.

ARTICLE 1.8. MODE DE CONSTRUCTION DE L'OUVRAGE

Tel qu'il est prévu au marché, l'ouvrage est construit comme décrit ci-après.

La charpente métallique est réalisée en usine par tronçons, transportée sur le site, puis assemblée par soudage sur l'aire de montage située à l'arrière de la culée C0.

Le transport est effectué par voie terrestre moyennant les autorisations de transport par convois exceptionnels par les autorités compétentes.

La mise en place de la charpente métallique est prévue par lancement à partir de la plate-forme de montage. Cette plate-forme est réalisée selon les indications du chapitre 4 du présent CCTP.

Compte tenu de l'insuffisance de longueur disponible pour la plate-forme (140 mètres maxi), l'entrepreneur procède à plusieurs phases d'assemblage et de lancement partiels.

Pour faciliter la mise en place de la charpente métallique par lancement, les semelles inférieures des poutres présentent une largeur constante et leurs variations d'épaisseur se font par le dessus.

Un contreventement provisoire est prévu en phase de lancement.

Lors des opérations de bétonnage de la dalle, la structure repose sur des appareils d'appui provisoires.

Les appareils d'appui définitifs sont posés et réglés après coulage de la dalle du tablier.

La dalle de couverture en béton est coulée en place à l'aide de deux équipages mobiles.

La solution étudiée comporte un coulage de la dalle par plots, avec un phasage prévoyant de couler en dernier les parties de dalle des zones sur piles, pour éviter la fissuration de la dalle dans ces zones.

La longueur des plots est de 8,00 mètres pour les travées principales et de 8,12 mètres pour les travées de rive.

A titre indicatif, le détail du phasage envisagé est fourni dans la note de calculs du tablier joint au dossier 2 du présent marché.

Un dispositif anti-déversement des poutres principales en phase de bétonnage de la dalle est prévu (contreventement).

Il n'est pas prévu de dénivellation sur appuis.

Les pièces de pont sont auto stables sous le poids du béton frais et des coffrages.

ARTICLE 1.9. CONSISTANCE DES TRAVAUX

1.9.1. 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 de l'entrepreneur 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 interne,
- les ouvrages provisoires ou éléments provisoires et tous les ouvrages mis au marché et qui ne font pas partie de l'ouvrage proprement dit : avant-bec, arrière-bec, aire de montage et de lancement de la charpente métallique, les outils coffrants, les cintres,

- le blindage de la pile P1,
- l'amorce de la chaussée sur 20m environ à l'arrière des culées.
- Le déplacement des réseaux et la modification des accès à la propriété Robin.

1.9.2. Travaux non compris dans l'entreprise

Ne sont pas compris au titre du présent marché, les travaux suivants :

- la fourniture et la mise en œuvre du séparateur central en béton,
- la fourniture et la mise en œuvre des dispositifs de sécurité de liaison aux abouts de l'ouvrage,
- le revêtement de chaussée de type BBTM de 2,5 cm d'épaisseur,
- la fourniture et la pose des joints de dilatation (chaussée),
- la fourniture et la pose des différents réseaux empruntant l'ouvrage, les raccordements de réseaux,

ARTICLE 1.10. CONTRAINTES PARTICULIERES IMPOSEES AU CHANTIER

1.10.1. Conditions d'accès au site

Les conditions d'accès au site sont les suivantes, en fonction de l'appui considéré :

- Culée C0 : par la voie communale du stade, depuis la zone artisanale de Taulhac.
- Pile P1 et P2 : depuis la RD38, par une piste de chantier à créer.
- Piles P3, P4 et culée C5 : depuis la RD38, par la piste de chantier existante.

Les voies permettant d'accéder au site sont détaillées dans les plans joints au présent CCTP.

1.10.2. Constructions avoisinantes

L'attention de l'entrepreneur est attirée sur l'existence, au voisinage immédiat du chantier, de maisons d'habitation et de locaux à caractère industriel (activité apicole de Mr Robin en particulier).

L'organisation du chantier devra s'adapter à tout moment pour minimiser au maximum les nuisances à l'encontre des personnes ou organismes précités et leur maintenir, 24h / 24h, des conditions d'accès équivalentes à celles constatées lors du démarrage des travaux.

1.10.3. Réseaux

L'attention de l'entrepreneur est attirée sur l'existence de réseaux concessionnaires indiqués sur les plans des réseaux, joints au présent CCTP.

Tous les réseaux sont maintenus en exploitation pendant les travaux.

Les réseaux à dévier avant réalisation des piles P1 et P2 sont indiqués sur le plan "Déplacement des accès et réseaux Robin".

1.10.4. Phasage des travaux et ordre d'exécution

Tel qu'envisagé au marché, l'ordre d'exécution des travaux est le suivant :

- réalisation des installations de chantier
- réalisation des culées et des piles,
- réalisation de la plateforme d'assemblage,
- assemblage et montage de la charpente,

- réalisation du hourdis selon le pianotage retenu,
- mise en œuvre des équipements
- finitions - repliement

1.10.5. Maintien de circulations

Les circulations piétonnes, automobiles et poids lourds, sont maintenues pendant toute la durée des travaux :

- sur la voie communale du stade,
- sur l'actuelle et la future voie d'accès à la maison Robin, de part et d'autre des piles P1 et P2.
- sur la RD38.

Des interruptions ponctuelles de circulation pourront être autorisées par le Maître d'œuvre, sur demande explicite de l'entrepreneur, avec un préavis de 1 jour. Ces coupures n'excéderont pas une durée de cinq (5) minutes et seront hors des créneaux horaires précisés à l'article 8.4.5 du CCAP. La signalisation correspondante et la gestion sera à la charge de l'entrepreneur.

L'entrepreneur doit prendre en compte cette situation pour l'organisation du chantier :

- aux abords de la culée C0,
- aux abords des piles P1 et P2,
- au moment du lancement de la charpente métallique et des travaux de peinture,
- au moment des travaux de construction de la dalle de couverture en surplomb de la RD38, pour lesquels l'entrepreneur doit prendre toutes les dispositions pour éviter toute chute d'objet pendant les phases de translation des outils coffrants et matériels de bétonnage,
- au moment de la réalisation des superstructures.

L'entrepreneur doit tenir compte des maintiens de circulation conformément au CCAP.

1.10.6. Engins lourds de chantier

Le passage d'engins de terrassement de type Caterpillar 769C est admis sur l'ouvrage sous réserve de respecter les conditions suivantes :

- 2 engins circulent au maximum par sens,
- les engins circulant dans le même sens ont une interdistance d'au moins 150 m,
- les engins circulent dans l'axe de chaque demi-chaussée avec un décalage transversal de +/- 0,50 m.

1.10.7. Déchets

L'entrepreneur doit mettre en œuvre un schéma d'organisation et de suivi de l'élimination des déchets (SOSÉD), selon les modalités définies au chapitre 2 du présent CCTP.

1.10.8. Évacuation des eaux de chantier

Les rejets directs, de quelque nature qu'ils soient dans l'ensemble des écoulements naturels et des conduites existantes, sur l'emprise et à l'extérieur du chantier, sont strictement interdits.

L'entrepreneur doit avoir pour objectif majeur, lors de toutes les phases de travaux, de supprimer tout risque de pollution du site.

Les équipements suivants sont réalisés à proximité de la culée C0, au pied des piles P1 et P2 et enfin dans la proximité des piles P3, P4 et de la culée C5 (soit trois sites différents) :

- une aire bétonnée sur laquelle sont stockés tous les produits dangereux ou polluant, les hydrocarbures, les huiles, les cires de décoffrage, etc. Cette aire, totalement étanche, est entourée de bordures ou de fossés bétonnés permettant de recueillir et de canaliser les déversements accidentels ou non vers le bassin de rétention.

- une ou plusieurs fosses de vidange et de lavage des toupies, pompes et bennes à béton, équipées d'une surverse étanche raccordée au bassin de rétention.
- un bassin de rétention rigoureusement étanche destiné à recevoir les déversements évoqués ci-dessus et toutes les eaux usées du chantier.
- une fosse septique toutes eaux pour les sanitaires.
- un bac de stockage des déchets solides (papiers, plastiques, etc.).
- un bassin décanteur destiné à filtrer les eaux de pompage du batardeau de la pile P1.

Prescriptions complémentaires :

- **Aire bétonnée** : sa surface est adaptée à la quantité de produits à stocker ; elle est implantée dans le rayon d'action des moyens de levage du chantier ; elle est raccordée au bassin de rétention, soit directement s'il lui est juxtaposé, soit par l'intermédiaire d'un fossé étanche ou d'une canalisation étanche.
- **Fosses de vidange et de lavage** : pour les toupies, seul le lavage de la goulotte est autorisé, la vidange devant s'effectuer à la centrale à béton ; pour les pompes et les bennes à béton la vidange est autorisée ; les fosses sont fermées ou vidées lorsque le niveau du béton durci atteint la cote de moins 1 m sous le terrain naturel d'origine.
- **Bassin de rétention** :
 - capacité d'au moins 20m³ ;
 - terrassement avec réglage fin du fond et des talus ;
 - géotextile anti-poinçonnement (classe 8) en fond et sur les talus, ancré en rive ;
 - membrane d'étanchéité type « Griltex GX 510 » ou similaire, épaisseur 5/10 mm, ancrée en rive ;
 - protection de la membrane par géotextile anti-poinçonnement (classe 8), ancré en rive.
- **Entretien** : tous les équipements sont régulièrement entretenus, le bassin est curé et vidé par pompage avec évacuation des produits conformément à la législation ; en fin de chantier, tous les produits et matériaux sont évacués conformément à la législation.

Batardeau – Épuisement des fouilles :

La semelle de la pile P1 est réalisée à l'intérieur d'un batardeau en palplanches.

Les semelles des piles et culées ainsi que les massifs de C0, sont bétonnés à sec, la puissance de pompage étant adaptée aux variations de débit des arrivées d'eau dans le batardeau et dans la fouille.

Les eaux issues du pompage dans le batardeau et la fouille sont, en l'absence de laitance ou autre produit polluant, filtrées dans les bassins décanteurs avant rejet dans les écoulements naturels.

Ces mêmes eaux chargées de laitance ou de tout autre produit, sont rejetées dans le bassin de rétention étanche.

1.10.9. Limitation des nuisances sonores

Afin de limiter les nuisances sonores dues au chantier, la plage horaire de travail est limitée de 7h à 20h.

Aucune dérogation ne sera admise.

1.10.10. Contraintes imposées par d'autres chantiers

L'entrepreneur doit s'accommoder des travaux suivants de part et d'autre de l'ouvrage :

- déplacements de réseaux,
- terrassements de la section courante,
- chaussée de la section courante.

CHAPITRE 2.

PREPARATION ET ORGANISATION DU CHANTIER

ARTICLE 2.1. STIPULATIONS PRELIMINAIRES

L'entrepreneur doit soumettre à l'acceptation du maître d'œuvre toutes les dispositions techniques qui ne font pas l'objet de stipulations dans le présent marché.

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).

ARTICLE 2.2. DOCUMENTS A FOURNIR PAR L'ENTREPRENEUR

(chapitre 3 du fasc. 65 du CCTG, art. III.1 et III.14 du fasc. 66 du CCTG, art. 3.1.1 et 3.2.1 du fasc. 56 du CCTG et art. 28, 29 et 40 du CCAG, annexe C de la norme NF EN 1090-2)

2.2.1. Dispositions générales

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

- les notes de calculs, par dérogation à l'article 29 du CCAG-T,
- les documents relatifs à la sécurité et à la protection de la santé,
- les documents relatifs aux ouvrages provisoires de 2ème catégorie,
- les documents de suivi du contrôle interne dont seul le cadre est soumis à son acceptation,
- le dossier de récolement.

2.2.2. Liste des documents à fournir

L'ensemble des documents à fournir par l'entrepreneur, 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 huit rubriques suivantes :

- le programme d'exécution des travaux,
- le plan qualité (PQ),
- les documents relatifs à la sécurité et à la protection de la santé,
- le schéma d'organisation et de suivi de l'élimination des déchets (SOSSED),
- le plan d'assurance de la protection de l'environnement (PAPE),
- les documents de suivi de contrôle interne,
- le programme des études d'exécution,
- les études d'exécution,
- le dossier de récolement de l'ouvrage.

ARTICLE 2.3. PROGRAMME D'EXECUTION DES TRAVAUX

(art. 28.2 du CCAG, art. 33 et 35 du fasc. 65 du CCTG, art. III.1.3 et III.1.4. du fasc. 66 du CCTG)

Le programme d'exécution des travaux comprend :

- le calendrier prévisionnel des travaux,
- la description générale des matériels et méthodes à utiliser,
- le projet des installations de chantier.

Le calendrier prévisionnel des travaux doit être présenté de telle sorte qu'apparaissent clairement les tâches critiques et leur enchaînement.

ARTICLE 2.4. SECURITE ET PROTECTION DE LA SANTE

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

Les modalités d'élaboration des documents relatifs à la sécurité et à la protection de la santé, conformément aux lois en vigueur, sont définies au CCAP.

ARTICLE 2.5. PLAN D'ASSURANCE QUALITE - GENERALITES

(art. 34 du fasc. 65 du CCTG, art. I.2.1 et annexe A1 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, annexe C de la norme NF EN 1090-2)

2.5.1. Composition générale du PQ

Conformément aux dispositions des articles 34 du fascicule 65, 1.6 du fascicule 56 et 7 du fascicule 68 du CCTG, le PQ est constitué :

- du document d'organisation générale du chantier,
- des procédures d'exécution,
- des cadres des documents de suivi d'exécution.

Le contenu du PQ relatif aux parties métalliques de l'ouvrage est conforme aux dispositions des articles 3.1 (cas des processus de type industriel) et/ou 3.2 (cas des processus de type génie civil) du fascicule 56 du CCTG, de l'annexe A1 du fascicule 66 du CCTG et de l'annexe C de la norme NF EN 1090-2. Par complément aux dispositions de cette dernière et par homogénéité avec les dispositions de l'article 34.2.1 du fascicule 65 du CCTG, les documents de suivi d'exécution ne sont pas soumis au visa. Seul le cadre de ces documents fait partie du PQ et est soumis au visa du maître d'œuvre, en même temps que les documents préalables à l'exécution.

2.5.2. Points d'arrêt et points critiques

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

Phase des travaux	Points d'arrêt
Implantation de l'ouvrage	- Acceptation du piquetage complémentaire
Fondations superficielles	- Conformité du fond de fouille d'une fondation superficielle (niveau et réglage de la fouille, nature et portance du sol) - Contrôle du remblaiement d'une poche purgée

Phase des travaux	Points d'arrêt
	- Conformité des massifs de substitution en gros béton pour le comblement des purges locales éventuelles - Autorisation de bétonnage d'une semelle de fondation
Fondations sur pieux exécutés en place	- Acceptation du forage et des armatures d'un pieu avant mise en place de celles-ci et bétonnage - Acceptation des pieux d'un appui après auscultation - 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
Bétonnages	- Réception des centrales à béton - Autorisation de réaliser les épreuves de convenance - Acceptation de l'épreuve de convenance - Acceptation de l'élément témoin de convenance - Acceptation des équipages mobiles - Autorisation de déplacer un équipement mobile - Autorisation de bétonnage d'une partie d'ouvrage - Autorisation de décoffrage d'une levée de pile - Autorisation de décoffrage d'un tronçon de hourdis
Structure métallique	- Autorisations de mise en œuvre du soudage en atelier et sur chantier (acceptation des PQ, DMOS, QMOS, QS, certificats matière et certificats de réception des produits de soudage) - Autorisation d'expédition des éléments de l'atelier avant protection anti-corrosion (acceptation des soudures en atelier, des fiches de contrôles des montages à blanc et des contrôles dimensionnels des pièces) - - Préparation des joints soudés sur le chantier - Autorisation de souder les éléments de continuité des raidisseurs longitudinaux - Acceptation des fiches de contrôle géométrique avant soudage - Acceptation des soudures en atelier et sur le site
Opération de lançage	- Autorisation d'amorcer une phase de lançage
Protection contre la corrosion de la charpente métallique (processus de type génie civil)	- Acceptation des documents préalables à l'exécution en atelier (PAQ atelier) - Acceptation de l'épreuve de convenance en atelier - Acceptation du système de peinture en atelier, avant le départ des éléments sur le site

Phase des travaux	Points d'arrêt
	- Acceptation des documents préalables à l'exécution sur site (PAQ site et PAPE) - Acceptation de l'épreuve de convenance sur site - Acceptation du système de peinture terminé avant repliement des échafaudages
Protection contre la corrosion des éléments galvanisés ou galvanisés et peints avec application automatisée (processus de type industriel)	- Acceptation des documents préalables à l'exécution (PAQ) - Fourniture des documents de suivi d'exécution avec les éléments finis - Acceptation des résultats de l'essai d'adhérence
Équipements	- Acceptation d'un élément témoin de corniche caniveau métallique et de l'écran anti-bruit avant le lancement des opérations de fabrication - Acceptation du bon positionnement des dispositifs de retenue avant serrage définitif et scellement des ancrages ou des montants
Tablier	- Acceptation de l'état de surface du tablier
Étanchéité	- 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 - Acceptation du support de l'étanchéité - Acceptation de la première couche du complexe (feuille collée) et autorisation de mise en œuvre de la couche d'asphalte porphyré - Réalisation par le maître d'œuvre des épreuves prévues à l'article 12 du chapitre III du fascicule 67 titre I du CCTG - Acceptation de l'étanchéité et autorisation de mise en œuvre de la couche de roulement - Acceptation des résultats des épreuves de convenance
Appareils d'appui	- Acceptation des bossages des appareils d'appui - Acceptation au moment de la livraison des appareils d'appui - Acceptation du réglage et de l'implantation des appareils d'appui
Ouvrages d'assainissement	- Acceptation du fond de fouille avant réalisation d'un caniveau, d'un regard, ou pose de canalisations - Autorisation de remblaiement après pose d'une canalisation

Phase des travaux	Points d'arrêt
Épreuves	- Autorisation de réaliser les épreuves de chargement

La liste des points critiques, assortie des délais de préavis du maître d'œuvre, est présentée par l'entrepreneur dans le document d'organisation générale du PAQ.

ARTICLE 2.6. DOCUMENT D'ORGANISATION GENERALE DU CHANTIER

(art. 34.2.2 du fasc. 65 du CCTG, annexe A1 du fasc. 66 du CCTG, 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.

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

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

ARTICLE 2.7. PROCEDURES D'EXECUTION

2.7.1. 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 nature de travaux, les procédures d'exécution exigées sont les suivantes :

- implantation et terrassements,
- exécution des fouilles, forages pour fondations,
- réalisation du blindage de la fouille de la pile P1,
- réalisation des ouvrages provisoires de première catégorie,
- coffrages et parements,
- ferraillages,
- bétonnage,
- 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),
- procédure de lançage,
- réalisation des bossages et pose des appareils d'appui,
- équipements du tablier (étanchéité, corniches, dispositifs de retenue, dispositifs de drainage, dispositifs de visite et d'entretien, couche de roulement),
- programme des épreuves établi par l'entrepreneur suivant les prescriptions de l'article intitulé «Épreuves de l'ouvrage» 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,
- appuis en élévation,
- tablier,
- ossature métallique du tablier,
- exécution de la dalle de couverture,
- exécution de la protection anticorrosion (dispositions et documents d'exécution),
- procédure de lancement,
- réalisation des bossages et pose des appareils d'appui,
- équipements du tablier et finitions,
- programme des épreuves, établi par l'entrepreneur suivant les prescriptions de l'article intitulé «Epreuves de l'ouvrage» du chapitre 4 du présent CCTP.

Les procédures d'exécution relatives à la charpente métallique des ouvrages à ossature en acier sont constituées de l'ensemble des trois documents définis dans l'annexe A1 du fascicule 66 du CCTG :

- désignation des responsables,
- documents préalables à l'exécution,
- documents de suivi d'exécution non remplis (cadre des documents de suivi).

2.7.2. 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,
- la note de calculs des épreuves de l'ouvrage.

Par dérogation aux articles 3.1.5.3 à 3.1.5.6 du fascicule 66 du CCTG, les programmes d'exécution suivants sont établis conformément à la norme NF EN 1090-2 et sont annexés au PQ de l'entrepreneur :

- le programme de soudage,
- le programme de contrôle,
- 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

2.7.3. Prise en compte des constructions avoisinantes et maintiens de circulation dans le PAQ

Les procédures d'exécution relatives aux travaux de terrassement, fondations, lancement de la charpente métallique, réalisation de la dalle de couverture et des superstructures précisent l'ensemble des contrôles qui doivent être effectués par l'entrepreneur avant et pendant l'exécution de ces travaux pour prévenir toute perturbation des constructions avoisinantes et des voiries maintenues en circulation, évoquées au chapitre 1 du présent CCTP. Ces procédures précisent également la conduite à tenir en cas d'anomalies mises en évidence par ces contrôles.

2.7.4. 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.

2.7.5. Assurance de la qualité pour les pieux en béton coulés en place

Le PAQ définit :

- 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,
 - les dispositions mises en œuvre par l'entreprise pour assurer un bon amorçage en fond de pieu,
 - le nombre de toupies affectées à la tâche en vis-à-vis du planning de rotation des mêmes toupies, quart d'heure par quart d'heure, permettant d'assurer un approvisionnement en continu du béton.
- les hypothèses de base du calcul de la portance (profil du terrain théorique avec les valeurs de résistances prises en compte).

2.7.6. Assurance de la qualité pour les palplanches (blindage P1)

Le contenu minimal du PAQ est explicité dans les articles 40.1, 40.2, 41 et 42 du fascicule 68 du CCTG. Il est complété par les dispositions suivantes :

- le relevé de fonçage complet exigé sur toutes les palplanches,
- le phasage et les dispositions adaptées pour la mise en place des liernes et boutons ainsi que leur connexion aux palplanches,
- les dispositions prévues pour assurer la vidange de la fouille,

2.7.7. Maîtrise de la conformité pour les ouvrages provisoires

(art. 53 du fasc. 65 du CCTG)

2.7.7.1. Généralités

Le projet des ouvrages provisoires doit fournir le phasage détaillé et précis des opérations de mise en œuvre et de chargement.

Le projet doit faire apparaître clairement la conception en ce qui concerne les descentes de charges, les contreventements, le montage et le démontage, il doit également faire apparaître 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.

Les ouvrages provisoires sont dimensionnés en prenant en compte toutes les actions exercées dans les diverses phases de la construction.

2.7.7.2. Dessins des ouvrages provisoires

(art. 53.2 du fasc. 65 du CCTG)

Outre les spécifications de l'article 53.2 du fascicule 65 du CCTG, les dessins 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.

2.7.7.3. Règles de calcul

Les ouvrages provisoires sont calculés conformément aux indications de l'article 59 du fascicule 65 et de l'annexe A2 du fascicule 66 du CCTG.

2.7.7.4. Contreflèches des ouvrages provisoires

Les contreflèches à donner aux ouvrages provisoires tiennent compte :

- du profil requis de l'ouvrage,
- de la déformation des ouvrages provisoires sous l'action des charges permanentes appliquées lors de la construction,
- des déformations différées éventuelles de l'ouvrage à vide en service.

2.7.8. Maîtrise de la conformité pour les bétons

(art. 810 du fasc. 65 du CCTG)

2.7.8.1. 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 et XP P 18-545), le Plan Qualité indique par dérogation au fascicule 65 du CCTG :

- leur provenance,
- leurs caractéristiques :
 - granularité et teneur en fines des gravillons, des sables et graves (norme NF EN 933-1),
 - module de finesse des sables et graves (normes NF EN 12620 et NF EN 13139),
 - propreté des sables et graves (normes NF EN 933-8 et NF EN 933-9),
 - polluants organiques (norme NF EN 1744-1),
 - coefficient d'absorption d'eau (norme NF EN 1097-6),
 - impuretés prohibées,
 - soufre total, sulfates solubles dans l'acide et chlorures (norme NF EN 1744-1),
 - coefficient d'aplatissement (norme NF EN 933-3),
 - teneur en éléments coquilliers des granulats d'origine marine (norme NF EN 933-7),
 - Los Angeles (norme NF EN 1097-2),
 - friabilité des sables (norme P 18-576),
 - niveau de réactivité vis-à-vis de la réaction alcali-silice (normes XP P 18-594, FD P 18-542 et mode opératoire LPC n°37),
- sensibilité au gel-dégel (normes NF EN 1097-6 et NF EN 1367-1).

L'emploi de granulats recyclés ou artificiels est interdit. Celui de granulats provenant de la récupération du béton frais sur l'installation de production est possible mais dans les conditions précisées au paragraphe «Granulats» du sous-article «Constituants des mortiers et bétons» du chapitre 3 du présent CCTP.

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

2.7.8.2. 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 document intitulé «Guide pour l'élaboration du dossier carrière» édité par le LCPC en juin 1994 et approuvé par le maître d'œuvre, le dossier d'étude des bétons doit contenir les extraits du plan qualité du producteur permettant de certifier la qualification vis-à-vis de l'alcali-réaction des granulats utilisés. Ces documents sont accompagnés des résultats des contrôles internes 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 XP P 18-594 sont joints au dossier d'étude des bétons.

Si les granulats sont potentiellement réactifs (PR), tous les résultats des essais visés par les chapitres 5, 6 ou 8 du document intitulé «Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction» édité par le LCPC en juin 1994 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 chapitre 9 du document intitulé «Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction» édité par le LCPC en juin 1994 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 interne effectué par le producteur de granulats et l'entrepreneur 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 visés par les chapitres 5, 6 ou 8 du document intitulé «Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction» édité par le LCPC en juin 1994. 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 visés par les chapitres 5, 6 ou 8 du document intitulé «Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction» édité par le LCPC en juin 1994. 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 l'entrepreneur 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 le LCPC en août 2007.

2.7.8.3. Bétonnage sous conditions climatiques extrêmes

Le Plan Qualité précise les dispositions à prendre en cas de bétonnage lorsque la température ambiante est négative ou durablement supérieure à +35°C et lorsque la température du béton est supérieure à +32°C pendant sa mise en œuvre. En outre, en cas de délai important entre la fabrication du béton et la fin de sa mise en œuvre, le Plan Qualité précise les dispositions à appliquer ainsi que les modalités d'utilisation d'un retardateur de prise.

2.7.8.4. Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel

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

2.7.9. Maîtrise de la conformité pour les aciers pour béton armé

(art. 74 du fasc. 65 du CCTG)

Les dispositions en matière de maîtrise de la conformité pour les aciers pour béton armé sont établies conformément à l'article 74 du fascicule 65 du CCTG.

En complément des stipulations du sous article 74.1 du fascicule 65 du CCTG, le Plan Qualité précise les caractéristiques et la provenance des dispositifs de raccordement des aciers pour béton armé (manchons). Le Plan Qualité explicite les dispositions adoptées pour assurer la protection contre la corrosion, en phase provisoire, des aciers définies au sous article intitulé «Protection contre la corrosion des armatures» de l'article intitulé «Aciers pour béton armé» du chapitre 3 du présent CCTP.

2.7.10. 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.

Il précise également les modalités de préparation des surfaces avant application des primaires d'accrochage.

2.7.11. Assurance de la qualité relative à la protection contre la corrosion

(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).

2.7.12. Assurance de la qualité relative à la protection contre la corrosion

(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.

2.7.13. Assurance de la qualité pour les dispositifs de retenue

Le PAQ traite les points suivants :

- la définition du lot en relation avec les approvisionnements d'acier (avec les certificats de conformité de la qualité des aciers),
- la consistance de l'examen visuel,
- les essais (visuel, ressuage ou magnétoscopie, pesée, conformité de la galvanisation, etc.),
- les fiches de suivi du contrôle interne et externe,
- le traitement des non-conformités,
- le calage correct des éléments , en particulier au droit des joints de chaussée .

2.7.14. Assurance de la qualité pour les corniches caniveaux

Le PAQ 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 PAQ 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.

2.7.15. Assurance de la qualité pour les dispositifs de recueil des eaux sous les joints de chaussée

Le PAQ précise le lieu de fabrication des dispositifs de recueil des eaux, et comporte en annexe le système qualité et les modalités du contrôle interne et externe du fabricant.

Pour les dispositifs de recueil des eaux, le PAQ précise ou rappelle :

- la nuance et la qualité de l'ensemble des métaux des pièces constitutives de cet équipement (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 conditions de sécurité du personnel pendant le montage.
- Ces éléments sont intégrés au PPSPS.

2.7.16. Assurance de la qualité pour les écrans en PMMA

Le PAQ précise toutes les dispositions prises pour assurer la qualité de fabrication des divers éléments (panneaux, supports, etc.). Il précise les modalités du contrôle interne du fournisseur des divers éléments, ainsi que celles du contrôle extérieur réalisé par le titulaire vis-à-vis de ces fournisseurs.

De plus, pour les éléments métalliques, le PAQ sera conforme aux prescriptions de l'annexe A1 du fascicule 66 du CCTG.

2.7.17. Assurance de la qualité pour les opérations de lançage

La procédure relative aux travaux de lançage est de la responsabilité du ROM. Elle détaille notamment:

- le système adopté pour le lançage ainsi que le système de retenue,
- l'avant bec,
- la réalisation des appareils provisoires et du système de guidage du tablier,
- la réalisation des camarteaux et des appuis provisoires,
- le démontage des dispositifs provisoires de lançage (avant-bec, contreventement et mise sur appuis définitifs).

Elle doit démontrer que les contreventements sont bien compatibles avec les méthodes de bétonnage prévues.

La procédure indique également la flèche attendue à l'extrémité du tablier, pour chaque phase d'accostage d'un appui. Cette flèche, déterminée par le calcul, est comparée à chaque phase à la flèche mesurée à l'extrémité du tablier.

2.7.18. 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.

A 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).

2.7.19. 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.

2.7.20. Assurance de la qualité pour les appareils d'appui

2.7.20.1. 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 interne, l'entrepreneur 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.

2.7.20.2. Pose des appareils d'appui

Dans le cadre de son contrôle interne, l'entrepreneur 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.

ARTICLE 2.8. SCHEMA D'ORGANISATION ET DE SUIVI DE L'ELIMINATION DES DECHETS

Pendant la période de préparation, l'entrepreneur soumet au visa du maître d'œuvre un Schéma d'Organisation et de Suivi de l'Elimination des Déchets (SOSED) dans lequel il décrit de manière détaillée :

- les méthodes qu'il va employer pour ne pas mélanger les déchets,
- les centres de stockage ou centres de regroupement ou unités de recyclage vers lesquels sont acheminés les différents déchets à éliminer,
- les moyens de contrôle, de suivi et de traçabilité qu'il va mettre en œuvre pendant les travaux.

Tous les déchets à évacuer doivent l'être en respectant les modalités prévues dans ce document.

L'article «DECHETS» du chapitre 3 du présent CCTP précise la nature et les quantités de déchets présents sur le chantier et rencontrés lors des travaux, qu'ils soient destinés à être évacués ou réutilisés sur place.

ARTICLE 2.9. DOCUMENTS DE SUIVI DU CONTROLE INTERNE

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

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

En particulier, le contrôle interne comprend les documents de suivi effectué par le producteur de granulats.

ARTICLE 2.10. PROGRAMME DES ETUDES D'EXECUTION

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.

À partir de la planification initiale visée par le maître d'œuvre, l'entrepreneur effectuera des mises à jour mensuelles sur la base d'un suivi d'un diagramme GANTT dont le format informatique sera compatible avec le logiciel WINPROJECT.

ARTICLE 2.11. ETUDES D'EXECUTION - GENERALITES

(art. 29.1 du CCAG, art. 42 du fasc. 65 du CCTG, art. III.1.2. 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.

D'une manière générale, toutes les notes de calculs électroniques sont 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 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, les finitions des assemblages,...)

ARTICLE 2.12. BASES DES ETUDES D'EXECUTION

(art. 42 du fasc. 65 du CCTG, art. III.1.2.3. 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 de l'entrepreneur.

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

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

ARTICLE 2.13. TEXTES REGLEMENTAIRES ET REGLEMENTS DE CALCUL SELON REGLES EUROPEENNES

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 P06-100-2 et NF EN 1990/A1/NA,

- les normes NF EN 1991-1-1 et NF EN 1991-1-3 à NF EN 1991-1-7 ainsi que leurs annexes nationales, les normes NF P06-111-2 et NF EN 1991-1-3/NA à NF EN 1991-1-7/NA,
- la norme NF EN 1991-2 et son annexe nationale, la norme NF EN 1991-2/NA,
- la circulaire n° R/EG3 du 20 juillet 1983 : «Transports exceptionnels, définition des convois types et règles pour la vérification des ouvrages d'art» publiée par la Direction des Routes,
- les normes NF EN 1992-1-1 et NF EN 1992-2 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1992-1-1/NA et NF EN 1992-2/NA,
- les normes NF EN 1993-1-1, NF EN 1993-1-5, 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 et son annexe nationale, la norme NF EN 1997-1/NA, ainsi que, en l'absence des normes nationales complémentaires visées par cette dernière, le fascicule 62 titre V du CCTG,

L'attention de l'entrepreneur est attirée sur le fait que l'utilisation de ces textes déroge aux documents suivants :

- le fascicule 61 titre IV section II du CCTG,
- le fascicule 61 titre II du CPC,
- les sections I et II du fascicule 62 titre 1 du CCTG,
- le fascicule 61 titre V du CPC,
- la circulaire n°81-63 du 28 juillet 1981 relative au règlement de calcul des ponts mixtes acier/béton (BO 81-31bis du ministère chargé de l'équipement).

L'attention de l'entrepreneur 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.

ARTICLE 2.14. ACTIONS ET SOLLICITATIONS SELON REGLES EUROPEENNES

2.14.1. Charges permanentes

2.14.1.1. Poids propre des structures

(normes NF EN 1991-1-1 et NF P06-111-2)

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 des appuis : 26,5 kN/m³, (béton à granulats issus de roches massives)
- poids volumique du béton armé du tablier : 26,5 kN/m³,
- poids volumique de l'acier de charpente : 77kN/m³.

2.14.1.2. Equipements du tablier

(normes NF EN 1991-1-1 et NF P06-111-2)

Le poids propre des équipements du tablier doit être évalué en tenant compte des poids volumiques ou linéiques et des coefficients majorateurs et minorateurs donnés par le tableau ci-dessous :

Equipement	Poids volumique en kn/m3	Poids linéique en kn/ml	Coef. Majorateur	Coef. Minorateur
Chape d'étanchéité	23,5	-	1,2	0,8
Couche de roulement	23,5	-	1,4	0,8
Longrines d'ancrage, bordures, contrebordures	26,5	-	1,0	1,0
Corniches-caniveaux métalliques et écrans anti-bruit	-	À définir sur la base des plans d'exécution	1,0	1,0
Boues dans les dispositifs de collecte des eaux	14,7	-	1,0	0,0
Barrières BN4-16t	-	0,69	1,0	1,0
Séparateur double	-	6,52	1,0	1,0

2.14.1.3. Retrait et fluage

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

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

Les effets du retrait du béton de la dalle de l'ouvrage en ossature mixte sont pris en compte de la façon suivante :

- les valeurs numériques des déformations dues au retrait endogène et au retrait de dessiccation sont déterminées conformément au paragraphe 3.1.4 et à l'annexe B2 de la norme NF EN 1992-1-1,
- le retrait thermique est modélisé par un écart positif de 10°C entre la température de la charpente et celle de la dalle, conformément à l'alinéa (6) de l'article 7.4.1 de la norme NF EN 1994-2/NA,
- pour le calcul à court terme de l'ouvrage, la valeur de la déformation de retrait est obtenue en sommant les retraits thermique, endogène et de dessiccation, ces deux derniers retraits étant calculés à la date de mise en service,
- pour le calcul à long terme de l'ouvrage, seuls les retraits endogène et de dessiccation calculés au temps infini sont à prendre en compte.

Les effets du fluage du béton de la dalle sont pris en compte de façon simplifiée par l'utilisation 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.

2.14.2. Charges d'exploitation

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

2.14.2.1. Charges routières normales

L'ouvrage à construire est un pont route. Il supporte 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 W de sa chaussée, telle que définie par l'article 4.2.3 de ces normes, est de 18,10 m.

2.14.2.2. Charges routières exceptionnelles

L'ouvrage doit supporter les convois exceptionnels de type C définis dans la circulaire n° R/EG3 du 20 juillet 1983. Ces convois sont considérés comme se déplaçant n'importe où sur la chaussée. Leur prise en compte s'effectue conformément aux recommandations de l'annexe «Guide pour la prise en compte des véhicules spéciaux sur les ponts routiers» de la norme NF EN 1991-2/NA. Ils constituent le groupe de charges gr5 pour leur prise en compte dans les combinaisons d'actions.

2.14.2.3. Autres charges routières

L'ouvrage doit supporter un convoi militaire présentant les caractéristiques suivantes : chars M120 définis dans le fascicule 61 titre II. Les charges caractéristiques de ce convoi ainsi que son positionnement sur la chaussée sont ceux figurant dans le fascicule précité. La majoration dynamique de ces charges est calculée conformément aux recommandations de l'annexe «Guide pour la prise en compte des véhicules spéciaux sur les ponts routiers» de la norme NF EN 1991-2/NA.

L'ouvrage doit supporter des engins de terrassement présentant les caractéristiques suivantes : Caterpillar 769C.

Les caractéristiques à retenir pour cet engin sont les suivantes :

- entraxe longitudinal des essieux : 3,70 m,
- entraxe transversal des essieux : avant 3,10m ; arrière 2,50 m,
- charge sous l'essieu avant : 2 x 113 kN (impact de roue 55x35)
- charge sous l'essieu arrière : 2 x 227 kN (impact de roue 110x35)

Cet engin est considéré comme se déplaçant de manière centrée dans l'axe des demi-chaussées (prise en compte néanmoins d'un défaut de positionnement transversal de 50 cm). Il circule sur la couche provisoire d'enrobé de 5,5 cm d'épaisseur.

Deux engins sont susceptibles de circuler par sens avec une inter distance de 150 m.

2.14.2.4. Charges de trottoirs et charges de foule

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

Compte tenu de sa situation géographique, il n'y a pas lieu de calculer l'ouvrage avec le modèle de foule défini dans l'article 4.3.5 de la norme NF EN 1991-2.

2.14.2.5. 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 et démontables au sens des (1) et (4) du 4.2.3 de la norme NF EN 1991-2.

2.14.3. Charges pour la vérification à la fatigue

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

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 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 les deux voies lentes matérialisées 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	$0,5 \times 10^6$	2
Voie lente n°2	$0,5 \times 10^6$	2

2.14.4. Engins et matériels de chantier

Matériels spéciaux

Le poids propre des matériels spéciaux de lançage est évalué à partir d'un mètre en attribuant à la matière son poids volumique moyen.

Le poids propre des équipages mobiles et des autres matériels spéciaux utilisés pour la construction de la dalle du tablier mixte est évalué à partir d'un mètre en attribuant à la matière son poids volumique moyen. Il convient de noter que le projet de base a été élaboré par le maître d'œuvre sur la base d'un poids d'équipage mobile de 2 kN/m^2 .

2.14.5. Dénivellations d'appuis parasites

En service, les calculs tiennent compte d'un tassement de 10 mm considéré successivement sur chacun des appuis.

2.14.6. Actions en cours d'exécution

(normes NF EN 1991-1-6 et NF EN 1991-1-6/NA)

Conformément au tableau 4.1 de l'article 4.11 de la norme NF EN 1991-1-6, l'entrepreneur considère au minimum les charges caractéristiques de construction suivantes :

- une charge uniformément répartie de 1 kN/m^2 représentant le personnel outillé,
- une charge uniformément répartie de $0,2 \text{ kN/m}^2$ et une charge concentrée de 100 kN représentant le stockage d'éléments déplaçables.

Conformément au tableau A.1 de l'annexe A de la norme NF EN 1991-1-6, le poids volumique du béton frais est à majorer de 1 kN/m^3 par rapport au poids volumique du béton durci.

Les charges des matériels spécifiques utilisés en cours d'exécution (voir sous article suivant) sont ajoutées, le cas échéant, aux charges précédentes.

2.14.7. Charge accidentelle sur les trottoirs

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

L'ouvrage ne comportant aucun trottoir, la charge définie par l'article 4.7.3.1 de la norme NF EN 1991-2 ne doit pas être considérée.

2.14.8. 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. Il convient ainsi d'appliquer sur une longueur de 0,50m de bordure ou de longrine et à 0,05m de son nu supérieur, une force horizontale de 100kN appliquée perpendiculairement à la bordure ou à la longrine, à laquelle s'ajoute, si cela est défavorable, une force verticale égale à 75% du poids de l'essieu du tandem de la voie 1 du LM1 pondéré par son coefficient d'ajustement, ces charges se transmettant aux éléments structuraux en se diffusant selon un angle de 45°.

2.14.9. Chocs de véhicules sur le tablier

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

L'intrados du tablier de l'ouvrage étant toujours situé à plus de 6m au-dessus de la chaussée de la voie franchie, il n'y a pas lieu de justifier le 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.

2.14.10. Chocs de véhicules sur les dispositifs de retenue

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

Le tablier de l'ouvrage doit être justifié vis-à-vis des chocs de véhicules contre les barrières de sécurité, les justifications étant menées conformément à l'alinéa (1) de l'article 4.7.3.3 de la norme NF EN 1991-2/NA.

2.14.11. 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 Fwk, 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 Fwk, 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 ψ_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	30 m
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 $C_o(Z_e)$	3,9
Coefficients de force	30 m

Pour les justifications en service du tablier mixte à poutres, l'aire de référence est calculée sur la base d'une seule poutre, conformément à l'article 8.3.1 de la norme NF EN 1991-1-4. Pour ses justifications en construction, avant mise en œuvre de la dalle en béton, l'aire de référence est majorée de 50% pour tenir compte de la deuxième poutre et le coefficient de force est pris égal à 2,0, conformément à l'alinéa (1) de l'article 7.7 de la norme NF EN 1991-1-4/NA.

Coefficient structural CsCd

(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.

2.14.12. 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.

Seules les corniches caniveaux sont justifiées vis-à-vis de la neige (se reporter au paragraphe « actions spécifiques aux corniches caniveaux »).

2.14.13. Actions thermiques

(normes NF EN 1991-1-5 et NF EN 1991-1-5/NA)

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

- le module du béton à prendre en compte est le module instantané,
- le coefficient de dilatation thermique de la charpente métallique est fixé à $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ m/m/}^\circ\text{C}$, 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 $10^{-5} \text{ m/m/}^\circ\text{C}$ 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 $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ m/m/}^\circ\text{C}$ pour tous les matériaux structuraux, conformément à l'alinéa (3) de l'article 5.4.2.5 de la norme NF EN 1994-2.

2.14.13.1. Variations uniformes de la température

Conformément aux normes NF EN 1991-1-5 et NF EN 1991-1-5/NA, l'ouvrage étant situé dans le département de la Haute-Loire, les efforts dans la structure dus aux variations uniformes de température sont calculés avec les températures extrêmes dans le tablier T_e suivantes :

	Max	Min
Températures extrêmes de l'air sous abri T	40°C	-25°C
Corrections ΔT	$+4^\circ\text{C}$	$+5^\circ\text{C}$
Températures extrêmes dans le tablier T_e	44°C	-20°C

2.14.13.2. 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.

2.14.13.3. Action différentielle de la température entre l'acier et le béton des ouvrages en ossature mixte

L'action différentielle de la température entre l'acier et le béton de la dalle de l'ouvrage en ossature mixte est modélisée par une différence de température de +/-10°C entre la dalle et la charpente, conformément à l'alinéa (2) de l'article 6.1.2 de la norme NF EN 1991-1-5/NA.

2.14.13.4. 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 :

$$T_k = VUT + 0,75.GT \text{ ou } T_k = GT + 0,35.VUT$$

2.14.14. 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 selon règles européennes» du chapitre 2 du présent CCTP.

2.14.15. Conditions de circulation pendant les opérations de vérinage du tablier

En service, le vérinage du tablier s'effectue sans aucune restriction de la circulation.

2.14.16. Efforts horizontaux transmis par le tablier aux appareils d'appui

2.14.16.1. 1 Cas des appareils d'appui à pot glissants

L'effort horizontal H mobilisable par un appareil d'appui à pot glissant, juste avant de glisser, est obtenu à partir de l'effort vertical V concomitant par la relation $H = (\mu_{\max} + PP + PL) * V$ dans laquelle :

- $\mu_{\max}$ est le coefficient de frottement maximum de l'appareil à pot pris égal à 3,5%,
- PP est la précision de pose normalisée prise égale à 0,3%,
- PL comprend la pente éventuelle donnée volontairement au plan de glissement et celle résultant du cas de charge considéré ainsi que les défauts de pose supérieurs à 0,003 rd,
- V désigne les charges verticales extrêmes.

2.14.16.2. Cas des appareils d'appui à pot fixes

L'effort horizontal repris par les appareils d'appui à pot fixes est obtenu en considérant l'équilibre longitudinal ou transversal de la structure. Pour tenir compte des imprécisions sur les coefficients de frottement des appareils d'appui à pot glissants, des coefficients de frottement différents sont affectés aux différents appareils d'appui à pot glissants selon qu'ils interviennent de façon favorable ou défavorable dans l'équilibre général de la structure vis-à-vis de l'effet étudié. Les valeurs caractéristiques minimale et maximale de ces coefficients sont déterminées conformément aux indications du paragraphe 4.4.1 du document intitulé «Appareils d'appui à pot : utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires» édité par le SETRA en novembre 2007.

Dans ces calculs, les efforts de freinage sont intégralement repris par les appareils d'appui à pot fixes.

2.14.16.3. Efforts pendant le lançage

L'effort horizontal de lançage en tête de pile est déterminé en fonction :

- de la descente de charges,
- de la pente de la structure au droit de l'axe de l'appui (influence du profil en long théorique de l'ouvrage),
- des frottements internes des chaises de lancement,
- de l'effet d'adhérence au début de chaque phase de lancement (coefficient de frottement plus important au démarrage).

2.14.17. Chocs de véhicules sur les appuis

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

Compte tenu de la position et des dimensions des appuis, ces derniers ne sont pas calculés vis-à-vis des chocs de véhicules.

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

Sauf proposition différente et justifiée de l'entrepreneur, les caractéristiques des terres et remblais en contact avec l'ouvrage sont les suivantes :

- poids volumique égale à 20 kN/m³,
- cohésion nulle, angle de frottement interne 30°, module pressiométrique de 10 MPa,
- coefficient de poussée des terres derrière les murs en retour égal à 0,33,
- coefficient de poussée des terres derrière les culées égal à 0,33,

2.14.19. 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 3m de large et 2,20m de long,
- sur les autres surfaces, une charge verticale uniformément répartie de 5kN/m².

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.

Les effets des véhicules lourds de chantier ou des véhicules spéciaux autorisés à circuler sur l'ouvrage sont aussi à prendre en compte le cas échéant.

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 20 kN/m², appliquée sur toute la surface des terres retenues.

2.14.20. Actions spécifiques aux corniches caniveaux

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

En outre, on retient une charge d'exploitation due à la neige sur une hauteur de 1,0 m au-dessus du caillebotis. On retient à cet effet une densité de neige de 5 kN/m³.

ARTICLE 2.15. COMBINAISONS D'ACTIONS SELON REGLES EUROPEENNES

(normes NF EN 1990, NF EN 1990/A1, NF P06-100-2 et NF EN 1991/A1/NA)

2.15.1. 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

P_k : effet de la précontrainte considérée avec sa valeur caractéristique

P_m : effet de la précontrainte considérée avec sa valeur probable

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

F_{wk} : effet du vent considéré avec sa valeur caractéristique

F_{wk,trafic} : effet du vent concomitant à la circulation

F_a : effet d'une action accidentelle

W_e : effet du vent en cours d'exécution

Q_c : effet des charges en cours d'exécution

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

2.15.2. Combinaisons d'actions à l'état limite de service

2.15.2.1. En service, combinaisons caractéristiques

L'entrepreneur considère les combinaisons d'actions suivantes :

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

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

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

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

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

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

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

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

2.15.2.2. En service, combinaisons fréquentes

L'entrepreneur considère les combinaisons d'actions suivantes :

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

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

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

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

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

2.15.2.3. En service, combinaisons quasi permanentes

L'entrepreneur considère la combinaison d'actions suivantes :

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

2.15.2.4. En phase de construction

L'entrepreneur considère les combinaisons d'actions suivantes :

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

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

2.15.3. Combinaisons d'actions à l'état limite ultime de résistance

2.15.3.1. Combinaisons fondamentales, en service

L'entrepreneur considère les combinaisons d'actions suivantes :

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

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

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

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

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

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

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

2.15.3.2. Combinaisons fondamentales, en phase de construction

L'entrepreneur considère les combinaisons d'actions suivantes :

$$1,35.Gk,sup + Gk,inf + Pm + 1,50.Fwk + 1,35.Qc$$

$$1,35.Gk,sup + Gk,inf + Pm + 1,50.Tk + 1,35.Qc$$

2.15.3.3. Combinaisons accidentelles

L'entrepreneur considère la combinaison d'actions suivante :

$$Gk,sup + Gk,inf + Gset + Pm + Fa + 0,5.Tk$$

L'ouvrage étant situé en zone sismique, les combinaisons définies au 4.3.1.2 du document intitulé «Ponts courants en zone sismique - Guide de conception» édité par le SETRA et la SNCF en janvier 2000 doivent également être prises en compte.

2.15.4. Equilibre 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

$$1,05.Gk,sup + 0,95.Gk,inf + Pm + 1,35.Qc$$

dans laquelle Gk,sup et Qc sont la fraction de poids propre et la fraction de charges en cours d'exécution défavorables à l'équilibre et Gk,inf est la fraction de poids propre favorable à l'équilibre.

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

2.15.5. Combinaisons d'actions à l'état limite ultime de fatigue

(norme NF EN 1992 -1-1)

L'entrepreneur considère la combinaison d'actions suivante :

$$Gk,sup + Gk,inf + Gset + 0,6Tk + FLM3$$

A cet effet, il considère les deux bornes de la combinaison de base non cyclique $Gk,sup + Gk,inf + Gset + 0,6Tk$ et y ajoute ensuite, séparément, l'effet de FLM3.

ARTICLE 2.16. JUSTIFICATION DU TABLIER SELON REGLES EUROPEENNES

2.16.1. Généralités

2.16.1.1. Classes d'exposition et enrobages des aciers passifs du tablier

(normes NF EN 206-1, 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 206-1, 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 des aciers passifs associés à ces parements.

Parement	Classe d'exposition	Enrobage des aciers passifs
Longrines d'ancrage des dispositifs de retenue	XD3	55 mm
Extrados du tablier	XC3	30 mm
Sous-face du tablier	XC4	35 mm

2.16.1.2. Règles relatives aux tabliers en ossature mixte

(normes NF EN 1994-2 et NF EN 1994-2/NA)

Les justifications du tablier en ossature mixte sont menées conformément aux normes NF EN 1994-2 et NF EN 1994-2/NA.

Les limites d'élasticité de calcul des aciers de charpente sont définies par la norme NF EN 10025 en fonction, d'une part, de la nuance et du mode de laminage de l'acier définis au chapitre 3 du présent CCTP et, d'autre part, de l'épaisseur de la partie d'ouvrage considérée.

Les vérifications de la dalle en béton du tablier sont de deux natures :

- une vérification de la dalle considérée comme semelle supérieure des poutres et pièces de pont de l'ouvrage,
- une vérification de la dalle en flexion locale.

2.16.1.3. Règles relatives aux armatures de flexion transversale et locale

Les règles définies pour la flexion générale s'appliquent pour le béton armé.

2.16.2. Justification du tablier de l'ouvrage mixte acier-béton

2.16.2.1. Généralités

L'ouvrage est calculé à l'aide d'un programme proposé par l'entrepreneur et soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

L'ouvrage fait l'objet, à l'ELS et à l'ELU, de deux calculs complets distincts :

- un calcul de l'état à court terme à la mise en service de l'ouvrage, avec un coefficient d'équivalence acier/béton égal à $n_0 = E_a/E_{cm}$, tenant compte du phasage de construction, y compris pour les effets du retrait ;
- un calcul de l'état à long terme au temps infini, avec un coefficient d'équivalence acier/béton dépendant du type de chargement appliqué et de la fonction de fluage du béton dans le temps, tenant compte du phasage de construction (dans ce calcul, les effets du retrait sont calculés sur la structure dans son schéma statique final).

Dans ces deux calculs, la prise en compte des phénomènes de retrait de la dalle en béton s'effectue selon les indications du sous article «Retrait et fluage» de l'article «Actions et sollicitations selon règles européennes» du chapitre 2 du présent CCTP.

La dalle en béton étant construite par plots, les différentes valeurs du coefficient d'équivalence à long terme sont déterminées à partir des indications de l'annexe B.1 de la norme NF EN 1992-1-1, sur la base d'un planning précis de construction. L'entrepreneur peut adopter les hypothèses simplificatrices suivantes :

- l'âge du béton est considéré comme identique pour tous les plots et égal à leur âge moyen,
- les superstructures peuvent être considérées comme réalisées simultanément sur l'ensemble de l'ouvrage et à la date finale de leur réalisation.

Les tassements d'appui, dont la valeur est définie au sous article intitulé «Dénivellations d'appui parasites» de l'article «Actions et sollicitations selon règles européennes» du chapitre 2 du présent CCTP, ne sont considérés que dans le calcul de l'ouvrage à long terme. Pour le calcul du coefficient d'équivalence à long terme, les tassements d'appui sont considérés comme une précontrainte réalisée par déformations imposées.

L'effet des charges de trafic et des charges climatiques (neige, vent et effets thermiques) est calculé sur la structure mixte homogénéisée avec le coefficient d'équivalence à court terme n_0 , pour le calcul à court terme comme à long terme.

2.16.2.2. Détermination des sollicitations de flexion longitudinale

Conformément à l'article 5.4.2 de la norme NF EN 1994-2, les sollicitations sont évaluées par une analyse élastique linéaire sans redistribution des moments fléchissants mais tenant compte des effets de la fissuration de la dalle par un processus en deux étapes.

Dans une première analyse, dite non fissurée, il convient de calculer l'enveloppe des sollicitations pour les combinaisons caractéristiques à court terme et à long terme en utilisant la rigidité en flexion des sections non fissurées (acier + béton + armatures). Dans les zones où la contrainte de traction sous combinaison ELS caractéristique exercée sur la fibre extrême du béton dépasse le double de la résistance moyenne à la traction f_{ctm} , le béton est considéré comme fissuré. Cette analyse permet de déterminer l'étendue des zones fissurées de part et d'autre des appuis intermédiaires.

Dans une seconde analyse, dite fissurée, il convient de calculer l'enveloppe des sollicitations pour toutes les combinaisons à court terme et à long terme en utilisant la rigidité en flexion des sections fissurées (acier + armatures) dans les zones fissurées déterminées lors de la première analyse et la rigidité en flexion des sections non fissurées (acier + béton + armatures) partout ailleurs.

S'agissant d'études d'exécution, l'utilisation de la méthode simplifiée définissant de manière forfaitaire la longueur des zones fissurées et définie dans la norme NF EN 1994-2 n'est pas autorisée.

Dans l'analyse fissurée, les effets isostatiques ou primaires du retrait et du gradient thermique ne sont pas appliqués dans les zones fissurées pour calculer leurs effets hyperstatiques ou secondaires.

Pour le calcul des sollicitations, les largeurs participantes de la dalle sont considérées comme constantes par travée et égales à la valeur à mi-portée.

A défaut d'un calcul plus précis, l'entrepreneur peut considérer que les éléments transversaux de type pièces de pont, connectés à la dalle en béton, ont un comportement de type «structure mixte non fissurée» pour le calcul des sollicitations auxquels ils sont soumis.

2.16.2.3. Justifications des sections à l'elu

Les justifications à l'ELU sont conduites selon la section 6 de la norme NF EN 1994-2, la classe de chaque section de poutre étant déterminée conformément à l'article 5.5 de cette norme. Il est rappelé que :

- les sections de classe 1 et 2 peuvent être justifiées en plasticité ou en élasticité,
- les sections de classe 3 sont justifiées en élasticité (dans le cas où l'âme est de classe 3, ces sections peuvent être justifiées en plasticité après reclassement de l'âme en classe 2, les autres éléments de la section étant de classe 1 ou 2),
- les sections de classe 4 sont justifiées en élasticité après détermination de la section efficace,
- l'analyse plastique pour la résistance à la flexion est appliquée uniquement aux sections de classes 1 ou 2 et en l'absence de précontrainte par câbles.

Dans l'analyse élastique, il est tenu compte du phasage de construction en ajoutant les contraintes dues aux actions exercées sur la structure métallique seule aux contraintes dues aux actions exercées sur la structure mixte. Par ailleurs, les effets isostatiques ou primaires du retrait et du gradient thermique sont toujours négligés à l'ELU.

Dans le cas des sections de classe 4, la section efficace utilisée pour la vérification des différentes phases est déterminée à partir du diagramme de contraintes à l'ELU tenant compte du phasage de construction. Pour les sections comportant une âme et une semelle comprimée de classe 4, la détermination de la section efficace se fait en deux étapes en commençant par la réduction de la semelle. Lors du calcul des contraintes sur les sections efficaces finales, la même section efficace est utilisée indifféremment pour tous les cas de charge en tenant compte du phasage de construction.

2.16.2.4. Maîtrise de la fissuration de la dalle en béton

Pour le respect des conditions de maîtrise de la fissuration de la dalle en béton, l'entrepreneur retient :

- les valeurs limites d'ouverture des fissures w_{max} et la combinaison d'actions ELS à considérer indiquées à l'article 7.3 de la norme NF EN 1992-2, pour les classes d'exposition définies au sous article «Généralités» du présent article du présent CCTP,
- les diamètres ou les espacements issus des tableaux 7.1 et 7.2 de la norme NF EN 1994-2.

2.16.2.5. Généralités sur les justifications du tablier vis-à-vis de la fatigue

Les justifications de la résistance à la fatigue sont effectuées avec les méthodes simplifiées décrites dans les normes NF EN 1992-2 et NF EN 1993-2 et en utilisant le modèle de charge de fatigue précisé dans le sous article «Charges pour la vérification à la fatigue» de l'article «Actions et sollicitations selon règles européennes» du chapitre 2 du présent CCTP.

Les sollicitations sont calculées par une analyse globale élastique en tenant compte de la fissuration de la dalle dans les zones sur appuis intermédiaires, la combinaison à considérer étant celle indiquée dans le sous article «Combinaisons d'actions à l'état limite ultime de fatigue» de l'article «Combinaisons d'actions selon règles européennes» du chapitre 2 du présent CCTP.

2.16.2.6. Justifications de la charpente vis-à-vis de la fatigue

Généralités

Les principes de justification de la charpente vis-à-vis de la fatigue sont définis dans la norme NF EN 1993-1-9 et retiennent le concept de durée de vie sûre défini à l'article 3 de cette norme.

Pour ces justifications, le coefficient partiel sur la charge de fatigue γ_{Ff} est pris égal à 1,00 et le coefficient partiel de sécurité pour la résistance à la fatigue γ_{Mf} à 1,35 pour les éléments «non redondants» et 1,15 pour les éléments «redondants», étant entendu que :

- les poutres principales et ses éléments transversaux sont des éléments «non redondants»,
- le caractère redondant des autres éléments est à apprécier au cas par cas.
- le caisson et ses éléments transversaux sont des éléments «non redondants»,
- le caractère redondant des autres éléments est à apprécier au cas par cas.

Calcul de l'étendue de contrainte normale

L'étendue de contrainte normale est calculée de la façon suivante :

- si le moment fléchissant maximal ou minimal induit des contraintes de traction dans la dalle, la contrainte normale est déterminée en considérant les caractéristiques fissurées de la section mixte pour les actions appliquées à la structure mixte,
- si le moment fléchissant maximal ou minimal induit des contraintes de compression dans la dalle, la contrainte normale est déterminée en considérant les caractéristiques non fissurées de la section mixte pour les actions appliquées à la structure mixte.

Niveau des calculs de vérification à la fatigue

Tous les assemblages soudés font l'objet d'une vérification à la fatigue selon les errements définis ci-dessus. L'entrepreneur doit en particulier contrôler avec précision les étendues de contraintes dans les éléments transversaux en flexion transversale, en supposant la dalle parfaitement encastrée au droit des montants verticaux.

2.16.2.7. Justifications des armatures longitudinales vis-à-vis de la fatigue

Généralités

Les principes de justification des armatures longitudinales vis-à-vis de la fatigue sont définis dans la norme NF EN 1992-1-1. Pour ces justifications, les coefficients partiels relatifs à la charge de fatigue $\gamma_{F,fat}$ et aux matériaux $\gamma_{S,fat}$ sont pris respectivement égaux à 1,00 et 1,15.

Calcul de l'étendue de contrainte normale

L'étendue de contrainte normale est calculée en pondérant le convoi de fatigue par 1,75 dans les zones d'appui intermédiaires et par 1,40 dans les autres zones et selon les modalités suivantes :

- si le moment fléchissant maximal ou minimal induit des contraintes de traction dans la dalle, la contrainte normale est déterminée en considérant les caractéristiques fissurées de la section mixte pour les actions appliquées à la structure mixte (il est tenu compte également du supplément de contrainte qui traduit l'effet de rigidité du béton tendu entre fissures),
- si le moment fléchissant maximal ou minimal induit des contraintes de compression dans la dalle, la contrainte normale est déterminée en considérant les caractéristiques non fissurées de la section mixte pour les actions appliquées à la structure mixte.

2.16.2.8. Justifications des connecteurs vis-à-vis de la fatigue

Généralités

Les principes de justification des connecteurs vis-à-vis de la fatigue sont définis dans les normes NF EN 1994-2 et NF EN 1994-2/NA. Pour ces justifications, les coefficients partiels relatifs à la charge de fatigue γ_{Ff} et aux matériaux $\gamma_{Mf,s}$ sont pris respectivement égaux à 1,00 et 1,25.

Calcul de l'étendue de cisaillement

L'étendue de cisaillement dans les connecteurs est calculée à partir du flux de cisaillement déterminé en considérant les sollicitations issues de l'analyse globale fissurée et les caractéristiques non fissurées pour la résistance de la section mixte.

2.16.2.9. Justifications de la charpente vis-à-vis du déversement

Les justifications de la charpente vis-à-vis du déversement sont menées selon la méthode générale décrite au 6.3.4.1 de la norme NF EN 1993-2.

La charge critique traduisant le flambement latéral de la membrure comprimée est déterminée en considérant une section constituée de l'aire de la membrure et du tiers de l'aire de l'âme comprimée en tenant compte des variations d'épaisseur des tôles. Les déformations transversales sont bloquées sur les piles et les culées. Les éléments transversaux courants sont modélisés par des appuis élastiques discrets. La membrure est chargée par un effort normal variable.

Le facteur de réduction c est déterminé en utilisant la courbe de flambement d définie au paragraphe 6.3 de la norme NF EN 1993-1-1.

S'agissant d'études d'exécution, la méthode simplifiée décrite au 6.3.4.2 de la norme NF EN 1993-2 n'est pas autorisée.

2.16.2.10. Justifications de la dalle en flexion locale

Généralités

Les justifications en flexion locale de la dalle 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 est pris égal à $n=15$ pour les bétons courants et 9 pour les BHP,
- la contrainte de compression du béton est limitée à $0,45f_{ck}$ sous combinaisons ELS quasi permanentes et à $0,60f_{ck}$ 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 0.2mm 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 300MPa sous combinaisons ELS caractéristiques.

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

Ferraillage vertical

Des cadres en HA 12 sont obligatoirement disposés dans la dalle à raison d'au moins deux par mètre carré. Ils doivent maintenir la distance entre les nappes supérieures et inférieures et assurer les coutures non reprises par les aciers principaux, notamment vis-à-vis du fendage.

2.16.3. 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 $l/2000 + 2\text{cm}$ 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.

ARTICLE 2.17. JUSTIFICATION DES APPAREILS D'APPUI

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

2.17.1. Généralités

Pour la détermination des réactions d'appui verticales au niveau des appareils d'appui, l'entrepreneur 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.

2.17.2. Compléments concernant les appareils d'appui à pot

Les appareils d'appui à pot sont justifiés comme indiqué dans les normes NF EN 1337-1, NF EN 1337-2 et NF EN 1337-5, dans la note d'information relative à l'application nationale de la norme NF EN 1337 éditée par le SETRA en décembre 2006 et dans le chapitre 4 «Principes de calcul d'un ouvrage comportant des appareils d'appui à pot» du document intitulé «Les appareils d'appui à pot : utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires» édité par le SETRA en septembre 2007. Ainsi :

- la pression moyenne dans l'élastomère est strictement limitée à 46 MPa sous combinaisons ELU,
- les parties métalliques sont justifiées à l'ELU selon les prescriptions des normes NF EN 1337-2 et 1337-5 et des normes des séries NF EN 1993 et NF EN 1993/NA,
- pour les appareils d'appui à pot fixes, l'effort horizontal admissible garanti par l'entrepreneur et son fournisseur doit être au moins égal aux sollicitations horizontales de toutes les actions prises en compte (freinage, vent, fonctionnement propre de l'appui, etc.),
- la pression moyenne dans le PTFE des appareils d'appui à pot glissants à l'ELU doit être de l'ordre de 42MPa sous l'action de la combinaison de charges permanentes maximales, pour minimiser les effets des frottements.

Les efforts à prendre en compte sont définis dans les deux paragraphes intitulés «Justification des appuis supportant des appareils d'appui à pot» du sous-article intitulé «Stabilité des appuis» du chapitre 2 du présent CCTP.

ARTICLE 2.18. JUSTIFICATION DES APPUIS ET FONDATIONS SELON REGLES EUROPEENNES

2.18.1. Généralités

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

2.18.1.1. Classes d'exposition et enrobages des aciers passifs des appuis

Le tableau ci-dessous précise les classes d'exposition des différents parements des appuis au sens des normes NF EN 206-1, 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 des aciers passifs associés à ces parements.

Parement	Classe d'exposition	Enrobage des aciers passifs
Culées	XC4, XD1	45 mm
Parements des piles	XC4, XD1	45 mm
Surfaces intérieures des piles creuses	XC3	30 mm
Semelles de fondation / de liaison	XC4, XD1	45 mm
Fondations profondes	XC2, XA2	70 mm

2.18.1.2. Règles générales relatives au calcul des appuis

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 est pris égal à $n=15$ pour les bétons courants et 9 pour les BHP,
- la contrainte de compression du béton est limitée à $0,45f_{ck}$ sous combinaisons ELS quasi permanentes et à $0,60f_{ck}$ 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 0.2mm 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 0.3mm sous combinaisons ELS fréquentes,

- la contrainte des armatures de béton armé est limitée à 300MPa sous combinaisons ELS caractéristiques,
- pour le calcul aux ELU des armatures de cisaillement, l'inclinaison θ des bielles est telle que $\cotan(\theta)$ 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 et NF EN 1997/NA et, en l'absence des normes nationales complémentaires visées dans cette dernière, du fascicule 62 titre V du CCTG.

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 rapport géotechnique joint au présent CCTP.

2.18.2. 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 selon règles européennes» du présent CCTP.

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

Au droit des appareils d'appui à pot, la surface à prendre en compte pour l'application de ces règles est la surface de contact réduite définie par la norme NF EN 1337-5.

2.18.3. 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.

2.18.3.1. Dalles de transition

Pour la justification de leurs ferrailages, 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.

L'entrepreneur 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.

2.18.3.2. Estimation des déplacements

Pour les culées, la note de calcul fournit, outre les justifications de résistance habituelles, le calcul des tassements et des déplacements horizontaux.

2.18.3.3. 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.

2.18.3.4. Justification des appuis supportant des appareils d'appui à pot glissants

A l'ELS caractéristique, la justification en flexion composée des appuis supportant les appareils d'appui à pot glissants est menée à partir des efforts concomitants suivants :

- les efforts verticaux extrêmes à l'ELS caractéristique pour l'appareil d'appui à pot glissant considéré,
- les efforts horizontaux calculés comme indiqué ci-dessus, majorés de l'influence des efforts horizontaux transversaux s'ils existent.

A l'ELU fondamental/accidentel, la justification de ces appuis est menée à partir des efforts concomitants suivants :

- les efforts verticaux extrêmes à l'ELU fondamental/accidentel pour l'appareil d'appui à pot glissant considéré,
- les efforts horizontaux calculés comme indiqué ci-dessus, majorés de l'influence des efforts horizontaux transversaux s'ils existent.

Il est rappelé que l'action accidentelle considérée peut être due à une augmentation sensible du coefficient de frottement, comme indiqué au paragraphe 4.3.4.2 du document intitulé «Les appareils d'appui à pot : utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires - Guide technique» édité par le SETRA en novembre 2007.

2.18.3.5. Justification des appuis supportant des appareils d'appui à pot fixes

A l'ELS caractéristique, la justification des appuis supportant les appareils d'appui à pot fixes est menée à partir des efforts concomitants suivants :

- les efforts verticaux extrêmes à l'ELS caractéristique pour l'appareil d'appui à pot fixe considéré,
- les efforts horizontaux ELS calculés comme indiqué ci-dessus, majorés de l'effort de guidage en températures extrêmes propre à cet appui fixe, et des efforts dus au freinage, à la force centrifuge ou au vent s'exerçant sur l'appui.

A l'ELU fondamental/accidentel, la justification de ces appuis est menée à partir des efforts concomitants suivants :

- les efforts verticaux extrêmes à l'ELU fondamental/accidentel pour l'appareil d'appui à pot fixe considéré,
- les efforts horizontaux ELU calculés comme indiqué ci-dessus, majorés de l'effort de guidage en températures extrêmes propre à cet appui fixe, et des efforts dus au freinage, à la force centrifuge ou au vent s'exerçant sur l'appui.

Il est rappelé que l'action accidentelle considérée peut être due à une augmentation sensible du coefficient de frottement, comme indiqué au paragraphe 4.3.4.2 du document intitulé «Les appareils d'appui à pot : utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires - Guide technique» édité par le SETRA en novembre 2007.

2.18.4. Hypothèses pour les fondations

Le projet ayant été établi sur la base des normes NF EN 1990 à 1992 et de leurs annexes nationales, la justification des fondations de l'ouvrage s'effectue conformément aux indications de la norme NF EN 1997-1 et de son annexe nationale, la norme NF EN 1997-1/NA. Toutefois, en

l'absence des normes nationales complémentaires visées dans cette dernière, la justification des fondations de l'ouvrage s'effectue sur la base du fascicule 62 titre V du CCTG et selon les modalités détaillées précisées dans l'annexe «Justifications des fondations» jointe au présent CCTP.

2.18.4.1. Fondations superficielles

Les réactions du terrain sur les faces latérales de la fondation, peuvent être prises en compte dans les justifications relatives aux états limites ultimes sous combinaisons accidentelles.

Les hypothèses pour le calcul des fondations superficielles sont conformes au fascicule 62 titre V du CCTG et sont proposées par l'entrepreneur en fonction des éléments du rapport géotechnique joints au présent CCTP.

2.18.4.2. Fondations profondes

Les fondations considérées comme profondes sont les suivantes : fondations des piles P1 à P4 et de la culée C5.

En l'absence de normes nationales complémentaires, les justifications des fondations profondes sont menées conformément aux règles décrites dans le fascicule 62 titre V du CCTG. Il est notamment effectué un calcul avec prise en compte des réactions du sol pour la détermination des efforts et des déplacements des fondations.

Les fondations sont supposées encastrées dans les semelles.

En pied, l'entrepreneur suppose les fondations articulées et bloquées en translation suivant leur axe.

Elles font l'objet d'un calcul de type programme PSH du SETRA avec prise en compte des réactions élastiques du sol.

Les hypothèses pour le calcul des fondations profondes sont conformes aux prescriptions du fascicule 62 titre V du CCTG et sont proposées par l'entrepreneur en fonction des éléments présents dans les éléments du rapport géotechnique joints au présent CCTP. Elles sont soumises au visa du maître d'œuvre.

Des frottements négatifs et des poussées latérales étant susceptibles de se développer sur les pieux de la culée C5 du fait des remblais d'accès à l'ouvrage, ceux-ci doivent être justifiés conformément aux stipulations des annexes G2 et G3 du fascicule 62 titre V du CCTG.

ARTICLE 2.19. JUSTIFICATION DES EQUIPEMENTS

2.19.1. Joints de dilatation

La détermination du souffle des joints de chaussée est faite selon la méthode exposée dans le document «Joint de chaussée des ponts-routes - Document technique» édité par le SETRA en 1986.

Les distances entre les parties béton doivent respecter à tout moment de la vie de l'ouvrage, la valeur minimale de 2 cm.

Le réglage des joints de chaussée est déterminé en tenant compte de la température et des déformations différées déjà effectuées au moment de la pose.

2.19.2. 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 - Guide technique» édité par le SETRA en 1989.

L'ouvrage doit être justifié vis-à-vis d'une averse de référence de période de retour de 10 ans, d'intensité égale à 39 mm/heure.

L'ouvrage doit pouvoir évacuer les liquides nocifs en cas de renversement d'une citerne sur la chaussée. Les dispositifs d'évacuation des eaux doivent alors pouvoir écouler 130 l/s en pointe.

ARTICLE 2.20. JUSTIFICATION DES BLINDAGES DES FOUILLES

2.20.1. Généralités

Les hypothèses de sol à prendre en compte dans les justifications des blindages des fouilles sont proposées par l'entrepreneur, sur la base des éléments du rapport géotechnique joints 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.

2.20.2. Prise en compte des niveaux d'eau

Les calculs doivent prendre en compte les niveaux d'eau maximal et minimal de part et d'autre du blindage ou du soutènement.

Ces niveaux sont précisés sur les plans d'exécution.

Dans le cas d'un pompage avec circulation d'eau dans le sol, les calculs doivent :

- fournir une estimation des débits de pompage attendus compte tenu de la perméabilité du sol,
- vérifier les conditions de renard,
- prendre en compte les gradients hydrauliques dans les justifications de la stabilité de l'ouvrage.

ARTICLE 2.21. DOSSIER DE RECOLEMENT DE L'OUVRAGE

(art. 40 du CCAG, art. 36 et 43.6 du fasc. 65 du CCTG, art. III.14 du fasc. 66 du CCTG)

Le dossier de récolement comprend :

- 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 du document «Surveillance et entretien des ouvrages d'art - Instruction technique» édité par le SETRA et la Direction des Routes en 1979.
- la procédure prévisionnelle pour la réalisation de la précontrainte additionnelle, conformément aux stipulations du sous article 111.3 du fascicule 65 du CCTG,
- les plans et notes de calculs mis à jour.

En matière de calculs, l'entrepreneur 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,
- les conditions exactes de mise en œuvre de la précontrainte (tensions exercées, coefficients de frottement réels, incidents, etc.).

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

CHAPITRE 3. PROVENANCE, QUALITE ET PREPARATION DES MATERIAUX

ARTICLE 3.1. GENERALITES

3.1.1. Généralités

(art. II.1 du fasc. 66 du CCTG, art. 21 à 25 du CCAG)

Il est rappelé que la fourniture des matériaux, composants ou autres produits fait partie de l'entreprise. L'entrepreneur 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 l'entrepreneur 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 interne, 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 interne,
- 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 interne, ou dans le cadre du contrôle extérieur, il est fait application des articles 39 et 44 du CCAG.

3.1.2. Conformité aux normes, marques et avis techniques français

(recommandations T1-99)

3.1.2.1. Possibilités d'équivalence

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

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

Le présent CCTP prévoit également que certains produits ou services doivent être titulaires soit d'une marque de qualité française (marque NF ou autre), soit d'un avis technique, d'un agrément ou d'une homologation émis par un organisme public français (SETRA, LCPC, CSTB, etc.).

L'entrepreneur peut proposer d'autres produits ou services à condition que ceux-ci bénéficient de modes de preuves en vigueur dans d'autres états membres de l'espace économique européen attestés par des organismes accrédités par des organismes signataires des accords dits «E.A.» ou, à défaut, fournissant la preuve de leur conformité aux normes de la série NF EN 40. Ces produits ou services doivent également être acceptés par le maître d'œuvre, ce dernier restant seul juge de l'équivalence.

3.1.2.2. Acceptation ou refus du maître d'œuvre d'une équivalence

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

Le maître d'œuvre dispose d'un délai de 30 jours à partir de la livraison de ces éléments pour accepter ou refuser ce produit. Son acceptation est fondée sur le respect des exigences définies dans la norme française ou dans le règlement de la marque de qualité, de l'avis technique, de l'homologation ou de l'agrément requis, qui constituent toujours la référence technique.

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

ARTICLE 3.2. DECHETS

Dans le cadre de son SOGED, l'entrepreneur établira, au sens de la circulaire du 15 février 2000 relative à la planification de la gestion des déchets, la nature des déchets et la quantité prévisionnelle des déchets à évacuer.

A titre indicatif, le tableau ci-dessous donne la nature, au sens de cette même circulaire, des déchets que l'entrepreneur doit évacuer dans le cadre des travaux objets du présent marché.

Nature des déchets
Les déblais et fouilles non réutilisables.
La boue bentonitique servant au forage des pieux.
Les résidus du recépage des pieux.
Les surplus de béton.
Les chutes d'enrobés et d'étanchéités
Les résidus de coffrage en bois.
Les produits de démolition de certains ouvrages provisoires en béton comme les longrines d'assises, etc.
Les produits résiduels de la protection anti-corrosion de la charpente métallique : sablage et peinture.

ARTICLE 3.3. REMBLAIS DES FOUILLES ET REMBLAIS CONTIGUS AUX OUVRAGES

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

3.3.1. Origine des remblais des fouilles et des remblais contigus

Les matériaux constituant le premier mètre des remblais contigus sont des matériaux de carrière.

Les matériaux constituant le reste des remblais contigus et rampes d'accès à l'ouvrage sont issus des stocks de matériaux réalisés par le maître d'ouvrage à proximité des culées C0 et C5

Les matériaux constituant les remblais des fouilles proviennent soit des déblais du site (matériaux réutilisables issus des fouilles avec approbation du maître d'œuvre), soit d'apports extérieurs (matériaux d'emprunts laissés à l'initiative de l'entrepreneur et soumis à l'approbation du maître d'œuvre ou des matériaux de carrière).

3.3.2. 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 :

- Classification : classes B31, C1B31, C2B31, D21, D31, R21, R41 ou R61 telles que définie au 5 de la norme NF P 11-300,
- Dimensions maximales des plus gros éléments :
 - remblais des fouilles : au moins 20 mm et au plus 80 mm,
 - 1^{er} mètre derrière les culées des remblais contigus : au moins 30 mm et au plus 60 mm,
 - au-delà du 1^{er} mètre des remblais contigus : au moins 100 mm et au plus 200 mm.
- Objectif de densification : niveau q4 pour les remblais de fouilles et niveau q3 pour les remblais contigus à l'ouvrage tels que définis à l'article 6.2.5 de la norme NF P 98-331.

L'entrepreneur doit fournir au maître d'œuvre les fiches techniques d'identification des matériaux proposés.

ARTICLE 3.4. REPERES 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.

Les repères utilisés sont parmi les types suivants :

- **Repère type « rivet »** : rivet à tête hémisphérique utilisé pour le nivellement des surfaces horizontales. Elle doit émerger de 20 mm du béton environnant. Les repères seront signalés par un rond de peinture rouge.
- **Repère type « médaillon »** : scellé en place sur une paroi verticale accessible, destiné au nivellement, ce type de repère, utilisé par l'Institut Géographique National, est en fonte afin d'avoir une bonne pérennité, et sa résistance est renforcée par une armature interne en acier. Il porte une pastille hémisphérique et est recouvert après pose d'une couche de peinture au minium (sauf la pastille).
- **Repère type « cible »** : ce type de repère, destiné aux contrôles de verticalité, est fixé sur une paroi verticale difficilement accessible. Il est en fonte émaillée et se fixe à la colle « époxy » ou par un système à proposer par l'entrepreneur.

- **Bornes et repères fixes** : pour la polygonale de précision nécessaire à l'implantation et au suivi de l'ouvrage, des colonnes en béton Ø300 seront réalisées avec une semelle et un fût de 1,40 m de hauteur. Leur tête est équipée :

- d'une plaque de fermeture pour pilier et d'un boulon de borne de type 14 f et 14 g du catalogue « Le Pont Equipement » ou similaire,
- d'un repère de niveau en alliage,
- d'une plaque aluminium pour matricule.

L'emplacement et le nombre des dispositifs de suivi d'ouvrages seront soumis par l'entrepreneur à l'agrément du maître d'œuvre. Ils devront respecter les indications générales suivantes :

Partie d'ouvrage	Type du repère de nivellement	Distribution
Culées – Murs en retour	Rivet / Médaillon	2 rivets par mur en retour 2 médaillons par culée
Piles	Médaille / Cible	4 médaillons par pile 4 cibles par pile
Tablier	Rivet	2 rivets par ligne d'appui 3 x 2 rivets par travée

À l'achèvement de chaque ouvrage, l'entrepreneur remet au maître d'œuvre un levé de l'ensemble des repères et cibles. Les précisions des mesures doivent être de ± 1 mm en nivellement et de 0,02 grade en verticalité. Les repères sont posés au fur et à mesure de l'avancement du chantier.

L'entrepreneur doit faire un « point zéro » des appuis avant réalisation du tablier et procéder à un autre levé après réalisation du tablier.

Il doit également réaliser un « point zéro » du tablier avant chaque phase de bétonnage ainsi qu'à l'achèvement des superstructures et équipements.

ARTICLE 3.5. PRODUITS METALLIQUES POUR PIEUX

(art. 16.1 du fasc. 68 du CCTG)

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

3.5.1. Tubes d'auscultation, de carottage ou d'injection

Les tubes d'auscultation sont des tubes métalliques de type chauffage, de dénomination usuelle 50/60 (ou 2") et 102/114 mm (ou 4"). Ils sont constitués d'éléments de 6 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.

Le nombre de tubes d'auscultation est de :

- pieux de 1100 mm de diamètre : 4 tubes 50/60 et 1 tube 102/114
- pieux de 1500 mm de diamètre : 5 tubes 50/60 et 1 tube 102/114

L'utilisation de tubes tulipés soudés est formellement interdite.

ARTICLE 3.6. PALPLANCHES METALLIQUES POUR RIDEAU DE LA PILE P1

(art. 37 et 38.1 du fasc. 68 du CCTG, normes A 05-251, NF EN 10248-1, NF EN 10248-2)

Les palplanches sont du type PU 16 ou PU 18 ou similaire, tel que défini dans la norme FD A 45-025. Il est prévu d'utiliser des palplanches de réemploi.

La nuance de l'acier des palplanches est proposée par l'entrepreneur au vu des résultats des sondages et des calculs justificatifs, conformément à la norme NF EN 10248-1, et soumise à l'acceptation du maître d'œuvre.

Elles sont aptes au soudage.

Le marquage des palplanches défini par l'article 37 du fascicule 68 du CCTG est complété par l'indication de la nuance et de la qualité de l'acier.

Les tolérances sur la forme et les dimensions des palplanches sont conformes aux spécifications de la norme NF EN 10248-2.

ARTICLE 3.7. TRAITEMENTS DE SURFACE

(art. 64 du fasc. 65 du CCTG)

3.7.1. 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. Il est appliqué en deux couches minimum.

3.7.2. Produit anti-graffiti et anti-affiches

Le produit de protection contre les graffiti et les affiches doit être de type «permanent», supportant 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. Après mise en œuvre, sa teinte est neutre et son aspect mat non vernissé.

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.

ARTICLE 3.8. ACIERS POUR BETON ARME

(art. 71 du fasc. 65 du CCTG, normes NF A 35-015, NF A 35-016-1, NF A 35-016-2, NF A 35-019-1 et NF A 35-019-2)

3.8.1. Généralités

Toutes les armatures de béton armé utilisées sont soudables. Le recours à des armatures conformes aux spécifications de la norme NF A 35-017 est ainsi interdit.

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

3.8.2. Treillis soudés

(normes NF A 35-016-2, NF A 35-019-2)

L'utilisation de treillis soudés ou de fils tréfilés est interdite sauf pour les pièces secondaires n'intervenant pas dans la résistance de la structure pour lesquelles elle est soumise à l'acceptation préalable du maître d'œuvre.

3.8.3. Ronds lisses

(norme NF A 35-015)

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

- armatures de frettage,
- barres de montage,
- armatures en attente de diamètre inférieur ou égal à 16 mm exposées à un pliage suivi d'un dépliage,
- armatures des murs garde grève,

3.8.4. Armatures à haute adhérence

(normes NF A 35-016-1 et A 35-019-1)

Toutes les armatures à haute adhérence sont conformes aux normes NF A 35-016-1 et NF A 35-019-1 et sont de nuance B500B au sens de celles-ci.

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

3.8.5. Protection contre la corrosion des armatures

Le dispositif de protection contre la corrosion des armatures de béton armé est proposé par l'entrepreneur et soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

3.8.6. Dispositifs de raboutage pour armatures de béton armé

(normes NF A 35-020-1 et NF A 35-020-2)

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

Les dispositifs de raboutage permettent d'obtenir une liaison pouvant 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. Cette aptitude est attestée par des essais de fatigue réalisés, aux frais de l'entrepreneur, conformément aux indications du 5.3 de la norme NF A 35-020-2.

Les manchons sont montés en usine sur les aciers inférieurs et sont obturés par un bouchon étanche. Les armatures hautes et basses sont filetées en usine. Le PAQ doit préciser la méthode de contrôle des filetages.

ARTICLE 3.9. BETONS ET MORTIERS HYDRAULIQUES

(art. 81 à 83 du fasc. 65 du CCTG, norme NF EN 206-1)

Les essais relatifs aux épreuves (études, convenances, contrôles) doivent être réalisés sur chacun des bétons de classe de résistance supérieure à C25/30 prévus au marché. La notion de famille définie dans la norme NF EN 206-1 n'est pas retenue pour ce qui concerne les études, convenances et contrôles.

Les spécifications relatives à la consistance et à la teneur en air sont définies en terme de valeurs cibles.

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.

Par dérogation au fascicule 65 du CCTG, les désignations, les classes d'exposition, la classe de résistance au sens de la norme NF EN 206-1, le dosage en liant, les destinations et les caractéristiques complémentaires exigées des différents bétons sont indiqués dans le tableau ci-après.

La classe de chlorure pour chacune des parties d'ouvrage est définie en référence au tableau NA 5.2.7 de la norme NF EN 206-1, à l'exception des bétons précontraints par prétension pour lesquels la classe de chlorure retenue est 0,15.

3.9.1. Définition des bétons

(art. 81 à 83 du fasc. 65 du CCTG, norme NF EN 206-1)

Les spécifications destinées à assurer la durabilité du béton sont celles données dans la norme NF EN 206-1 complétées par les indications des articles suivants en fonction des classes d'exposition des différentes parties d'ouvrage.

Bétons des parties d'ouvrage

Parties d'ouvrage	Classes d'exposition	Classe de résistance	Teneur minimale en liant équivalent vis-à-vis de la durabilité (1) (2)	Nature du ciment vis-à-vis de la durabilité	Caractéristiques complémentaires du ciment vis-à-vis de la durabilité	Eeff/Leq vis-à-vis de la durabilité (8)	Caractéristiques complémentaires (3)
Béton de propreté			250kg				
Béton de blocage sous	XC2	C25/30	330kg		PM et ES	0,55	RAG

semelles. Gros béton de remplissage sous fondation. Dalle de transition.							
Fondations profondes.	XC2	C25/30	350kg		PM et ES	0,55	RAG
Semelles de fondation. Culées. Piles.	XC4, XF3	C35/45	385kg	CEM I ou CEM II A et B 42,5 ou 52,5		0,45	RAG, G
Dalle d'ouvrage mixte.	XC4, XF3	C35/45	385kg	CEM I ou CEM II A et B 42,5 ou 52,5 N ou R	CP2	0,45	RAG, G
Longrines des dispositifs de retenue. Bordures de trottoir coulées en place.	XC4, XF4, XD3	C35/45	385kg	CEM I ou CEM II A, S ou D 42,5 ou 52,5	PM ou ES	0,45	RAG, GS

3.9.1.1. Mortiers

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

3.9.1.2. Commentaires concernant les spécifications fournies dans les tableaux précédents

(1) Les additions en substitution de ciment ne sont admises que pour les parties d'ouvrage où la nature du ciment n'est pas imposée. Il est alors rappelé que dans ce cas, le ciment utilisé doit être un ciment CEM I. La nature et la quantité maximale de ces additions sont données dans le tableau NA.F.1 de la norme NF EN 206-1.

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

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

(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 «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 du tableau NA.F.1 de la norme NF EN 206-1, l'exigence relative au rapport E_{eff}/E_{eq} est applicable à chaque gâchée de la charge.

(9) Pour les bétons soumis à une classe d'exposition XF3 ou XF4, l'entrepreneur peut réduire les dosages en liant équivalent en dessous de 385 kg/m³, dans la limite de 350 kg/m³ pour la classe XF3 et de 370 kg/m³ pour la classe XF4, sous réserve de justifier la résistance au gel interne par l'essai pertinent des normes NF P18-424 ou NF P18-425 selon le degré de saturation en eau du béton. L'entrepreneur 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.

3.9.1.3. Consistance des bétons

La consistance de tous les bétons est proposée par l'entrepreneur 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.

Pour les bétons des pieux coulés en place, la classe de consistance doit être supérieure ou égale à S4.

Dispositions particulières pour la qualité des parements (EQP)

Pour les classes de consistance supérieures ou égales à S3, la tolérance sur la consistance est inférieure à +/-20 mm. Cette tolérance peut toutefois être augmentée si l'entrepreneur le justifie par une étude spécifique de la sensibilité de la variation de la consistance sur la résistance du béton et l'aspect des parements.

3.9.2. Constituants des mortiers et bétons

(art. 82 du fasc. 65 du CCTG)

3.9.2.1. Granulats

(art. 82.2 du fasc. 65 du CCTG, normes NF EN 12620, XP 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 l'entrepreneur dans son PAQ. Dans tous les cas, elle est limitée à 25mm et doit être adaptée à la dimension et à la densité du ferrailage des pièces à bétonner.

Les granulats sont des granulats naturels issus de roches massives. Ils sont titulaires de la marque NF-Granulats. Le sable et les gravillons proviennent du même site d'exploitation.

Les granulats sont élaborés exclusivement à l'aide d'un concasseur à sole tournante.

Les gravillons sont obligatoirement lavés pour respecter le critère de propreté < à 0,5%.

Le sable doit avoir une hygrométrie comprise entre 4 et 6% ; pour ce faire, la couverture des stocks de sable est obligatoire, tant en carrière qu'en centrale. Les trémies et les tapis doivent également être protégés des intempéries.

Caractéristiques	Valeurs requises	Compléments et spécifications
Granularité sable EN 933-1	0/3	Selon EN : Gf85 Vssi = 85% Vss = 99% Passant à 63 µm = 9% (+3% et -0%) 2,6 < Mf < 3,1 Le produit fini est issu exclusivement d'un concasseur à sole tournant. Production à teneur en eau comprise entre 4 et 6%.
Granularité gravillon EN 933-1	10/20	Sur D : Li = 85% et Ls = 99% Sur d : Li = 1% et Ls = 15% À d/2 Vss5mm = 5% À d/1,4 Passant à 14mm : Li = 25% et Ls = 70%
Coefficient d'écoulement du sable EN 933-6	< 40 secondes	Sur fraction 0,063/2mm
Absorption du sable WA24 EN 1097-6	≤ 2,5%	Code Aba de la norme P18-545
Résistance mécanique gravillon EN 1097-2	LA ≤ 25	
Forme du gravillon Coefficient d'aplatissement A EN 933-3	FI ≤ 7	Par dérogation à la norme en vigueur, le produit fini est exclusivement élaboré au concasseur à sole tournante
Alcali réaction (NFP 18-594)		Matériaux non réactifs NR
Propreté du sable EN 933-8	SE	Vsi ≥ 65
Valeur au bleu EN 933-9	MB	Sur fraction 0/2: Vss = 1

Propreté superficielle du gravillon 10/20 (tamis de 0,5mm)	$\leq 0,5\%$	Le lavage est obligatoire pour le gravillon 10/20
Résistance au gel dégel EN 1367-1		Granulats non gélifs
Teneur en soufre totale EN 1744-1	$S \leq 0,4\%$	Ou si le teneur en soufre $> 0,08\%$, mesure du pourcentage de sulfates avec $V_{ss} = 0,2\%$
Matière organique	$\leq 0,1\%$	

Les granulats récupérés sur l'installation de production considérée à partir des eaux de lavage ou de béton frais sont interdits pour les bétons dont la classe de résistance en compression est supérieure ou égale à C35/45.

Pour les bétons de classe de résistance inférieure, leur utilisation n'est autorisée que dans la mesure où la proportion de granulats récupérés n'est pas supérieure à 5% de la quantité totale de granulats et où des dispositions justificatives adaptées sont décrites dans le Plan d'Assurance Qualité concernant la production des bétons.

Les granulats récupérés sur l'installation de production considérée et traités dans une installation de lavage/criblage sont assimilés à des granulats naturels courants (conformes aux normes NF EN 12620 et XP P 18-545).

Pour les bétons de classe de résistance inférieure à C35/45, les granulats doivent appartenir au code B au sens de l'article 10 de la norme XP P 18-545 avec toutefois une ou deux caractéristiques pouvant être de code C après études ou références.

Pour les bétons de classe de résistance égale ou supérieure à C35/45, les granulats doivent appartenir au code A, avec toutefois une ou deux caractéristiques pouvant être de code B après études ou références.

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.

L'entrepreneur 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, l'entrepreneur doit contrôler les bordereaux de livraison et l'aspect visuel des granulats.

Dispositions particulières pour la qualité des parements EQP

Pour les bétons apparents ou devant subir une mise en peinture à l'état brut de décoffrage, la présence de pyrite ou de tout autre sulfure métallique sous forme de grains de dimension supérieure à 2 mm est interdite.

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 0-0,315mm, par l'essai cinétique visé par la norme XP P 18-594, soit, dans le cas

contraire, en appliquant les clauses relatives aux additions mentionnées au paragraphe «Additions pour bétons» du même sous article du présent CCTP.

Les granulats doivent être qualifiés non réactifs (NR). Toutefois, des granulats potentiellement réactifs à effet de pessimum (PRP), peuvent être utilisés sous réserve que les deux conditions du chapitre 9 du guide technique «Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction» édité par le LCPC en juin 1994 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.

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

- Condition 1 : La formulation satisfait à un critère de performance (essais de gonflement) effectué conformément aux prescriptions du chapitre 6 du guide technique «Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction» édité par le LCPC en juin 1994.
- Condition 2 : Sur la base des prescriptions du chapitre 7 du guide technique «Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction» édité par le LCPC en juin 1994, le maître d'œuvre juge que la formulation offre des références d'emploi suffisamment convaincantes.
- Condition 3 : Le béton proposé contient des additions minéralogiques inhibitrices en proportions suffisantes, eu égard aux prescriptions du chapitre 8 du guide technique «Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction» édité par le LCPC en juin 1994.

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» édité par le LCPC en décembre 2003 :

Caractéristiques	Béton G	Béton G+S
Sable : friabilité ° selon P 18-576	FS < ou = 40	FS < ou = 40
Sable : équivalent de sable sur la fraction 0/2 selon la norme NF EN 933-8	alluvionnaires et concassés ES > ou = 65 ; essai au bleu selon la norme NF EN 933-9 non accepté	alluvionnaires et concassés ES > ou = 60 ; essai au bleu selon la norme NF EN 933-9 non accepté
Sable : passant à 0,063 mm °°	< ou = 9 % e = 3	< ou = 9 % e = 3
Sable : module de finesse °°°	Ls < ou = 2,8 e = 0,6	Ls < ou = 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 < ou = 1 % ou F2	pour chaque classe granulaire WA24 < ou = 1 % ou F2
Gravillons : Dmax selon la norme XP P 18-545	< ou = 25 mm	< ou = 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» édité par le LCPC en décembre 2003 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» édité par le LCPC en décembre 2003.

°°°° Seul le critère d'absorption d'eau WA_{24} est retenu pour qualifier la résistance au gel des gravillons. Chaque classe granulaire doit avoir une valeur d'absorption d'eau WA_{24} inférieure ou égale à 1 %. A défaut, il est possible d'utiliser des gravillons présentant une valeur de WA_{24} 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. Dans ce cas, la résistance au gel est déterminée suivant la norme NF EN 1367-1.

3.9.2.2. Ciments

(art. 82.1 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)

Par complément au sous article 82.1 du fascicule 65 du CCTG, les ciments doivent être titulaires de la marque NF-Liants hydrauliques. Le choix du ciment tient compte de l'agressivité du milieu.

L'entrepreneur 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.

Contrôle interne

Pendant toute la durée des travaux de bétonnage, l'entrepreneur 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 85.1B du fascicule 65 du CCTG, le fournisseur de ciment présente, à l'appui de ses résultats d'autocontrôle, un engagement sur le respect de la valeur minimale retenue C_{min} .

Contrôle extérieur

L'attention de l'entrepreneur 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

L'entrepreneur 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/m³.

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 interne

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 chapitre 5 du document intitulé «Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction» édité par le LCPC en juin 1994, il est rappelé que des essais de détermination des teneurs en alcalin réactif des ciments sont à réaliser conformément à la norme NF EN 196-2. 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 de l'entrepreneur 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 en août 2007, en cas d'élévation de température excessive et en fonction du niveau de prévention retenu pour l'ouvrage ou la partie de l'ouvrage, l'entrepreneur 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 PM ou ES° ou CEM II/A (S, D) PM ou ES° 42,5 N - 42,5 R°° et supérieure
Dosage minimal pour un béton armé ou précontraint 0/20	385 kg/m ³	385 kg/m ³

Pour ces bétons, l'entrepreneur peut réduire les dosages en liant équivalent en dessous de 385 kg/m³, dans la limite de 350 kg/m³ pour la classe XF3 et de 370 kg/m³ pour la classe XF4, sous réserve de justifier la résistance au gel interne par l'essai pertinent des normes NF P18-424 ou NF P18-425, selon le degré de saturation en eau du béton. L'entrepreneur 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.

° L'entrepreneur doit utiliser des ciments PM ou ES au sens des normes NF P 15-317 et NF P 15-319 pour réduire les risques de réaction sulfatique en présence de sels de déverglaçage dont la teneur en sulfates solubles est supérieure à 3 %.

°° L'entrepreneur 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.

3.9.2.3. Adjuvants pour bétons

(art. 82.4 du fasc. 65 du CCTG, norme NF EN 934-2)

Par dérogation au sous article 82.4 du fascicule 65 du CCTG, les adjuvants pour bétons doivent être titulaires de la marque NF-Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis - Produits de cure.

Le maître d'œuvre, en début d'utilisation, fait effectuer contradictoirement un prélèvement conservatoire sur chaque adjuvant.

Les bétons fluides doivent être formulés avec des super plastifiants/hauts réducteurs d'eau ou des plastifiants/réducteurs d'eau.

La compatibilité des différents adjuvants entre eux ainsi qu'avec les liants et additions doit être vérifiée.

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 ou égale 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.

3.9.2.4. Additions pour bétons

(art. 82.6 du fasc. 65 du CCTG, normes NF P 18-506, NF P 18-508, NF P 18-509, NF EN 450, NF EN 13263-1)

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

Les fillers siliceux ne sont admis que sous réserve que la formule de béton proposée satisfasse à un critère de performance (essai de gonflement) conformément aux prescriptions du chapitre 6 du guide technique «Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction» édité par le LCPC en juin 1994.

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 chapitre 6 du guide technique «Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction» édité par le LCPC en juin 1994.

Si l'entrepreneur 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 (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%.

Si les additions sont utilisées en substitution partielle au ciment CEM I, elle n'est autorisée que pour les bétons G ; 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/m³, 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.

3.9.2.5. Eau

(art. 82.3 du fasc. 65 du CCTG)

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

En l'absence d'étude appropriée, l'eau de récupération de l'industrie du béton ne peut pas être employée. Une étude particulière est notamment nécessaire pour une utilisation en béton architectural, béton précontraint, béton avec air entraîné et béton en environnement agressif. En tout état de cause, seule l'eau décantée ayant atteint une masse volumique inférieure à 1,02 et déshuilée peut être utilisée.

3.9.3. Étude des bétons

(art. 85.1 du fasc. 65 du CCTG)

Il est précisé que les dispositions de l'article 85.1 du fascicule 65 du CCTG s'appliquent en considérant que :

- n est le nombre de prélèvements,
- un prélèvement comporte trois éprouvettes.

Les épreuves d'études sont obligatoirement effectuées en centrale à la charge et aux frais de l'entrepreneur.

Le rapport E/C fixé pour chaque type de béton est une **valeur limite haute à ne pas dépasser** en condition normale d'utilisation des bétons sur chantier. De ce fait, les épreuves d'étude devront tenir compte de cette exigence.

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

Justification de la qualification des granulats

Si les granulats bénéficient du droit d'usage de la marque NF-Granulats, avec qualification vis-à-vis de l'alcali-réaction en NR ou PRP, le certificat de conformité des granulats à la marque NF, qui donne leur qualification vis-à-vis de l'alcali-réaction, doit être annexé au dossier d'étude des bétons.

Si les granulats ne bénéficient pas du droit d'usage de la marque NF-Granulats mais si le producteur de granulats dispose d'un dossier carrière élaboré conformément aux prescriptions du document «Guide pour l'élaboration du dossier carrière» édité par le LCPC en juin 1994 et approuvé par le maître d'œuvre, le dossier d'étude des bétons doit contenir les extraits du plan qualité du producteur permettant de certifier la qualification vis-à-vis de l'alcali-réaction des granulats utilisés. Ces documents sont accompagnés des résultats des contrôles internes 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, l'entrepreneur 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), l'entrepreneur doit intégrer dans le dossier d'étude des bétons, tous les résultats des essais visés par les chapitres 5 ou 6 ou 8 du guide technique «Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction» édité par le LCPC en juin 1994. Ces essais sont réalisés à ses frais.

Si les granulats sont potentiellement réactifs à effet de pessimum (PRP), l'entrepreneur doit intégrer dans le dossier d'étude des bétons tous les résultats des essais permettant de vérifier que les conditions 1 et 2 du chapitre 9 du guide «Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction» édité par le LCPC en juin 1994 sont vérifiées. Ces essais sont réalisés à ses frais.

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

3.9.3.2. Dispositions particulières liées à la réaction sulfatique interne

Généralités

Dans le cadre des épreuves d'étude, l'entrepreneur 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 l'entrepreneur - respecte la température maximale fixée dans le document intitulé «Recommandations sur la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne» édité par le LCPC en août 2007.

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 l'entrepreneur, 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 suivantes doit être respectée :

- le ciment utilisé est conforme à la norme NF P15-319 (ES) avec, dans le cas des CEM I et CEM II/A, une limitation à 3 kg/m³ de la teneur en alcalins équivalents actifs du béton ;
- le ciment utilisé est un ciment non conforme à la norme NF P 15-319 (ES) de type CEM II/B-V, CEM II/B-S, CEM II/B-Q, CEM II/B-M (S-V), CEM III/A ou CEM V, dont la teneur en SO₃ n'excède pas 3% et qui est fabriqué à partir d'un clinker dont la teneur en C₃A n'excède pas 8% ;
- le ciment, un CEM I, est utilisé en combinaison avec des cendres volantes conformes à la norme NF EN 450-1, de laitiers de haut fourneau moulus conformes à la norme NF EN 15167-1, ou encore de pouzzolanes naturelles calcinées. La proportion d'addition doit être d'au moins 20 % sous réserve de respecter les exigences des normes, en particulier la norme NF EN 206-1. Les teneurs en C₃A (rapportée au ciment) et en SO₃ sont respectivement inférieures ou égales à 8% et 3% ;
- vérification de la durabilité du béton vis-à-vis de la réaction sulfatique interne à l'aide de l'essai de performance décrit dans les recommandations et par la satisfaction aux critères décisionnels ;
- pour les éléments préfabriqués, le couple béton/échauffement envisagé est identique ou analogue à un couple béton/échauffement disposant d'au moins cinq références d'emploi satisfaisantes dans des lieux différents, cette analogie devant être justifiée par une documentation satisfaisante et approuvée par un laboratoire indépendant expert en réaction sulfatique interne.

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 suivantes doit être respectée :

- le traitement thermique est maîtrisé, la durée de maintien de la température du béton au-delà de 70°C ne doit pas excéder 4 heures et les alcalins équivalents actifs du béton doivent être en quantité inférieure à 3 kg/m³ (la durée de maintien est définie comme la période pendant laquelle la température est supérieure à 70°C) ;
- le ciment utilisé est conforme à la norme NF P15-319 (ES) avec, dans le cas des CEM I et CEM II/A, une limitation à 3 kg/m³ de la teneur en alcalins équivalents actifs du béton ;
- le ciment utilisé est un ciment non conforme à la norme NF P 15-319 (ES) de type CEM II/B-V, CEM II/B-S, CEM II/B-Q, CEM II/B-M (S-V), CEM III/A ou CEM V, dont la teneur en SO₃ n'excède pas 3% et qui est fabriqué à partir d'un clinker dont la teneur en C₃A n'excède pas 8% ;
- le ciment, un CEM I, est utilisé en combinaison avec des cendres volantes conformes à la norme NF EN 450-1, de laitiers de haut fourneau moulus conformes à la norme NF EN 15167-1, ou encore de pouzzolanes naturelles calcinées. La proportion d'addition doit être d'au moins 20%

sous réserve de respecter les exigences des normes, en particulier la norme NF EN 206-1. Les teneurs en C3A (rapportée au ciment) et en S03 sont respectivement inférieures ou égales à 8% et 3% ;

- vérification de la durabilité du béton vis-à-vis de la réaction sulfatique interne à l'aide de l'essai de performance décrit dans les recommandations et par la satisfaction aux critères décisionnels ;

- pour les éléments préfabriqués, le couple béton/échauffement envisagé est identique ou analogue à un couple béton/échauffement disposant d'au moins cinq références d'emploi satisfaisantes dans des lieux différents et cette analogie doit être justifiée par une documentation satisfaisante et approuvée par un laboratoire indépendant expert en réaction sulfatique interne.

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 P15-319 (ES) avec, dans le cas des CEM I et CEM II/A, une limitation à 3 kg/m³ 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.

3.9.3.3. 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/C (E = eau efficace et C = ciment ou liant recomposé pour les bétons G)	< ou = 0,50	< ou = 0,45
Résistance caractéristique en compression f_c 28 sur cylindre	> ou = 30 MPa	> ou = 35 MPa
Facteur d'espacement L selon la norme ASTM C457 *	< ou = 250 μm	< ou = 200 μm
Ecaillage selon la norme XP P 18-420	sans objet	< ou = 600 g/m ² **
Allongement relatif selon les normes NF P18-424 et NF P18-425	< ou = 400 $\mu\text{m}/\text{m}$	< ou = 400 $\mu\text{m}/\text{m}$
Rapport des carrés des fréquences de résonance mesurées suivant la norme P 18-414	> ou = 75	> ou = 75

* L'évaluation du facteur d'espacement nécessite que l'entrepreneur 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.

3.9.4. Épreuves de convenance

(art. 85.3 du fasc. 65 du CCTG)

Tous les bétons de classe supérieure ou égale à C25/30 sont soumis aux épreuves de convenance. Celles-ci sont réalisées dans le cadre du contrôle intérieur et sont à la charge de l'entrepreneur.

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

$$0.975 < \text{masse volumique théorique} / \text{masse volumique réelle} < 1.025$$

L'entrepreneur doit réaliser un élément de béton témoin relatif à une levée de pile afin d'apprécier les difficultés de mise en place du béton.

Si l'élément témoin est accepté par le maître d'œuvre, le point d'arrêt est levé ; l'élément témoin est alors démoli et évacué en décharge aux frais de l'entrepreneur.

Si cet élément témoin est refusé par le maître d'œuvre, l'entrepreneur l'évacue en décharge et le recommence à ses frais, autant de fois que nécessaire.

3.9.4.1. 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 visés par les chapitres 5 ou 6 ou 8 du guide technique «Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction» édité par le LCPC en juin 1994. La réalisation de ces essais est à la charge de l'entrepreneur.

3.9.4.2. 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/C (E = eau efficace et C = ciment ou liant recomposé pour les bétons G)	< ou = 0,50	< ou = 0,45
Résistance caractéristique en compression f_c 28 sur cylindre	> ou = 30 MPa	> ou = 35 MPa
Facteur d'espacement L selon norme ASTM C 457 °	< ou = 250 μm	< ou = 200 μm
Ecaillage selon la norme XP P 18-420	sans objet	< ou = 600 g/m^2 °°
Allongement relatif selon les normes NF P18-424 et NF P18-425	< ou = 400 $\mu\text{m/m}$	< ou = 400 $\mu\text{m/m}$
Rapport des carrés des fréquences de résonance mesurées suivant la norme P 18-414	> ou = 75	> ou = 75

° L'évaluation du facteur d'espacement nécessite que l'entrepreneur 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/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.

3.9.5. Fabrication, transport et manutention des bétons

(chap. 8 du fasc. 65 du CCTG, norme NF EN 206-1)

3.9.5.1. Généralités

Le béton est fabriqué par l'entrepreneur 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 206-1 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 Eau / Liant 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 tableau 21 du 9.7 et du NA.9.7 de la norme NF EN 206-1 :

- Les tolérances par constituant pour 90% des gâchées sont de $\pm 10\%$ sur le gravillon intermédiaire et le sable correcteur, de $\pm 3\%$ sur les adjuvants et de $\pm 2\%$ pour tous les autres composants.
- Les tolérances par constituant pour 100% des gâchées sont de $\pm 20\%$ sur le gravillon intermédiaire et le sable correcteur, de $\pm 5\%$ sur les adjuvants et de $\pm 4\%$ pour tous les autres composants.

Le sable correcteur (respectivement le gravillon intermédiaire) représente moins de 15% en masse de l'ensemble des sables (respectivement des gravillons). Le temps de malaxage est de 55 secondes minimum.

L'enregistrement des pesées est obligatoire et le relevé par gâchée est systématiquement joint au bon de livraison.

La fabrication des bétons de structure doit faire l'objet d'un suivi continu à partir d'un appareil enregistreur de l'efficacité du malaxage, de type wattmètre enregistreur. Pour chaque gâchée fabriquée, l'enregistrement correspondant est tenu à la disposition du maître d'œuvre pendant toute la durée du chantier.

La centrale de secours doit fournir des bétons de composition absolument identiques à ceux de la centrale principale, avec les mêmes composants, notamment les granulats qui doivent provenir de la même carrière.

Le suivi de la fabrication des bétons est effectué par un wattmètre enregistreur dont la plage de mesure est d'au moins 200 mm ou tout dispositif reconnu équivalent par le maître d'œuvre. Pour chaque gâchée fabriquée, l'enregistrement correspondant est tenu à la disposition du maître d'œuvre.

L'automatisme doit gérer la fabrication à partir de la teneur en eau totale du béton en prenant en compte l'absorption des granulats.

3.9.5.2. Contrôle interne à la charge de l'entrepreneur lors du processus de fabrication

L'entrepreneur 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, l'entrepreneur doit réaliser sur chaque dépôt de granulats et à chaque renouvellement de stock, des essais rapides permettant la qualification des granulats conformément aux prescriptions du fascicule de documentation FD P 18-542. Les résultats de ces essais sont fournis au maître d'œuvre avant chaque phase de bétonnage. Le nombre de ces essais doit être au moins de trois pour un tas de 1000 m³ et au moins de deux pour un tas de 500 m³.

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

3.9.5.3. Épreuve de contrôle

(art. 86 du fasc. 65 du CCTG)

Tous les bétons de classe supérieure à C25/30 sont soumis à l'épreuve de contrôle. Les essais réalisés dans le cadre de celle-ci ne relèvent pas des spécifications de la norme NF EN 206-1 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 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
Dalle d'ouvrage mixte	3 (+1 par 100 m ³ supplémentaires au-delà de 100 m ³) ou par phase de bétonnage

De plus, il est effectué par l'entrepreneur 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 de l'entrepreneur, 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.

Les dispositions pour obtenir les conditions de conservation normalisées sont à la charge de l'entrepreneur, qui doit les préciser dans son PAQ. 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 visé par le chapitre 6 du guide «Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction» édité par le LCPC en juin 1994, conformément aux dispositions de l'article 9.2 du CCAP sur la réception de l'ouvrage.

Le gonflement doit être inférieur à 200 $\mu\text{m}/\text{m}$ 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/C (E = eau efficace et C = ciment ou liant recomposé pour les bétons G)	< ou = 0,50	< ou = 0,45
Résistance caractéristique en compression f_c 28 sur cylindre	> 30 MPa	> 35 MPa
Facteur d'espacement L	< ou = 300 μm	< ou = 250 μm
Ecaillage selon la norme XP P 18-420	sans objet	< 750 g/m ²
Allongement relatif selon les normes NF P18-424 et NF P18-425	< 500 $\mu\text{m}/\text{m}$	< 500 $\mu\text{m}/\text{m}$
Rapport des carrés des fréquences de résonance mesurées selon la norme 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	3 pour l'ensemble des appuis
Dalle d'ouvrage mixte	3 pour l'ensemble du tablier
Béton pour longrine des dispositifs de retenue	1 pour l'ensemble

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.

3.9.5.4. 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 83 et de l'annexe B du fascicule 65 du CCTG.

ARTICLE 3.10. PROTECTION ANTICORROSION DES PARTIES METALLIQUES : SPECIFICATIONS COMMUNES

(art. II.8 du fasc. 66 du CCTG, fasc. 56 du CCTG)

3.10.1. Processus de mise en œuvre de type industriel

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

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

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

3.10.1.1. 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.

3.10.1.2. 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 de l'entrepreneur, si le lot n'est pas admis.

3.10.1.3. 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, l'entrepreneur 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.

3.10.1.4. Garanties de stabilité des couleurs

Ce paragraphe ne s'applique que dans le cas d'une galvanisation suivie de mise en peinture (avec application automatisée).

La couleur finale ayant été choisie dans la carte des couleurs ACQPA des finitions certifiées conformes à la norme NF T 34-554-1, les garanties du système de protection contre la corrosion (garantie anticorrosion et garantie d'aspect) des dispositifs de retenue incluent la garantie contre les altérations de la couleur précisée dans l'article 1.5 du fascicule 56 du CCTG. La méthode de mesure du respect de la garantie sur ouvrage en service est définie par la norme NF T 34-554-2.

3.10.1.5. Autres exigences

Il est rappelé que les différentes couches du système de protection anticorrosion doivent être de couleurs nettement différentes.

3.10.2. 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.

3.10.2.1. 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.

3.10.2.2. 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 de l'entrepreneur, si le lot n'est pas admis.

3.10.2.3. 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)).

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.

La couleur finale de la charpente de l'ouvrage ayant été choisie dans la carte des couleurs ACQPA des finitions certifiées conformes à la norme NF T 34-554-1, les garanties du système de protection contre la corrosion (garantie anticorrosion et garantie d'aspect) de la charpente incluent la garantie contre les altérations de la couleur précisée dans l'article 1.5 du fascicule 56 du CCTG. La méthode de mesure du respect de la garantie sur ouvrage en service est définie par la norme NF T 34-554-2.

3.10.2.4. Autres exigences

Il est rappelé que les différentes couches du système de protection anticorrosion doivent être de couleurs nettement différentes.

ARTICLE 3.11. OSSATURE METALLIQUE

(art. II.1 du fasc. 66 du CCTG)

3.11.1. Qualité des matériaux

(art. II.1 à II.7 du fasc. 66 du CCTG, fasc. 4 titre III du CCTG, normes NF EN 10025-1, NF EN 10025-2, NF EN 10025-3 et NF EN 10025-4)

Les aciers des différentes parties d'ouvrage sont les suivants :

- charpente reconstituée soudée d'épaisseur ≤ 30 mm : acier S355K2+N,
- charpente reconstituée soudée d'épaisseur comprise entre 30 et 80 mm [âmes et semelles en travées] : acier S355N ou S355M,
- charpente reconstituée soudée d'épaisseur > 80 mm [âmes et semelles en travées] : acier S355NL ou S355ML,
- charpente reconstituée soudée d'épaisseur ≤ 50 mm [âmes sur piles] : acier S460M,
- charpente reconstituée soudée d'épaisseur > 50 mm [semelles sur piles] : acier S460ML,

ces désignations s'entendant au sens des normes NF EN 10025-1, NF EN 10025-2, NF EN 10025-3 et NF EN 10025-4.

Les goudons d'ancrage faisant office de connecteurs et leurs bagues réfractaires sont conformes aux articles 9.6, 10.3 et 11.2 de la norme NF EN ISO 13918 et sont obtenus à partir d'acier de type SD2 au sens de celle-ci. Ils présentent un diamètre de 22 mm et une hauteur de 150 mm.

Si l'entrepreneur souhaite utiliser des tôles d'épaisseurs variables, celles-ci doivent être conformes à la norme NF A 36-270.

La traçabilité individuelle est requise au sens de l'article 5.2 de la norme EN 1090-2. 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.

Pour les éléments provisoires de contreventement, les caractéristiques des produits laminés sont soumises à l'acceptation du maître d'œuvre.

Les matériaux pour ossature métallique respectent les exigences liées aux classes d'exécution EXC3 ou EXC4 de la norme NF EN 1090-2 suivant les cas définis à l'article "Exécution des charpentes métalliques" du chapitre 4 du présent CCTP.

Par complément à la norme NF EN 1090-2, quelle que soit la classe d'exécution, la classe de tolérance dimensionnelle au sens de NF EN 10029 est la classe B pour toutes les tôles.

Par complément à la norme NF EN 1090-2, les exigences relatives à l'état de surface pour les produits longs, au sens de la norme EN 10163, sont celles de la classe C2.

Par complément à la norme NF EN 1090-2, les tôles fournies doivent répondre aux classes S1 en corps de tôle et E1 en rive, selon la norme EN 10160.

Il est rappelé que les aciers définis ci-dessus doivent être titulaires de la marque NF-Acier.

3.11.2. Conditions techniques de livraison

Les conditions de commande, de contrôle de production et de livraison sont conformes aux stipulations de la norme NF EN 1090-2, du fascicule 4 titre III du CCTG et de la norme NF EN 10021.

3.11.3. Organes d'assemblage

3.11.3.1. Boulons

(fasc. 4 titre IV du CCTG, art. II.4 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 et NF EN ISO 898-1)

Les boulons utilisés pour les assemblages boulonnés et pour tous les assemblages provisoires participant à la résistance ou la stabilité de la structure sont des boulons de type HR à serrage contrôlé de classe 10.9 selon la norme EN 14399-3. La qualité minimale des autres boulons sera de classe 8.8.

Ils font l'objet d'un contrôle spécifique par l'entrepreneur et donnent lieu à un procès verbal de réception 3.2 tel que défini par la norme NF EN 10204, établi sur la base d'un certificat de réception 3.1 tel que défini par cette même norme.

Leur étanchéité est assurée par un mastic adapté, compatible avec les produits entrant dans la composition du dispositif de protection anticorrosion.

3.11.3.2. Produits d'apport de soudage

(fasc. 4 titre V du CCTG, art. II.5 du fasc. 66 du CCTG, normes NF EN ISO 18276, NF EN ISO 14341, NF EN ISO 2560, NF EN 756, NF EN 757, NF EN ISO 17632)

Les certificats de conformités aux normes des flux et électrodes, et les certificats de réception 3.1 des fils, conformes à la norme NF EN 10204, sont présentés au maître d'œuvre pour acceptation.

3.11.4. 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** pour l'ensemble de l'ouvrage. **Il s'agit d'un système 3 couches avec primaire riche en zinc.**

ARTICLE 3.12. APPAREILS D'APPUI A POT

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

3.12.1. Généralités

Des appareils d'appui à pot sont prévus conformément aux plans joints au présent CCTP. Ils sont conformes aux normes NF EN 1337-1, NF EN 1337-2 et NF EN 1337-5 et à la note d'information n°27 éditée par le SETRA en décembre 2006, cette conformité étant attestée par un marquage CE de niveau 1. Leur conception doit être telle que leur changement soit possible sans avoir à démolir les bossages en béton.

Par complément à la norme NF EN 1337-5, le jeu pot/piston est limité à 0,5 mm et la partie inférieure formant pot est obligatoirement fabriquée à partir de l'usinage d'une tôle laminée de même épaisseur que le pot. L'épaisseur d'origine de cette tôle et la nuance de l'acier doivent impérativement être portées sur le plan d'exécution de l'appareil d'appui à pot.

Les dimensions des plaques de glissement sont déterminées conformément au paragraphe 5.4b de la norme NF EN 1337-1 et à l'interprétation qui en est donnée dans la note d'information n°27 éditée par le SETRA en décembre 2006. Les déplacements doivent ainsi être augmentés dans les deux directions de ± 20 mm. Par ailleurs, le déplacement minimum à prendre en compte est de ± 50 mm dans la direction principale des déplacements résultant de l'ouvrage.

Toutes les parties métalliques reçoivent une protection contre la corrosion conforme aux prescriptions de la norme NF EN 1337-9.

Par complément à la norme NF EN 1337-9, l'ouvrage se situant dans une atmosphère corrosive, toutes les parties métalliques des appareils d'appui à pot reçoivent une protection contre la corrosion conforme au fascicule 56 du CCTG, donc titulaire de la marque ACQPA-Systèmes anticorrosion par peinture, de classe de certification C4ANI, étant entendu que ces parties sont classées en catégorie 1 au sens de l'article 1.3 de ce fascicule.

En cas d'utilisation de métaux de potentiels électrolytiques différents, pour éviter l'apparition de phénomènes de corrosion galvanique, l'entrepreneur isole ces métaux conformément à la norme NF EN 1337-9.

Par complément à la norme NF EN 1337-2, des dispositifs de type «joint racleur» sont prévus pour assurer la protection du plan de glissement et l'espace entre la plaque en acier inoxydable et son support est étanché.

Pour suivre facilement les déplacements du tablier, les dispositifs de mesure sont positionnés du côté indiqué sur les plans d'implantation et les réglets sont calés de façon homogène.

La valeur de la rotation et les conditions du contact pot/piston sont renseignées dans le bordereau des données prévu par l'annexe B de la norme NF EN 1337-1.

Pour le calcul du coefficient de frottement, l'ouvrage n'étant pas situé en atmosphère tropicale, l'entrepreneur ne tient pas compte du facteur correctif de 2/3.

3.12.2. Autres spécifications

La capacité ELS en kN et le type (fixe, unidirectionnel, multidirectionnel) des appareils d'appui à pot sont portés sur les plans joints au présent CCTP.

3.12.3. Acceptation des appareils d'appui à pot

L'entrepreneur s'assure du bon état de la livraison, de sa conformité à la commande, de son marquage (sens de pose) et des conditions de stockage.

Les appareils d'appui sont livrés sur chantier sous emballage protecteur puis stockés dans un local clos et couvert.

ARTICLE 3.13. ETANCHEITE PRINCIPALE

(fasc. 67 titre I du CCTG)

3.13.1. Généralités

L'étanchéité du tablier est réalisée conformément au fascicule 67 titre I du CCTG par une chape en asphalte coulé bicouche.

Il s'agit d'un procédé composé d'un vernis d'imprégnation à froid et d'une feuille préfabriquée à base de bitume polymère surmontée d'une protection en asphalte gravillonné.

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 SETRA.

Les relevés sont réalisés en feuilles préfabriquées.

Les feuilles semi-adhérentes au support ne sont pas admises.

La protection des relevés d'étanchéité est assurée par les bordures de trottoir coulées en place.

Pour l'élaboration de son offre, l'entrepreneur utilise les plans joints au présent CCTP comme hypothèses de base complétés par les conditions de services suivantes :

- Conditions climatiques du BAEL 91 révisé 99 (de + 30°C à -40°C).
- Circulation de classe T0.
- En phase de chantier, circulation (avant mise en œuvre des enrobés) d'engins d'un PTC au plus égal à 38 tonnes.

La protection de la chape d'étanchéité est réalisée par la couche d'enrobé de liaison de 5,5 cm d'épaisseur.

3.13.2. Assurance de la qualité

Les épreuves de contrôle sont réalisées suivant les stipulations de l'article 8 du fascicule 67 titre I du CCTG.

ARTICLE 3.14. ETANCHEITE LATERALE

(fasc. 67 titre I du CCTG)

3.14.1. Généralités

L'étanchéité latérale est réalisée conformément au fascicule 67 titre I du CCTG par une chape en film mince adhérent au support, traitée anti-ozone et anti-UV, titulaire d'un avis technique sur les étanchéités des ponts-routes avec support en béton, délivré par le SETRA.

Il s'agit d'un système élastomère polyuréthane à deux composants, réalisé à chaud en une seule couche de 3 mm, après application d'un primaire d'imprégnation et d'accrochage dosé à 400 g/m².

3.14.2. Assurance de la qualité

Les épreuves de contrôle sont réalisées suivant les stipulations de l'article 8 du fascicule 67 titre I du CCTG.

ARTICLE 3.15. BARRIERES DE SECURITE BN4-16

(norme NF P 98-409, circulaire n° 95-68 du 28 juillet 1995)

3.15.1. Généralités

Les barrières BN4-16 sont conformes aux spécifications de l'annexe technique à la circulaire d'homologation n°95-68 du 28 juillet 1995.

3.15.2. Qualité des matériaux

Les matériaux constitutifs des barrières BN4-16 sont conformes aux indications de l'annexe technique à la circulaire d'homologation n°95-68 du 28 juillet 1995.

3.15.3. 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.

Celle-ci fait l'objet des garanties découlant de l'application des tableaux 6 et 7 du fascicule 56 du CCTG.

ARTICLE 3.16. DISPOSITIF DE RECUEIL ET D'EVACUATION DES EAUX DU TABLIER

Les tuyaux, ainsi que l'ensemble des produits utilisés pour les travaux d'assainissement, sont des produits normalisés au sens de l'article 2.1.1 du fascicule 70 du CCTG.

Les pièces constitutives des éléments ci-dessous, y compris les éléments de fixation dans la structure sont en acier inoxydable, de nuance X6CrNiMo17-12-2 telle que définie dans le tableau 3 de la norme NF EN 10088-1, toutes les tôles ont une épaisseur minimale de 3 mm :

- Avaloirs déversoirs dans les corniches caniveaux.
- Bavettes de sortie de corniche caniveau dans les deux puisards de la culée C0.
- Bavettes sous joints de chaussée et pièces de support des goulottes de récupération des eaux de joints de chaussée.

Un dispositif de collecte et d'évacuation des eaux qui percolent au travers des joints de chaussée est prévu sous les joints de dilatation de l'ouvrage (bavettes). Ce dispositif est conforme aux plans joints au présent CCTP. Il est maintenu par des supports en acier inoxydable fixés sous la poutre du garde grève.

L'évacuation se fait directement :

- dans les puisards de collecte des eaux sur la culée C0,

- par des tuyaux PEHD Ø100 mm sur la culée C5, acheminant ces eaux vers la cunette située en pied de garde grève.

Les pièces constitutives en acier, y compris la boulonnerie, doivent être protégées contre la corrosion par galvanisation à chaud.

La masse minimale est celle définie par l'article 6.2.3 de la norme NF EN ISO 1461 pour les produits en acier d'épaisseur supérieure ou égale à 3 mm et inférieure à 6 mm.

L'ensemble des éléments sont en matériau présentant une bonne compatibilité évitant la formation de couple de corrosion galvanique ou comportent des dispositions particulières efficaces d'isolement.

ARTICLE 3.17. FOURREAUX

Les fourreaux disposés dans les boîtes intégrées aux corniches caniveaux sont en PEHD traités anti-UV. Leur diamètre extérieur est de 40 mm, leur épaisseur minimum est de 3,0mm. Ils devront permettre le passage ultérieur de câbles par portage hydraulique.

Les lance câbles sont en matériaux imputrescibles ou inoxydables.

ARTICLE 3.18. CORNICHES CANIVEAUX ET POTEAUX D'ECRANS

Avant tout commencement de fabrication, l'entrepreneur soumet au maître d'œuvre, à titre de convenance, un élément témoin. Il sera constitué de 2 poteaux d'entraxe 2 mètres assemblés à un tronçon de corniche-caniveau comprenant l'ossature et la tôle tendue, l'ensemble respectant les dispositions définitives définies au présent CCTP et aux plans du DCE.

Les corniches caniveaux et les écrans acoustiques (poteaux et panneaux) 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.

Les pièces constitutives en acier des corniches caniveaux en bardage métallique (y compris la boulonnerie) doivent être protégées contre la corrosion par galvanisation à chaud exécutée conformément aux indications du sous article «Prescriptions concernant les protections anticorrosion mises en œuvre selon un processus de type génie civil tel que défini par l'article 1.6.1.2. du fascicule 56 du CCTG.» de l'article « Protection anticorrosion des parties métalliques : spécifications communes» du chapitre 3 du présent CCTP

La masse minimale est celle définie par l'article 6.2.3 de la norme NF EN ISO 1461 pour les produits en acier d'épaisseur supérieure ou égale à 3 mm et inférieure à 6 mm.

Afin d'éviter des déformations, des dispositions spéciales sont prises en accord avec l'usine de galvanisation.

L'alliage d'aluminium est du type EN AW-6060, EN AW-6082 ou EN AW-5754 au sens des normes NF EN 485-2 et NF EN 573-3 pour les supports à base de profilés et du type EN AW-5754, EN AW-5083, EN AW-5086, EN AW-4015 ou EN AW-4915 au sens des mêmes normes pour les tôles des caniveaux et des bardages. Quelque soit la partie de la corniche concernée, l'état métallurgique est défini par le fabricant en fonction des contraintes de service et des techniques de formage des pièces.

L'épaisseur minimale nominale de la tôle de bardage est strictement supérieure à 1,5 mm. Les tolérances sur l'épaisseur sont celles définies par les normes NF EN 485-3 et NF EN 485-4.

Les tôles de bardage en alliage d'aluminium reçoivent une couche de peinture à base de poudre polyester/TGIC cuite au four. La peinture et son applicateur sont détenteurs du label QUALICOAT. L'épaisseur de la couche de peinture est de 50 µm au moins.

Tous les éléments de la corniche caniveau en bardage métallique sont munis de dispositifs d'isolement particuliers permettant d'empêcher la formation de couple de corrosion galvanique.

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 autres éléments de la corniche sont en matériau présentant une bonne compatibilité évitant la formation de couple de corrosion galvanique ou comportent des dispositions particulières efficaces d'isolement.

Les soudures sont réalisées par des cordons continus plats ou concaves dont l'épaisseur, c'est-à-dire la distance minimale de la racine à la surface du cordon, est indiquée dans les dessins d'exécution.

Les travaux de soudures sont conformes aux prescriptions de la norme NF P 22-471.

La boulonnerie doit être, au moins, de la classe de qualité 5.6 telle que définie à l'article 3 de la norme NF EN ISO 898-1.

Le dispositif de liaison à la structure doit pouvoir donner des degrés de liberté pour le montage de :

- ± 8 cm en x,
- ± 15 mm en y,
- ± 25 mm en z.

Les avaloirs sont munis d'une étanchéité et de relevés d'étanchéité identiques au système adopté sur ouvrage.

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.

ARTICLE 3.19. CANIVEAUX

Les caniveaux, constitués d'asphalte coulé gravillonné, ont une composition pour une tonne proche de la suivante :

- Bitume naturel : 40/50 : 80 kg
- Filler : 265 kg
- Sable 0/6 de silex ou de porphyre : 325 kg
- Porphyre 2/5 : 330 kg

et donnant une indentation suivant l'essai de type B de l'article 4.3 de la norme NF T 66-002 de 10 à 30 dixièmes de millimètres.

Les caniveaux sont munis d'un drain à l'interface avec l'enrobé, tel que défini sur les plans joints au présent CCTP.

ARTICLE 3.20. ANCRAGES POUR ECRANS ACOUSTIQUES SUR CULEES

(normes NF EN 10025-1 et NF EN 10025-2)

La fixation des écrans acoustiques sur les murs de culées 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.

ARTICLE 3.21. PANNEAUX POUR ECRANS ACOUSTIQUES

Ces panneaux en polyméthacrylate ont une épaisseur de 20 mm et sont équipés de bandes horizontales sablées, conformément aux plans du marché.

Ils sont posés sur des joints élastomères en « U » de type EPDM ou RESACRYL entre les poteaux.

Le titulaire fournira les documents suivants :

- Les P.V. d'essais acoustiques réalisés par des organismes accrédités COFRAC.
- Les fiches techniques matériaux.
- La traçabilité des matériaux.
- L'attestation de traitement CTB B+.
- La traçabilité de la fabrication (PAQ).
- La fiche qualité par panneau numéroté.
- Un marquage sur le composant ou par une étiquette durable comportant les informations suivantes :
 - Identité du fabricant, logo ou non, numéro de traçabilité (n° de commande et/ou n° de panneau), doit être effectué.
 - Exceptionnellement l'utilisateur final peut exiger l'absence de marquage pour des raisons esthétiques. Dans ce cas, chaque livraison doit être expédiée avec un document mentionnant au moins les informations suivantes : nom et adresse du client, n° de commande du client, identification de la fourniture (n° de traçabilité).

L'usine chargée de la fabrication des écrans doit présenter un certain nombre de caractéristiques :

- Attestations de réalisation de chantier comparables (en taille et en technicité) au cours des trois dernières années (exemple : certificat d'aptitude).
- Capacité de production (conditionnement, stockage, outils de fabrication) en rapport avec le dossier.
- Fourniture de procès-verbaux d'essais acoustiques (selon NF EN 1793) émanant d'un laboratoire sous accréditation COFRAC.
- Mise en place de procédures de contrôles internes.

ARTICLE 3.22. BETON BITUMINEUX

(fasc. 23, 24 et 27 du CCTG, normes NF EN 13043, XP P 18-545 et NF P 98-130)

3.22.1. Trafic

La chaussée est dimensionnée pour supporter un trafic supérieur ou égal à T0, c'est-à-dire un passage d'au moins 750 poids lourds en moyenne journalière annuelle à l'année de mise en service sur la voie la plus chargée.

3.22.2. Type d'enrobé

La couche de roulement de l'ouvrage est constituée par un BBSG de granularité 0/14 de 5,5 cm d'épaisseur (inclus au marché) et d'un BBTM de 2,5 cm d'épaisseur (hors marché).

Les couches de base et de fondation hors ouvrage sont constituées d'une grave bitume 0/14, de 14 cm d'épaisseur chacune.

3.22.3. Caractéristiques des granulats

(NF EN 13043 et XP P 18-545)

3.22.3.1. Caractéristiques intrinsèques et de fabrication

La couche de roulement étant un BBSG sous trafic supérieur ou égal à T2, les caractéristiques minimales des granulats doivent être de code B III a au sens de la norme XP P 18-545.

La position du fuseau de régularité aux tamis intermédiaires pour les granulats destinés au BBSG est conforme aux spécifications de la norme NF P 98-130.

3.22.3.2. Angularité

Le rapport de concassage (Rc) est supérieur ou égal à 2 pour les granulats destinés aux enrobés en couche de roulement sous un trafic supérieur ou égal à T0.

3.22.4. Liant hydrocarboné

(normes FD T 65-000, NF EN 13808, NF EN 12591)

Le liant hydrocarboné utilisé pour le BBSG est un bitume modifié dopé dont la nature sera soumise à l'acceptation du maître d'œuvre.

3.22.5. Composition du béton bitumineux

3.22.5.1. Spécifications requises

La formule de composition du BBSG, laissée à l'initiative de l'entrepreneur, doit être conforme aux spécifications de la norme NF P 98-130 et doit mettre en évidence :

- la composition du mélange et notamment la teneur en liants et en fines,
- les performances obtenues à partir de cette composition.

Le niveau d'épreuve est de niveau 2 car le BBSG est de classe 3.

3.22.5.2. Contrôles exécutés par le maître d'œuvre

Au titre du contrôle extérieur, le maître d'œuvre peut effectuer des essais de contrôle de la teneur en bitume sur deux échantillons de quatre prélèvements à la sortie du malaxeur et une analyse granulométrique et de teneur en fines.

3.22.6. Tolérances

Les tolérances admissibles sont indiquées au CCTP type annexé au fascicule 27 du CCTG.

Si l'écart constaté est supérieur aux limites ci-dessus, le maître d'œuvre peut prescrire l'arrêt de la fabrication et demander à l'entrepreneur de procéder à la vérification du réglage de la centrale.

En aucun cas, l'entrepreneur ne peut modifier le réglage de sa centrale sans en aviser le maître d'œuvre.

ARTICLE 3.23. DISPOSITIF DE DRAINAGE

Le dispositif de drainage prévu derrière les murs (murs de front – murs en retour – garde grève) 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 permittivité, la transmissivité et la porométrie du géotextile sont proposées par l'entrepreneur, au vu des éléments du rapport géotechnique joints au présent CCTP et des caractéristiques des remblais contigus. Ce dispositif de drainage est complété par un tuyau collecteur en PVC, de 160 mm de diamètre, situé au pied du mur.

ARTICLE 3.24. TUYAUX D'EVACUATION D'EAU - REGARDS

(fasc. 70 du CCTG, normes NF EN 476, NF P 16-351 et NF EN 1401-1)

Les tuyaux, ainsi que l'ensemble des produits utilisés pour l'évacuation des eaux aux extrémités de l'ouvrage, sont :

- soit titulaires de la marque NF-Eléments en béton pour réseaux d'assainissement sans pression, de la marque NF-Tubes et raccords en PVC non plastifié rigide ou de la marque NF-Tubes en polyéthylène,

- soit des produits normalisés au sens de l'article 2.1.1 du fascicule 70 du CCTG,

- soit des produits non normalisés, mais ayant fait l'objet d'un Avis Technique Favorable délivré par la Commission Interministérielle institué à cet effet par l'arrêté interministériel du 2 décembre 1969.

Les tuyaux d'évacuation à l'arrière de la culée C0 sont des canalisations en béton armé de 500 mm de diamètre nominal.

Les assemblages comportent des joints à bague d'étanchéité en élastomère.

Les puisards situés sur le chevêtre de la culée C0 sont réalisés en béton armé, coulés en place. Le béton est identique au béton utilisé pour les culées de l'ouvrage.

Les aciers pour béton armé sont des aciers ronds lisses de nuance Fe E 235 conformes à la norme NF A 35-015.

Les aciers pour échelles et échelons d'accès aux puisards sont aptes à la galvanisation conformément aux prescriptions de la norme NF A 35-503.

Les ouvrages de serrurerie, grilles de protection, etc. sont en acier S235J0 tel que défini par les normes NF EN 10025-1 et NF EN 10025-2. Ces aciers sont aptes à la galvanisation conformément aux prescriptions de la norme NF A 35-503.

Ces aciers pour échelles, échelons, ouvrages de serrurerie, grilles de protection, etc. sont protégés contre la corrosion par galvanisation à chaud exécutée conformément aux indications du sous article «Prescriptions concernant les protections anticorrosion mises en œuvre selon un processus de type industriel tel que défini par l'article 1.6.1.1. du fascicule 56 du CCTG.» de l'article « Protection anticorrosion des parties métalliques : spécifications communes» du chapitre 3 du présent CCTP.

ARTICLE 3.25. PLATE-FORMES DE VISITE DES PILES

(art. II.1 du fasc. 66 du CCTG)

Les plates-formes de visite des piles sont considérés comme des ouvrages d'art au sens de l'article 2 du fascicule 4 titre III du CCTG.

3.25.1. Qualité des matériaux

(art. II.1 à II.7 du fasc. 66 du CCTG, fasc. 4 titre III du CCTG, normes NF A36-270, NF EN 10025-1, NF EN 10025-2 et NF EN 10025-3)

Les plates-formes de visite ainsi que tout leur système de fixation sont en acier S275J2+N ou S275N tel que défini par les normes NF EN 10025-1, NF EN 10025-2 et NF EN 10025-3.

3.25.2. Conditions techniques de livraison

Les conditions de commande, de contrôle de production et de livraison sont conformes aux stipulations du fascicule 4 titre III du CCTG et à celles de la norme NF EN 10021 («Aciers et produits sidérurgiques - Conditions générales techniques de livraison»).

3.25.3. Organes d'assemblage

3.25.3.1. Boulons

(fasc. 4 titre IV du CCTG, art. II.4 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 et NF EN ISO 898-1)

Les boulons utilisés pour les assemblages boulonnés et pour tous les assemblages provisoires participant à la résistance ou la stabilité de la structure sont des boulons de type HR à serrage contrôlé de classe 10.9 selon la norme EN 14399-3. La qualité minimale des autres boulons sera de classe 8.8.

Ils font l'objet d'un contrôle spécifique par l'entrepreneur et donnent lieu à un procès verbal de réception 3.2 tel que défini par la norme NF EN 10204, établi sur la base d'un certificat de réception 3.1.B tel que défini par cette même norme.

Leur étanchéité est assurée par un mastic adapté, compatible avec les produits entrant dans la composition du dispositif de protection anticorrosion.

3.25.3.2. Produits d'apport de soudage

(fasc. 4 titre V du CCTG, art. II.5 du fasc. 66 du CCTG, normes NF EN ISO 18276, NF EN ISO 14341, NF EN ISO 2560, NF EN 756, NF EN 757, NF EN ISO 17632)

Les certificats de conformité aux normes des flux et électrodes et les certificats de réception 3.1 des fils, conformes à la norme NF EN 10204, sont présentés au maître d'œuvre pour acceptation.

3.25.4. Protection contre la corrosion de la plate-forme de visite et des systèmes de fixation

(fasc. 56 du CCTG)

La protection contre la corrosion, y compris celle de la boulonnerie, est assurée par galvanisation à chaud dans un atelier agréé par le maître d'œuvre.

Cette protection fait l'objet des garanties découlant de l'application des tableaux 6 et 7 du fascicule 56 du CCTG.

ARTICLE 3.26. GRILLAGE ANTI-INTRUSION ET HERSE

3.26.1. Qualité des matériaux

Les pièces constitutives en acier des grillages et herses (y compris la boulonnerie) doivent être protégées contre la corrosion par galvanisation à chaud exécutée conformément aux indications du sous article «Prescriptions concernant les protections anticorrosion mises en œuvre selon un processus de type génie civil tel que défini par l'article 1.6.1.2. du fascicule 56 du CCTG.» de l'article « Protection anticorrosion des parties métalliques : spécifications communes» du chapitre 3 du présent CCTP

La masse minimale est celle définie par l'article 6.2.3 de la norme NF EN ISO 1461 pour les produits en acier d'épaisseur supérieure ou égale à 3 mm et inférieure à 6 mm.

ARTICLE 3.27. CAILLEBOTIS AUTOPORTEUR

Les caillebotis ainsi que toutes les pièces d'attache sont en acier S235J0 tel que défini par les normes NF EN 10025-1 et NF EN 10025-2. Cet acier est apte à la galvanisation conformément aux prescriptions de l'article 7.4.3 de la norme NF EN 10025-2.

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. Elle fait l'objet des garanties découlant de l'application du tableau 6 du fascicule 56 du CCTG.

CHAPITRE 4. EXECUTION DES TRAVAUX

ARTICLE 4.1. ARTICLE TRAVAUX PREPARATOIRES

4.1.1. Installations de chantier

L'installation du chantier comprend les travaux suivants :

- les prestations définies à l'article 1.1 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,
- les installations et baraquements nécessaires à l'entreprise de constructions métalliques, conformément à l'article III.1.4 du fascicule 66 du CCTG,
- toutes les installations nécessaires à la réalisation des ouvrages en terre armée,
- la réalisation de clôtures périphériques du chantier,
- la dépose des clôtures traversant l'emprise du chantier,
- les travaux d'assainissement relatifs aux installations de chantier,
- les dispositifs de recueil et de traitement des eaux usées et polluées en provenance des installations du chantier,
- l'atelier météo,
- une salle de réunion de 30 m² mise à la disposition du maître d'œuvre, y compris le chauffage, l'éclairage, le téléphone et l'entretien.

4.1.2. Clôtures

Le chantier est clôturé ou clos. Les clôtures sont constituées de poteaux de 2 mètres de hauteur placés tous les deux mètres. Les mailles du grillage employé ont pour dimensions maximales 40 mm x 40 mm. Une fois les clôtures périphériques du chantier réalisées, toute clôture traversant l'emprise du chantier est déposée et évacuée à une décharge autorisée, extérieure au chantier, selon les modalités arrêtées dans le SOSED.

4.1.3. 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.

4.1.4. Implantation, piquetage

(art. 27 du CCAG, art. 7 du CCAP)

Des repères fixes maçonnés et protégés par une clôture sont mis en place par l'entrepreneur. 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 sont complétées comme suit :

- le plan d'implantation général et le piquetage général sont vérifiés par l'entrepreneur 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 piquetages complémentaires sont vérifiés par le maître d'œuvre.
- Les tolérances d'implantation des piquets sont de +/- 5 mm.

4.1.5. Atelier météo

Le chantier est équipé d'un thermomètre hygromètre enregistreur fonctionnant en permanence.

Les conditions météorologiques prévues à 5 jours doivent être affichées et corrigées 24 heures à l'avance.

4.1.6. Laboratoire de chantier

(art. 17.2 du fasc. 2 du CCTG)

Le laboratoire de chantier est constitué d'une salle éclairée, chauffée, pourvue d'une ligne téléphonique et nettoyée selon une fréquence identique aux autres locaux de l'installation de chantier. Il comporte au moins pour la conservation des éprouvettes de béton, soit une enceinte isotherme à hygrométrie contrôlée (100%), soit un bac à immersion à température contrôlée (20°C), Cette enceinte ou ce bac a un volume minimal suffisant pour permettre de conserver à tout instant l'ensemble des éprouvettes confectionnées.

4.1.7. Plate-forme d'assemblage de l'ossature métallique

Les emplacements disponibles pour réaliser la plate-forme d'assemblage sont précisés sur les plans joints au présent CCTP.

La réalisation de la plate-forme d'assemblage comprend les installations suivantes :

- les travaux de terrassement et d'assainissement nécessaires à la réalisation de la plate-forme d'assemblage y compris toute sujétion de fourniture (matériaux de remblais, fourniture pour assainissement...),
- toutes les réalisations de génie civil (longrine, fondation des appuis provisoires nécessaires à la réalisation des assemblages et manutentions sur le site).

ARTICLE 4.2. DISPOSITIONS PARTICULIERES LIEES AUX CONSTRUCTIONS AVOISINANTES

Avant tout démarrage des travaux, l'entrepreneur est tenu de procéder à ses frais à un état des lieux des constructions avoisinantes situées dans une bande de 80 (quatre vingt) mètres de part et d'autre de l'axe de l'ouvrage, et ce, en présence du représentant du maître d'œuvre, des propriétaires, du représentant du maître d'ouvrage, d'un huissier. Ces éléments sont consignés dans un constat contradictoire. Pendant les travaux, l'entrepreneur s'assure une fois par mois que ses travaux ne perturbent pas ces constructions.

ARTICLE 4.3. DEBROUSSAILLEMENT - DEMOLITIONS - DECAPAGE

(fasc. 2 du CCTG)

4.3.1. Débroussaillage, abattage d'arbres, essouchement

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

Pour la préparation du terrain, l'entrepreneur est chargé d'arracher ou d'abattre puis de débiter et d'emmétrer tous les arbres que lui indique le maître d'œuvre. Il doit également arracher les taillis, les haies et les broussailles et extraire les souches sur l'ensemble de la zone définie par le maître d'œuvre.

Les moyens utilisés pour l'essouchement sont proposés par l'entrepreneur dans le cadre de son PAQ.

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

4.3.2. Démolitions de constructions

(art. 17.6 du fasc. 2 du CCTG)

L'entrepreneur propose à l'acceptation du maître d'œuvre le procédé de démolition des constructions existantes. La démolition comprend le découpage des armatures existantes éventuelles.

Les produits de démolition sont :

- soit évacués en un lieu de décharge soumis à l'acceptation du maître d'œuvre,
- soit mis en dépôt provisoire en un lieu soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

4.3.3. Scarification de chaussée

(art. 6.3 du fasc. 2 du CCTG)

La chaussée existante, dans l'emprise de l'ouvrage à réaliser, est scarifiée sur 0,50 m de profondeur. Les produits de cette scarification sont évacués à un lieu de décharge soumis à l'acceptation du maître d'œuvre selon les modalités arrêtées dans le SOSED.

4.3.4. Décapage de terre végétale

(art. 5.3 et 6.4.1 du fasc. 2 du CCTG)

Après purge des racines, souches et débris de toute sorte, l'entrepreneur décape la terre végétale située dans la zone des travaux sur une épaisseur de 20 cm puis la met en dépôt provisoire **dans les emprises du chantier**. La hauteur des dépôts est limitée à 2 m.

ARTICLE 4.4. SEMELLES ET RADIERS DE FONDATION

(fasc. 68 du CCTG)

4.4.1. Fouilles pour fondations

4.4.1.1. 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.

Le volume des fouilles pris en compte est calculé à partir des hypothèses suivantes :

- 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 mis soit dans une décharge proposée par l'entrepreneur et selon les modalités arrêtées dans le SOSED, soit en dépôt en un lieu désigné par le maître d'œuvre.

4.4.1.2. Fouilles courantes

L'emprise en plan des fouilles est celle des semelles de fondation augmentée de 50 cm pour chacune des faces. Le coffrage des semelles est donné sur les plans joints au présent CCTP.

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.

Pour la culée C0, le niveau du fond de fouilles est le niveau inférieur du massif de substitution de gros béton d'environ 1 mètre d'épaisseur.

Pour la culée C5 et les piles P1 à P4, le niveau du fond de fouilles est le niveau inférieur du béton de propreté de la semelle de 10 centimètres d'épaisseur minimale.

4.4.1.3. Fouilles à l'intérieur d'un rideau de blindage

Un blindage en palplanches, sur deux côtés de la semelle, est réalisé pour exécuter les fondations de la pile P1.

L'emprise en plan des fouilles est celle du plan moyen des rideaux de palplanches sur deux côtés et celle de la semelle augmentée de 50 cm pour chacune des deux autres faces. Le profil des semelles est donné sur les plans joints au présent CCTP.

Les terrassements à l'arrière du blindage sont exécutés à sec. Afin d'éviter les chocs de l'engin de terrassements sur les parois du blindage, les creux des ondes des palplanches et les recoins sont terrassés à l'aide d'un engin léger soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

Le niveau du fond de fouilles est le niveau inférieur du béton de propreté de la semelle de 10 centimètres d'épaisseur minimale.

Il est prévu la mise en œuvre d'un dispositif d'épuisement des eaux des fouilles compte tenu de la présence éventuelle de la nappe.

Les palplanches servent de coffrage perdu pour le bétonnage de la semelle. Elles sont laissées en place, en fin de travaux, et arasées au niveau supérieur de la semelle.

4.4.2. 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. 15 du fasc. 2 du CCTG)

L'entrepreneur 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 SETRA respectivement en juillet 2000 et mai 1994. Elles sont soumises au visa du maître d'œuvre.

Le niveau de densification que l'entrepreneur doit atteindre est le niveau q4 au sens de l'article 6.2.5 de la norme NF P 98-331.

4.4.3. Implantation

(art. 11 du fasc. 68 du CCTG)

Les tolérances d'implantation des semelles en plan sont de cinq centimètres.

4.4.4. Spécifications particulières relatives aux fondations directes sur le sol

(chapitre II du fasc. 68 du CCTG)

4.4.4.1. 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 de l'entrepreneur acceptées par le maître d'œuvre.

4.4.4.2. Nettoyage des fonds de fouilles

Les fonds de fouilles doivent être débarrassés de tous les éléments non adhérents au sol support. Cela implique un nettoyage soigné avec un soufflage énergique pour enlever notamment les éléments fins.

4.4.4.3. 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

4.4.5. 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).

ARTICLE 4.5. FONDATIONS PAR PIEUX EXECUTES EN PLACE

(chapitre IV du fasc. 68 du CCTG)

4.5.1. Dispositions constructives

(art. 24 du fasc. 68 du CCTG et annexe G5 du fasc. 62 titre V du CCTG)

4.5.1.1. Pieux forés boue

Les pieux sont réalisés à partir d'un forage dont les parois sont maintenues par une boue de forage. Ils ont un diamètre de 1100 mm pour la culée C5 et 1500 mm pour les piles P1 à P4. Ils sont remplis de béton et armés.

4.5.2. Implantation

(art. 25 du fasc. 68 du CCTG)

L'implantation des pieux est donnée sur les plans joints au présent CCTP.

Les tolérances d'implantation maximales, données en tête de pieu, sont les suivantes :

Pieux en béton armé	Tolérances
En plan	10 cm
Pieux verticaux, défaut de verticalité	2 cm / m
Pieux inclinés, défaut d'inclinaison	5 cm / m

4.5.3. Mise en œuvre

(art. 26 du fasc. 68 du CCTG)

Les niveaux de pied des pieux 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 et les essais définis ci-après ,
- en cas de particularités géotechniques rencontrées pendant les travaux, des propositions de l'entrepreneur acceptées par le maître d'œuvre.

4.5.3.1. Classification des sols rencontrés

Conventionnellement, pour l'application des prix n° 211 du marché (forage des pieux), les formations superficielles sont comptées jusqu'au niveau supérieur des brèches (pouzzolane sur C5), les formations compactes sont comptées en dessous du niveau supérieur des brèches (pouzzolane sur C5).

Pour l'application des prix, la détermination de cette limite sera effectuée pieu par pieu, contradictoirement entre le maître d'œuvre et l'entrepreneur, à partir des fiches de forage.

Le tableau suivant présente, de manière indicative, les côtes du niveau supérieur des brèches (pouzzolane sur C5) rencontrées lors des sondages ; Les valeurs retenues pour la rémunération des pieux seront celles relevées lors des travaux :

Pile P1	Pile P2	Pile P3	Pile P4	Culée C5
SC 1 : 766.88	SC 2 : 769.60	SC 3 : 778.09	SC 4 : 797.43	SC 5 : 804.35
SP 1.3 : 768,65	SP 2.1 : 768.85	SP 3.1 : 780.35	SP 4.1 : 796.40	SP 5.1 : 804.15
SP 1.4 : 766.90	SP 2.2 : 769.50	SP 3.2 : 776.95	SP 4.2 : 793.25	SP 5.2 : 800.65

4.5.3.2. Forage

Les engins de forage doivent avoir une capacité de forage supérieure de 5 m à la profondeur des pieux.

4.5.3.3. Armatures

(art. 26.1 du fasc. 68 du CCTG)

Les armatures sont préfabriquées en cages. Les cages sont raboutées par recouvrement.

Elles doivent avoir une rigidité satisfaisante lors de leur mise en place et au cours 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.

4.5.3.4. 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 descendent jusqu'en fond de pieu alors que les tubes de diamètres 102/114 sont arrêtés à 0,50 m du fond de pieu.

4.5.3.5. Bétonnage

(art. 26.2 du fasc. 68 du CCTG)

L'Entrepreneur soumettra à l'agrément du maître d'œuvre une **procédure détaillée d'amorçage qui prévoira notamment un curage de vérification du fond de pieu immédiatement avant l'amorçage et non la veille.**

Le nombre de toupies affectées au bétonnage d'un pieu doit être déterminé par l'entrepreneur de manière à ce qu'il n'y ait aucun désamorçage en cours de bétonnage. L'entrepreneur doit en particulier tenir compte des difficultés de circulation dans l'agglomération du Puy-en-Velay.

Une courbe de bétonnage, donnant le volume de béton consommé avec un pas maximal de deux mètres, est établie pour chaque pieu.

4.5.3.6. Immobilisation de l'atelier de forage

L'immobilisation de l'atelier de forage des pieux est rémunérée par le prix n° 210 du marché. Ce prix ne s'applique que dans le cas d'un arrêt de forage des pieux lié à la mise en évidence d'un contexte géologique différent de celui prévu par les sondages et conduisant au redimensionnement de la longueur des pieux.

Cette immobilisation ne s'effectue qu'à la demande expresse du maître d'œuvre et ne s'applique pas en cas de difficulté prévisible de forage dans les formations compactes et notamment si la puissance de l'atelier de forage n'est pas adaptée.

La durée de l'immobilisation correspond au temps d'arrêt réel de la machine nécessité par le recalcul des pieux considérés et la détermination de leur nouvelle côte de fond.

4.5.4. Essais et contrôles

(art. 27 du fasc. 68 du CCTG)

En plus des constats d'exécution et des essais d'information menés suivant les stipulations de l'article 27 du fascicule 68 du CCTG, les essais suivants sont effectués.

4.5.4.1. Essais de contrôle sur les pieux définitifs

(norme NF P 94-160-1)

Auscultation sonique

Les pieux font l'objet d'un contrôle par auscultation sonique 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, 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 anomalie du béton provoquant localement une augmentation du temps de trajet de l'onde supérieure à 20% accompagnée d'une chute de l'amplitude du signal d'au moins 80 % de l'amplitude maximale.

Si aucune anomalie de ce type n'est rencontrée, ce contrôle est considéré comme satisfaisant.

Si une anomalie de ce type est détectée, le maître d'œuvre fait procéder à des investigations complémentaires (études, essais, etc.). Si celles-ci ne permettent pas de lever l'anomalie, 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 l'anomalie. 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 de l'entrepreneur, de même que toutes les mesures qu'il est nécessaire de prendre pour pallier ce défaut (investigations, études complémentaires, pieu supplémentaire, etc.).

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.), l'entrepreneur 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.

4.5.5. Recépage

Le recépage des pieux au marteau piqueur ou au BRH est formellement interdit, seul le recépage chimique est autorisé.

L'entrepreneur dispose l'ensemble des protections nécessaires sur les armatures passives et tubes d'auscultation pour faciliter le recépage chimique.

Les boucles de levage des blocs de béton recépés ne doivent pas se situer dans l'axe du pieu mais en périphérie.

ARTICLE 4.6. PALPLANCHES ET RIDEAUX DE PALPLANCHES

(chapitre VI du fasc. 68 du CCTG, fasc. 66 du CCTG, norme NF P 22-471)

4.6.1. Généralités

Les quantités de palplanches sont calculées à partir des hypothèses suivantes :

- le poids est le poids surfacique théorique des palplanches,

- la surface est la surface théorique mise en œuvre.

Les surfaces sont calculées à partir de la géométrie en plan des palplanches et des côtes théoriques supérieures et inférieures de celles-ci conformément aux plans d'exécution.

Il n'est pas tenu compte des surlongueurs de palplanches utilisées pour faciliter leur mise en œuvre.

4.6.2. Dispositions constructives des rideaux de palplanches

(art. 38 du fasc. 68 du CCTG, norme A 05-251)

Le niveau supérieur des palplanches est prévu à la cote 779,00 NGF.

Ces palplanches sont raidis par des dispositifs de liernes et butons.

L'entrepreneur détermine et soumet à l'acceptation du maître d'œuvre la géométrie et les caractéristiques mécaniques exactes du butonnage qu'il envisage de mettre en œuvre.

Des événements constitués de tuyaux PVC Ø100 sont disposés sur la hauteur de la semelle, dans le creux des palplanches pour réduire la pression hydrostatique sous la semelle.

4.6.3. Implantation

(art. 39 du fasc. 68 du CCTG)

L'implantation des rideaux de palplanches est donnée sur les plans joints au présent CCTP.

Les tolérances d'implantation maximales sont les suivantes :

Rideaux de palplanches	En site aquatique	A terre
En plan	5 cm	5 cm
Verticalité dans le plan de l'ouvrage (déviation)	2 cm / m de hauteur libre	1 cm / m de hauteur libre
Verticalité dans le plan perpendiculaire (déversement)	2 cm / m de hauteur libre	1 cm / m de hauteur libre

4.6.4. Mise en œuvre

(art. 40 du fasc. 68 du CCTG)

Le niveau de pied des palplanches est proposé par l'entrepreneur au vu des résultats des sondages et des calculs justificatifs, et soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

Les niveaux de pied des palplanches 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 de l'entrepreneur acceptées par le maître d'œuvre.

Après achèvement des travaux, les palplanches sont recépées, au niveau supérieur de la semelle, puis évacuées.

4.6.5. Essais et contrôles

(art. 41 du fasc. 68 du CCTG)

Un relevé de fonçage est établi pour chacun des rideaux de palplanches.

Maîtrise des vibrations générées par les engins mécaniques

Les engins de battage ou de vibrofonçage sont susceptibles de provoquer des dommages dans l'environnement sous l'effet des vibrations qu'ils génèrent.

Les structures sensibles à préserver sont les bâtiments proches des zones de travaux. L'entrepreneur devra respecter les dispositions définies en matière de valeurs limite et de contrôle après essai préalable sur site avec le matériel de l'entreprise. En effet la grande diversité des engins existants et leur évolution permanente ne permet pas de définir de valeur limite dépendant des régimes vibratoires propres à chaque engin.

La prise en compte de ces contraintes vibratoires pourra conduire à limiter la puissance des engins de battage à 10000 joules.

Pour chaque type d'engins, des essais préalables seront à réaliser sur site afin de :

- définir les caractéristiques des vibrations transmises sur les bâtiments environnants
- définir les seuils de vibration admissibles et les limites d'emploi des engins
- définir le programme de contrôle éventuel à mettre en œuvre.

Pour ces essais préalables l'entreprise devra :

-Informers le maître d'œuvre, avec un préavis de 15 jours, de la date de réalisation des essais, des caractéristiques des engins mis en œuvre et des modes opératoires utilisés.

-Mettre à disposition du maître d'œuvre, lors des essais, tout le personnel et le matériel nécessaire à leur déroulement. Pour le battage de palplanches, les essais consistent en la mise en œuvre de 3 palplanches à leur cote finale

A l'issue des essais préalables, le maître d'œuvre en notifiera les conclusions à l'entreprise

A l'issue des essais, le contrôle des vibrations est à la charge de l'entreprise. Il comprend :

- La fourniture et l'installation du matériel de mesure
- La réalisation et le suivi des mesures
- L'édition des résultats et leur communication journalière au maître d'œuvre

Le programme de contrôle définitif sera défini à l'issue des essais préalables. Chaque point de contrôle sera instrumenté à l'aide de d'un capteur tridirectionnel de vibration. Le mode opératoire de la mesure et l'édition des résultats devront être conformes aux dispositions du fascicule de documentation AFNOR FD 94-447-2.

Tout dépassement des seuils de vibration définis à l'issue des essais préalables constitue un point d'arrêt.

ARTICLE 4.7. OUVRAGES PROVISOIRES AUTRES QUE LES COFFRAGES, DISPOSITIFS SPECIAUX

(chapitre 5 du fasc. 65 du CCTG)

4.7.1. Classement des ouvrages provisoires

(sous article 51.2 du fasc. 65 du CCTG)

Les outils coffrants de la dalle sont classés en première catégorie d'ouvrages provisoires. Il en est de même pour les coffrages outils et les étalements nécessaires à l'exécution des appuis.

Pour les ouvrages provisoires et dispositifs de protection de seconde catégorie, les attestations du contrôle interne effectué par le COP sont transmises au maître d'œuvre avant tout début des opérations correspondantes.

4.7.2. Exécution des ouvrages provisoires

(art. 54 du fasc. 65 du CCTG)

Les dispositifs spéciaux suivants doivent faire l'objet d'une pesée afin de garantir les hypothèses du calcul : outils coffrants.

En cas de dépassement du poids théorique de plus de 10 %, une nouvelle note de calcul doit être établie avec le poids réel mesuré.

L'entrepreneur 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.

4.7.3. Flèches et déformations

(art. 54 du fasc. 65 du CCTG)

4.7.3.1. Etaisements

Les étalements ne doivent pas subir de déplacement excédant 2 cm en quelque point que ce soit, depuis le début du bétonnage jusqu'au décintrement.

4.7.3.2. Cintres

Les flèches maximales des cintres sous l'action du béton frais doivent être inférieures à :

$l/2000 + 2 \text{ cm}$, où l désigne la portée du cintre, exprimée en centimètres.

Cette valeur peut 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.

ARTICLE 4.8. MATERIELS SPECIAUX

4.8.1. Matériels spéciaux de lançage

Tous les appuis provisoires de lançage sont munis de dispositifs de guidages latéraux permettant d'assurer dans toutes les phases la stabilité transversale de la structure (effet dû au vent).

Le système de lançage est assisté d'un système de retenue dimensionné sous les mêmes efforts que le dispositif de lançage.

Le dispositif de lançage est équipé d'un système permettant de connaître en continu la force exercée sur la structure pour assurer son déplacement.

La procédure de lancement doit indiquer la fourchette admissible pour l'effort de poussage et la conduite à tenir en cas d'immobilité de l'ouvrage pour un effort atteignant la limite supérieure des valeurs admissibles.

ARTICLE 4.9. COFFRAGES

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

4.9.1. Epreuve de convenance

(art. 65.4 du fasc. 65 du CCTG)

Il est prévu, à la charge de l'entrepreneur, une épreuve de convenance destinée à contrôler la régularité et l'aspect des parements fins et ouvragés.

Cette épreuve de convenance nécessite la réalisation dans les conditions du chantier, des éléments témoins précisés au sous-article intitulé «Epreuves de convenance» de l'article intitulé «Bétons et mortiers hydrauliques» du chapitre 3 du présent CCTP.

4.9.2. Obligation de résultats

(norme P 18-503)

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. Les niveaux d'exigence pour ces deux critères sont les niveaux E (3-3-2) et T (3) tels que définis à l'article 5 de la norme P 18-503.

La planéité des parements est conforme aux spécifications de l'article 62.2 du fascicule 65 du CCTG.

4.9.3. Coffrages pour parements fins et ouvragés

(art. 62.1.3 du fasc. 65 du CCTG)

Les parements fins et ouvragés doivent satisfaire aux prescriptions portées sur les éléments de l'étude architecturale joints au présent CCTP.

Si les coffrages pour parements fins et ouvragés sont en contre-plaqué, ils sont constitués de **plaques neuves de contre-plaqué bakélisé de 20 mm** d'épaisseur minimale.

S'ils sont métalliques, ils sont constitués de tôles de 5 mm d'épaisseur minimale. À leur arrivée sur chantier, ils sont décapés par ponçage sur toute leur surface, puis enduits d'une « barbotine » et soigneusement nettoyés avant la première utilisation.

Les constituants du coffrage doivent être acceptés par le maître d'œuvre et faire l'objet d'essais de convenance.

L'emploi de contre-plaqué standard ou de peaux en matières plastiques est interdit.

Les systèmes d'attache nécessitant un ragréage ne sont pas autorisés.

Les coffrages pour parements fins et ouvragés ne doivent comporter aucun dispositif de fixation non prévu sur les dessins d'exécution.

Les arrêtes de bétonnage sont marquées par une baguette.

L'attention de l'entreprise est attirée sur le point suivant : La nature du béton (granulats issus de roches massives) rend les fuites de laitance extrêmement préjudiciables pour l'aspect final des parements (tiges de serrage, arêtes et joints). Elle doit ainsi apporter un soin tout

particulier au traitement de ces zones, en optimisant les ajustements et en réalisant systématiquement une étanchéité par joints, mousse ou mastic silicone.

4.9.4. 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 définie par l'article 3 du fascicule 56 du CCTG.

4.9.5. Protections des parements

Conformément au 63.2.3.3 du fascicule 65 du CCTG, l'entrepreneur 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 salissures inhérents à la réalisation du tablier, les parements de toutes les piles sont protégés pendant toute la durée du chantier par un revêtement provisoire synthétique (polyane de forte épaisseur, bâches renforcées, etc.). L'entrepreneur soumet à l'acceptation du maître d'œuvre la nature de ce revêtement et son mode de fixation sur les parties à protéger.

4.9.6. Réparations d'imperfections et de non conformités

(art. 65.5 du fasc. 65 du CCTG)

L'entrepreneur est tenu de signaler au maître d'œuvre tous les défauts qu'il constate au moment du décoffrage. Après acceptation de ce dernier, il procède aux réparations nécessaires à l'aide d'un produit de réparation titulaire de la marque NF-Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique, offrant un aspect proche de celui du parement à réparer.

ARTICLE 4.10. TRAITEMENTS DE SURFACE

(art. 64 du fasc. 65 du CCTG)

4.10.1. Badigeon pour parois en contact avec les terres

(art. 64.3 du fasc. 65 du CCTG)

La livraison, le transport et la manutention sont effectués en respectant les indications des sous articles 153.2 et 153.3 du fascicule 65 du CCTG. Les produits sont préparés et mis en œuvre conformément aux indications de la fiche technique du fabricant.

4.10.2. Produit anti-graffiti et anti-affiches

(art. 64.3 du fasc. 65 du CCTG)

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 graffiti 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.

ARTICLE 4.11. MISE EN ŒUVRE DES ACIERS POUR BETON ARME

(art. 73 du fasc. 65 du CCTG, norme NF A 35-027)

4.11.1. Façonnage des armatures

(art. 72 et 73 du fasc. 65 du CCTG)

Par dérogation au premier alinéa du sous article 72.1 du fascicule 65 du CCTG, le façonnage dans les coffrages de certaines armatures de diamètre supérieur à 12 mm pour les ronds lisses, 8 mm pour les armatures à haute adhérence, peut être admis par le maître d'œuvre sous réserve de la réalisation d'une épreuve de convenance de façonnage concluante. Cette épreuve, réalisée sur les premiers aciers façonnés met en évidence le respect de la conformité des façonnages par rapport aux plans d'exécution et aux normes, ainsi que l'absence de blessures aux parois des coffrages. L'acceptation de cette épreuve ne constitue pas un point d'arrêt, mais est un point critique. L'attention de l'entrepreneur est toutefois attirée sur le fait qu'une non conformité de façonnage, et/ou la présence de blessures aux coffrages peut entraîner le refus des aciers correspondants et/ou le remplacement des coffrages abîmés, pour permettre la levée du point d'arrêt de bétonnage, et cela aux frais de l'entrepreneur.

Si l'entrepreneur a recours à une entreprise de pose, celle-ci doit bénéficier de la marque AFCAB-Pose d'armatures du béton.

4.11.2. Enrobage des armatures selon règles européennes

Les enrobages des aciers passifs de l'ouvrage sont définis dans les articles du chapitre 2 du présent CCTP précisant les justifications par le calcul de chaque partie d'ouvrage selon les règles européennes.

4.11.3. Dispositifs de raboutage pour armatures

(art. 73.2 du fasc. 65 du CCTG)

Sauf justifications contraires de l'entrepreneur, les filetages des barres à raccorder sont exécutés en usine, de même que la fixation des manchons sur les barres de première phase. Les manchons sont obligatoirement équipés de bouchons en plastique vissés. Leur tolérance d'implantation est la même que celle des barres qu'ils doivent raccorder.

ARTICLE 4.12. MISE EN ŒUVRE DES BETONS

(art. 84 du fasc. 65 du CCTG)

4.12.1. Béton de propreté

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

4.12.2. Bétonnage sous conditions climatiques extrêmes

(art. 84.7 du fasc. 65 du CCTG)

Les résultats des mesures de températures sur chantier sont corrélés par l'entrepreneur avec ceux de la station météorologique la plus proche afin de dégager des tendances et, en cas de température négative ou durablement supérieure à 35°C, procéder dès la veille du bétonnage à la mise en place des dispositions du PAQ relatives au bétonnage sous conditions climatiques extrêmes.

Le bétonnage ne peut pas avoir lieu sans un abri si la température extérieure mesurée sur le chantier est inférieure à 5°C.

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

Des dispositions particulières sont prises pour éviter un refroidissement brutal de la dalle.

4.12.2.1. Bétonnage par temps froid

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

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

4.12.2.2. 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.

Pour les périodes où la température ambiante, mesurée sur le chantier, est durablement supérieure à +35°C, dans le cadre du programme de bétonnage, l'entrepreneur soumet au maître d'œuvre les dispositions qu'il propose de prendre pour limiter la température maximale du béton frais (utilisation de ciments à faible chaleur d'hydratation et/ou d'eau refroidie, formulation permettant de minimiser le dégagement de chaleur, réduction du délai entre la fabrication et la mise en place, recours au travail de nuit, etc...) et en complément de celles qui résultent du sous article «Cure» du présent article du présent CCTP.

Lorsque la température du béton au moment de sa mise en œuvre est susceptible de dépasser +32°C, le niveau le plus contraignant de ces dispositions doit être prévu.

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

4.12.3. Reprises de bétonnage

(art. 84.3 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 de l'entrepreneur d'une étude spécifique et ne sont tolérées qu'aux conditions suivantes :

- exécution de stries ou indentations diverses,
- les reprises doivent se confondre rigoureusement avec les joints de coffrage.

4.12.4. Cure

(art. 84.6.1 et 84.6.2 du fasc. 65 du CCTG)

La cure est indispensable et doit être appliquée par l'entrepreneur le plus tôt possible après la mise en œuvre du béton. Elle peut faire appel, successivement ou de manière séparée, aux méthodes suivantes :

- maintien du coffrage en place ;
- application sur le béton d'une bâche hermétique et étanche à la vapeur ;
- mise en place sur la surface du béton de couvertures mouillées et maintien de leur surface humide ;
- apport d'eau en quantité appropriée pour maintenir la surface du béton visiblement humide ;
- application sur la surface de béton d'un produit de cure titulaire de la marque NF-Produits de cure.

De même, des conditions ambiantes humides ($HR > 80\%$ et vent de vitesse maximale inférieure à 30 km/h ou temps pluvieux) assurent des conditions de cure satisfaisantes pour le béton. Elles doivent faire l'objet d'un enregistrement sur chantier.

Les procédés de cure par humidification, arrosage ou immersion sont interdits par temps de gel. Les produits de cure teintés, qui permettent de contrôler facilement la continuité du film, ne doivent pas être utilisés sur les parements, sauf essai de convenance favorable. Dans le cas de mise en place de bâches étanches maintenues en permanence, l'entrepreneur doit, soit assurer un contact complet avec le béton, ce qui est exclu dans le cas des parements, soit laisser un vide d'air continu de façon que le traitement soit homogène.

L'application des produits de cure doit être compatible avec les revêtements définitifs prévus au marché.

4.12.5. Dispositions particulières liées à la réaction sulfatique interne

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

4.12.6. Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel

4.12.6.1. Méthodologie de mise en œuvre

Le béton ne doit présenter ni ressuage, ni zone riche en mousse. Les surfaces non coffrées sont talochées par l'entrepreneur 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 l'entrepreneur, le PAQ précise les dispositions à prendre pendant le bétonnage.

Dans le cas de préfabrication, l'entrepreneur 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. L'entrepreneur 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, l'entrepreneur 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 de la norme P 18-503, soit une surface maximale par bulle de 0,3 cm², une profondeur maximale de 2 mm et une surface de bullage inférieure à 2%.

4.12.6.2. Traitement thermique

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

4.12.6.3. Cure et mûrissement

Une cure très soignée avant et après démoulage est réalisée par l'entrepreneur sur le béton de façon à éviter la fissuration et la micro-fissuration de peau et pour assurer une bonne hydratation de la peau. L'entrepreneur 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.

4.12.7. Décoffrage de la dalle du 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.

ARTICLE 4.13. EXECUTION DES CHARPENTES METALLIQUES

4.13.1. Généralités

Tous les espaces confinés, et notamment les raidisseurs sur appuis, présentant une impossibilité d'accès pour inspection ou protection anti-corrosion, doivent être hermétiquement clos.

Les tolérances fonctionnelles sont conformes aux valeurs tabulées décrites à l'article 11.3.2 de la norme EN 1090-2. La classe de tolérance 1 s'applique, sauf pour les tolérances de l'annexe D.2 paragraphes 2.3, 2.5, 2.6 et 2.7 de la norme NF EN 1090-2 pour lesquelles la classe de tolérance 2 s'applique.

4.13.2. Classes d'exécution

Au sens de la norme NF EN 1090-2, la classe d'exécution des éléments de charpente métallique est la classe EXC3, sauf pour les éléments assemblés en bout à bout, pour lesquels on applique la classe d'exécution EXC4.

4.13.3. Usinage

(art. III.2 du fasc. 66 du CCTG, norme NF EN 1090-2, norme NF P 22-101-2/CN)

4.13.3.1. Coupage

Le coupage par cisailage est interdit pour les aciers à limite élastique supérieure ou égale à 280 MPa.

Les défauts d'oxycoupage, proprement dits, ne doivent pas dépasser 0,5 mm de profondeur.

Dans le cas où l'oxycoupage fait apparaître un défaut interne à la tôle ou au profilé, cet élément est refusé. L'entrepreneur peut demander au maître d'œuvre l'autorisation d'utiliser ces

matériaux, moyennant l'acceptation d'une méthodologie de contrôle étendue à l'ensemble de la coulée, visant à assurer la qualité nécessaire à l'exécution de la charpente.

Les arêtes des pièces destinées à être peintes sont arrondies.

4.13.3.2. 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 seront déposés avant la mise en service sauf justification par l'entrepreneur de leur absence de nocivité, notamment vis-à-vis de la fatigue.

4.13.3.3. Perçage

Tous les perçages d'éléments structuraux se font en respectant les stipulations de l'article 3 de la norme NF EN 1090-2. 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 et offrant des conditions de durabilité suffisantes. Les produits utilisés (mastic...) doivent être compatibles avec les produits entrant dans la composition du dispositif de protection anticorrosion.

Les découpes par poinçonnage pour la classe d'exécution EXC3 ne sont pas autorisées pour les nuances S355 et supérieures sans être suivies d'un réalésage.

4.13.4. Soudage

(norme NF EN 1090-2, norme NF P 22-101-2/CN)

Le niveau de qualité B+ est requis, en plus des assemblages visés par la classe d'exécution EXC4, pour les assemblages d'angle pleine pénétration et les assemblages pleine pénétration de semelle d'éléments transversaux sur poutre principale

4.13.4.1. Dispositions constructives

(art. III.5.3 du fasc. 66 du CCTG)

Les soudures à pleine pénétration sont exigées pour :

- les assemblages bout à bout des semelles et des âmes des poutres principales,
- les assemblages bout à bout des semelles supérieures des pièces de pont sur les semelles des poutres principales,

Le choix du type des autres cordons de soudage est effectué conformément aux dispositions du fascicule 66 du CCTG et de la norme NF EN 1090-2 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).

Les montants d'appui sont ajustés sur la membrure inférieure de la charpente.

Les sujétions de préparation qui en résultent sont portées sur les plans de fabrication, qui précisent en outre la dimension de l'ensemble des soudures.

Tous les assemblages nécessaires à l'exécution de la charpente métallique sont des assemblages soudés. Pour des raisons de maintenance et d'esthétique, leur substitution par des assemblages par boulons HR est interdite.

Les surfaces des semelles inférieures des poutres principales seront arasées au droit des soudures bout à bout, mesure indispensable vis à vis de la phase de lancement. Elles doivent être mentionnées sur les plans.

4.13.4.2. Préparation des soudures

(art. III.5.2 du fasc. 66 du CCTG)

La préparation des assemblages soudés est conforme aux prescriptions de l'article III.5.2 du fascicule 66 du CCTG.

Il est précisé que la tolérance sur l'écartement des pièces assemblées bout à bout est :

- de +2 mm ou -1mm si l'assemblage est réalisé sans latte et sans reprise envers
- de +3mm ou -1mm si l'assemblage est réalisé avec latte
- de +2mm ou -3mm si l'assemblage est réalisé sans latte avec reprise envers
- de + ou -3 mm si l'assemblage est réalisé sur un chanfrein en X.

4.13.4.3. Exécution des soudures

Par complément aux dispositions de la norme NF EN ISO 15614-1, les équivalences de nuances et qualités d'aciers doivent respecter les exigences suivantes :

- la valeur de l'énergie minimale de rupture pour les essais de flexion par choc est inférieure ou égale à celle de l'acier de l'assemblage de qualification,
- la température de réalisation des essais de flexion par choc est supérieure ou égale à celle de l'acier de l'assemblage de qualification.

Les soudures d'angle doivent être continues et contournées. La valeur minimale de leur gorge apparente est de 5 mm. Pour les procédés de soudage automatique sous flux en poudre (procédé 121 au sens de la norme EN ISO 4063), cette valeur peut être réduite à 4 mm.

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. Leur dépose est obligatoire et doit être suivie d'un contrôle. La dépose par burinage n'est pas autorisée. Sauf autorisation, la dépose doit être totale, et un contrôle à 100% par magnétoscopie ou ressuage doit être conduit.

L'utilisation d'un support envers permanent en acier est proscrite.

Des essais de production sont prévus dans les cas mentionnés à l'article 12.4.4 de la norme EN 1090-2.

4.13.4.4. Pose des connecteurs

(art. III.5.7 du fasc. 66 du CCTG)

Les connecteurs sont posés en usine sur les membrures supérieures des éléments de charpente, sauf acceptation préalable du maître d'œuvre.

Le soudage des goujons est conduit conformément aux dispositions de la norme NF EN ISO 14555, en appliquant la classe la plus sévère de cette norme.

Après repérage lors du traçage, et avant pose des connecteurs, il est procédé à un meulage systématique de la zone de fixation.

Ce meulage a pour but d'éliminer toute trace de rouille ou de calamine.

Dans le cas d'utilisation d'aciers grenillés prépeints, ce meulage vise à éliminer les traces de rouille ou de calamine, mais aussi celles de peinture primaire d'attente.

4.13.4.5. Contrôle des soudures

L'entrepreneur confie les contrôles intérieurs à du personnel certifié niveau 2 suivant la norme NF EN 473 (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.

Le caractère nouveau des DMOS induisant des exigences concernant le contrôle des 5 premiers assemblages 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.

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.

Le contrôle radiographique ne peut s'effectuer pour des épaisseurs de soudure supérieures à 30 millimètres.

La réalisation de contrôles par ultrasons sur des tôles d'épaisseurs inférieures à 20 mm est motivée par l'entrepreneur, qui en soumet l'acceptation au maître d'œuvre, avec les critères d'acceptation.

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.

Elle reprend les techniques décrites dans le document "IS-US-319.21 RECOMMANDATION CONCERNANT LE CONTRÔLE MANUEL PAR ULTRASON DES SOUDURES A PLEINE PENETRATION" édité par l'Institut de Soudure en juin 1995 avec les prescriptions 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.
- le niveau de référence, HR, est celui de la courbe amplitude-distance, affecté de la correction transfert, établie sur des trous de diamètre 1.5 mm (Cf page 3/12 du document A annexe D).
- le niveau d'évaluation est HR/4 (Cf page 3/12 du document A annexe D). Il correspond au niveau d'enregistrement et à la limite d'acceptation des défauts plans.
- la classification en défaut plan ou volumique est obligatoire par mise en œuvre de la procédure cascade (Cf page 8/20 du document B). La méthode d'évaluation est la méthode 2, (Cf page 8/42 du document A), basée sur l'amplitude de la réponse du défaut, sa classification en défaut plan ou volumique et sa longueur.
- Les défauts volumiques dont l'amplitude du signal est supérieure au niveau d'évaluation et inférieure à Hr/2 sont simplement recensés. Les défauts volumiques dont l'amplitude du signal est supérieure à Hr/2 sont recensés, positionnés et leur longueur est indiquée.
- Le niveau d'examen (Cf document A annexe A) est le niveau 2, avec recherche des défauts transversaux, pour les épaisseurs supérieures ou égales à 20 mm et le niveau 3, avec recherche des défauts transversaux, pour les épaisseurs inférieures à 20 mm.
- Le procès verbal de contrôle reprend l'ensemble des prescriptions du paragraphe A11 (page 39/42 du document IS.US.319-21) et précise les points suivants :
 - La correction transfert appliquée pour chaque type de palpeur utilisé.
 - Le seuil de notation, soit HR/4.
 - Le positionnement et la dimension des défauts notables pour lesquels $H_d > H_r/2$.
 - 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 procès verbaux de contrôle après réparation.
- Les critères d'acceptation des défauts sont ceux figurant dans le tableau suivant :

DEFAUTS		AMPLITUDE DE L'ECHO (2)	DEFAUT ADMISSIBLE			
REFERENCE	NATURE		EXC4		EXC3	
NORME EN ISO 5920-1			20 ≤ t ≤ 40	t > 40	20 ≤ t ≤ 40	t > 40
Groupes 2 et 3	Défauts volumiques	Hr ≤ Hd	≤ 20	≤ 40	≤ 30	≤ t
	Inclusions de laitier cavités soufflures etc (1)	Hr/2 ≤ Hd ≤ Hr	≤ 30	≤ 60	≤ 2 t avec max 80	≤ 2 t avec max 80
Groupes 1 et 4	Défauts plans Manques de fusion, de pénétration, collages, fissures etc	Quelque soit Hd ≥ Hr / 4	Non admis			

1 : Deux défauts sont considérés comme constituant un seul défaut si la distance qui les sépare est inférieure ou égale à six fois la longueur du plus petit.

2 : H_d égale l'amplitude maximale de l'écho de défaut et H_r égale l'amplitude de l'écho du trou de référence de diamètre 1,5 mm pour les épaisseurs inférieures à 100 mm et de diamètre 2 mm au-delà, du bloc étalon normalisé.

La procédure de contrôles par radiographie, soumise à l'approbation de l'inspecteur, est établie par l'entrepreneur en considérant que :

- La classe des techniques radiographiques retenue est la classe A. au sens de la norme NF EN 444,
- La distance source-film (DSF) est conforme à la figure 2 de la même norme, en considérant la classe B (recherche des défauts plans),
- L'indicateur de qualité d'image est conforme à la norme NF EN 462-2 et il est toujours placé coté source, sauf impossibilité physique,
- La qualité d'image des radiogrammes est conforme aux prescriptions de la norme NF EN 462-3.

En outre, une bande chiffrée est systématiquement utilisée pour le marquage des radiogrammes. L'origine, ou ZERO 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.

La condition supplémentaire d'acceptabilité suivante est ajoutée 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 défini par la norme NF EN 1090-2 est définie par rapport à chaque partie de soudure présentant les mêmes critères vis-à-vis des seuils indiqués. Ainsi, en classe EXC4 pour chaque soudure tendue, la partie avec $U < 0,5$ est contrôlée sur 50% de sa longueur et la partie avec $U \geq 0,5$ sur 100% de sa longueur.

Par ailleurs, les prescriptions de la NF EN 1090-2 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 lançage), soit en service sous les combinaisons aux états limites de service.

Pour l'application de la norme NF EN 1090-2, 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 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 à la norme NF EN 1090-2, chaque soudure bout à bout des semelles en compression sous les combinaisons aux états limites de service est contrôlée sur 10 % de sa longueur en atelier et 20 % de sa longueur sur site.

Par complément à la norme NF EN 1090-2, sont systématiquement contrôlées à 100% par magnétoscopie ou ressuage :

- les soudures d'angle qui deviendront inaccessibles par la suite
- les soudures d'angle des platines d'appui et de vérinage

4.13.4.6. Contrôles dimensionnels

L'entrepreneur exécute des relevés de cotes et de géométrie (en particulier de contreflèches et de côtes sur appuis) sur chaque tronçon de charpente avant sa sortie de l'atelier.

Un relevé final de la géométrie de la structure métallique en place doit être effectué et enregistré (art 12.7.3.1 de la norme EN 1090-2). Un enregistrement des vérifications des dimensions, comprenant les valeurs relevées et leur comparaison aux valeurs théoriques, est exigé à la réception de la structure.

4.13.4.7. Précautions particulières concernant le soudage des augets

Un contrôle géométrique et dimensionnel systématique des augets (dimensions et vrillage) est mis en œuvre par l'entrepreneur afin de vérifier la compatibilité des éléments avec les tolérances de soudage.

Les fiches de contrôle géométrique sont fournies par l'entrepreneur avant de démarrer les opérations de soudage. Elles précisent les valeurs mesurées et rappellent les tolérances admises.

L'angle entre la tôle de platelage et la normale à la tôle d'auget doit être supérieur à 35° pour permettre une réalisation correcte des soudures d'angle de l'auget sur la tôle de platelage. Si la conception des augets ne permet pas de respecter cet angle, une préparation spécifique de l'assemblage est nécessaire.

Lors de la soudure bout à bout des augets, des dispositifs sont mis en œuvre par l'entrepreneur pour empêcher toute circulation d'air dans les augets assemblés.

Par complément au tableau 24 de la norme EN 1090-2, les soudures d'angle des augets sur la tôle de platelage sont contrôlées à 100% par magnétoscopie.

4.13.5. Montage à blanc

(art. III.7 du fasc. 66 du CCTG, art. 6.10 de la norme EN 1090-2, norme NF P 22-101-2/CN)

Un montage à blanc en usine est obligatoire pour tous les assemblages bout à bout entre deux tronçons de charpente.

Le montage à blanc est exigé pour toutes les parties d'ouvrage métalliques.

En complément de l'article III.7 du fascicule 66 du CCTG, il est prévu la production des plans explicitant la méthode adoptée pour la conservation de l'état des pièces et du joint pendant le transport et le réglage sur site.

4.13.6. Dispositions particulières concernant les chaudes de retrait

Les chaudes de retrait sont à réserver aux procédures de remise en conformité et ne peuvent en aucun cas rentrer dans les processus initiaux de fabrication.

Elles respectent une procédure préalablement mise au point dans le cadre du PQ, validée par un essai et qui n'est valable que pour l'opérateur ayant exécuté cet essai. Cette procédure comporte leur localisation, la description de la méthode d'exécution, l'indication de la température maximale visée et les modalités de contrôle de celle-ci lors de l'essai de validation. Ce dernier fait l'objet d'un PV indiquant notamment la valeur de la température effectivement atteinte et le nom de l'opérateur.

4.13.7. Dispositions relatives aux aciers thermomécaniques

Exécution des chaudes de retrait sur les aciers thermomécaniques

Les chaudes de retrait sont autorisées, outre les restrictions ci-dessus, moyennant le non dépassement d'une température de 750°C jusqu'à 25 mm d'épaisseur en acier S 460 (M ou N), et 40 mm en acier S 355 (M ou N). Pour les tôles d'épaisseur supérieure, les chaudes de retrait restent possibles jusqu'à des températures de 600°C.

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.

4.13.8. Dispositions particulières pour les profilés du commerce

Si l'entrepreneur 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 un contrôle de présentation est effectué 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 l'entrepreneur met en œuvre un système de repérage permettant de réaliser les accostages.

ARTICLE 4.14. OUVRAGES PROVISOIRES POUR CHARPENTES METALLIQUES

(art. III.6 et III.8.2 du fasc. 66 du CCTG)

Le présent article concerne les dispositifs provisoires visés par l'article III.8.2.1 du fascicule 66 du CCTG.

4.14.1. Éléments provisoires d'ossature

(art. III.6 du fasc. 66 du CCTG)

L'entrepreneur réalise, à ses frais et sous le contrôle du maître d'œuvre, une série d'épreuves visant à tester :

- la rigidité des avant-becs et arrière-becs dans le but de connaître la flèche maximale en cours de construction avant abordage d'un appui,
- la résistance des attaches sur le tablier,

- le positionnement des dispositifs servant à la mise en place du tablier.

La tolérance d'implantation des dés d'appui est fixée par l'entrepreneur. Toute tolérance ou défaut d'implantation supérieur à 0,5 cm fait l'objet d'une justification de l'intégrité de la structure.

ARTICLE 4.15. MONTAGE DES CHARPENTES METALLIQUES

(art. III.8.3 et III.8.4 du fasc. 66 du CCTG)

4.15.1. 2 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 l'entrepreneur.

Un contreventement est mis en œuvre par l'entrepreneur pour assurer la stabilité de l'ossature en phase provisoire. Ce contreventement est maintenu jusqu'à achèvement complet de la dalle.

4.15.2. Matériels de montage

(art. III.8.3.1 et III.8.3.2 du fasc. 66 du CCTG)

Pour les engins de manutention, non classés dans les ouvrages provisoires, l'entrepreneur 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 de l'entrepreneur.

4.15.3. 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 de l'Entrepreneur.

Équipements têtes de piles et culées

La constitution des plates-formes à réaliser pour réaliser les mise-sur appuis et assurer les protections collectives pendant la phase charpente est soumise à l'approbation du maître d'œuvre.

Elles sont conçues pour reposer sur le dessus des appuis. Il n'est admis aucune fixation sur les parements. Elles doivent également participer à la protection des appuis contre les salissures.

Contrôle final

Après mise sur appuis définitifs de la charpente, l'Entrepreneur en fait effectuer à ses frais un nivellement précis sur les semelles supérieures. Ce relevé est ensuite comparé au profil en long théorique de la charpente sur appuis qui aura été préalablement établi par l'Entrepreneur.

ARTICLE 4.16. EXECUTION DE LA PROTECTION ANTICORROSION

(art. III.12 du fasc. 66 du CCTG, fasc. 56 du CCTG)

4.16.1. 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).

4.16.2. Programme d'exécution des protections anticorrosion / Cas d'un processus de type génie civil

Il s'agit des procédés suivants :

- mise en peinture sur acier nu.

4.16.2.1. 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.

4.16.2.2. 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 PAPE précise les dispositions prévues pour la protection du public contre les projections de toutes natures.

4.16.2.3. 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.

4.16.2.4. 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.

4.16.2.5. 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 de l'entrepreneur et le respect du PAQ et du PAPE.

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 l'entrepreneur 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.

ARTICLE 4.17. OPERATIONS DE VERINAGE

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.

ARTICLE 4.18. BOSSAGES D'APPUI

4.18.1. 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 SETRA 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.

4.18.2. 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.

ARTICLE 4.19. APPAREILS D'APPUI A POT

(norme T 47-816-3)

4.19.1. Généralités

La méthodologie de pose des appareils d'appui à pot doit être conforme aux prescriptions de la norme T 47-816-3. Elle comprend un tableau donnant la valeur de pré-réglage des plans de glissement en fonction de la température.

4.19.2. Epreuve 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. A 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 de l'entrepreneur.

ARTICLE 4.20. ETAT 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.

ARTICLE 4.21. ETANCHEITE PRINCIPALE

(fasc. 67 titre I du CCTG)

4.21.1. Généralités

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, l'entrepreneur applique les spécifications du fascicule 67 titre I du CCTG concernant les feuilles préfabriquées monocouche, et pour la deuxième couche du complexe l'entrepreneur applique les spécifications du fascicule 67 titre I du CCTG relatives à l'asphalte gravillonné.

4.21.2. 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 de l'entrepreneur et effectuées au titre du contrôle interne (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.

4.21.2.1. Essai de vérification de remontée de liant de la feuille préfabriquée dans l'asphalte

L'entrepreneur 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.

4.21.2.2. Essai du système d'étanchéité sous choc thermique

L'entrepreneur 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,...).

4.21.3. Abri pour protection des travaux d'étanchéité

Afin de s'affranchir des aléas climatiques, l'entrepreneur met en œuvre l'étanchéité en utilisant un abri de protection permettant de réaliser une surface correspondant à une journée d'application.

4.21.4. Protection de l'étanchéité principale

Après achèvement et jusqu'à exécution des enrobés définitifs, la chape est protégée par une première couche de 5,5 cm de BBSG.

ARTICLE 4.22. ETANCHEITE LATERALE

(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 de vingt (20) centimètres sur toutes les pièces métalliques ancrées dans les parties latérales de la dalle et sur les murs en retour des culées (BN4 et supports d'écrans).

ARTICLE 4.23. BARRIERES DE SECURITE BN4-16

(normes NF P 98-409, XP P 98-421, circulaire n°95-68 du 28 juillet 1995)

4.23.1. Dessins d'exécution des ouvrages

Les documents d'exécution des barrières comprennent :

- les dessins d'exécution des barrières,
- 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.

4.23.2. Fabrication et montage

La fabrication et le montage des barrières sont réalisés conformément aux prescriptions de la circulaire n°95-68 du 28 juillet 1995.

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.

La fabrication et le montage des barrières sont réalisés conformément aux prescriptions de la circulaire n°95-68 du 28 juillet 1995.

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 barrières 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 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 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 des pièces d'ancrage est fabriqué, transporté et mis en œuvre dans les mêmes conditions que le béton de la structure. Son surfaçage est soigné de telle sorte que l'eau ne puisse séjourner au pied des montants.

4.23.3. 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.

ARTICLE 4.24. MISE EN ŒUVRE DES DISPOSITIFS DE RECUEIL ET D'EVACUATION DES EAUX SOUS LES JOINTS

La mise en place et la fixation des systèmes d'évacuation sont exécutées suivant les indications portées sur les plans d'exécution correspondants et suivant la procédure prévue au PAQ.

ARTICLE 4.25. BORDURES DE TROTTOIR

Pour les bordures de trottoir coulées en place, la tolérance pour faux alignement en plan et en hauteur est de 1 centimètre par rapport à la ligne idéale tout le long de l'ouvrage intéressé.

ARTICLE 4.26. MISE EN ŒUVRE DES 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 : +/- 5 mm de planéité d'ensemble sous la règle de 2 m, et +/- 2 mm de planéité locale sous la règle de 20 cm,
- tolérances sur les dimensions extérieures : ± 1 cm,
- écarts dans le profil en long de la ligne supérieure de la corniche : ± 5 mm sur 10 m par rapport à une parallèle à la ligne rouge du projet.

Les travaux de soudure sont conformes aux prescriptions de la norme NF P 22-471, en classe 3 pour les assemblages soudés d'éléments de corniche caniveau entre eux et en classe 2 pour les assemblages soudés d'éléments de corniche caniveau sur l'ossature d'un tablier métallique.

Le boulonnage de corniches sur l'ossature d'un tablier métallique doit être effectué par des boulons à serrage contrôlé (fascicule 66 du CCTG, art.II.4.2).

ARTICLE 4.27. MISE EN ŒUVRE DES CANIVEAUX

Les caniveaux fils d'eau en asphalte gravillonné sont exécutés sur une largeur de 20 cm et une épaisseur variable entre 3 et 4 cm.

Ils sont réalisés avant mise en place des enrobés à l'aide de coffrages verticaux.

La tolérance de planéité sur le caniveau fini est de 2 mm sur 2 m.

Après la réalisation des caniveaux et avant la mise en place des enrobés, un drain longitudinal métallique est posé contre les caniveaux pour assurer le drainage de l'interface couche de roulement/étanchéité.

ARTICLE 4.28. MISE EN ŒUVRE DES ANCRAGES DES ECRANS ACOUSTIQUES SUR CULEES

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 +/- 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 plus ou moins trois degrés.

En outre, la tolérance sur l'entraxe de deux groupes d'ancrage consécutifs est limitée à +/- 5 mm.

ARTICLE 4.29. FABRICATION, TRANSPORT ET MISE EN ŒUVRE DU BETON BITUMINEUX

(normes NF P 98-130, NF P 98-134, NF P 98-150)

4.29.1. Niveau de centrale

La centrale de fabrication des enrobés doit être de niveau 2 tel que défini à l'annexe A de la norme NF P 98-150.

4.29.2. Transport

Les camions sont équipés en permanence d'une bâche recouvrant entièrement la benne dès la fin du chargement. Cette bâche demeure en place jusqu'à l'achèvement du déchargement des enrobés.

4.29.3. Mise en œuvre

Les bétons bitumineux sont mis en place au moyen d'un finisseur à chenilles équipé de patins de caoutchouc, afin de ne pas poinçonner la chape d'étanchéité de l'ouvrage d'art.

Le finisseur est obligatoirement équipé de deux poutres de 18 m pour garantir le meilleur uni possible.

Le collage des enrobés est assuré par une couche d'accrochage appropriée au type d'enrobé répandu, et conforme aux spécifications des normes produits.

4.29.4. Contrôles effectués par le maître d'œuvre

Au titre du contrôle extérieur, le maître d'œuvre peut effectuer des contrôles de teneur en vide et de macrotexture.

ARTICLE 4.30. 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 géotextiles pour les systèmes de drainage et de filtration», éditées par le «Comité Français des Géosynthétiques» en avril 1986. Le maître d'œuvre se réserve le droit de refuser tout dispositif de fixation susceptible d'endommager les armatures et l'enrobage du béton.

ARTICLE 4.31. REMBLAIS CONTIGUS

(fasc. 2 du CCTG)

4.31.1. Volume des remblais contigus

Le volume des remblais contigus aux culées est le volume compris entre le garde grève et l'extrémité des murs en retour, et en pied de cette même distance plus 1,5 fois la hauteur de remblai. A ce volume, l'entrepreneur retranche le volume du remblai des fouilles pour semelle de fondation.

4.31.2. Mise en œuvre des remblais contigus

(art. 5.8 et 6.9 du fasc. 2 du CCTG)

L'entrepreneur 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.).

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 SETRA respectivement en juillet 2000 et mai 1994. Elles sont soumises au visa du maître d'œuvre.

Les niveaux de densification que l'entrepreneur doit atteindre sont le niveau q3 pour les 50 derniers centimètres des remblais contigus sous la dalle de transition et le niveau q4 pour les autres zones des remblais contigus aux ouvrages, ces niveaux s'entendant au sens de l'article 6.2.5 de la norme NF P 98-331.

ARTICLE 4.32. MONTAGE DES PLATEFORMES DE VISITE DES PILES

(art. III.8.3 et III.8.4 du fasc. 66 du CCTG)

4.32.1. Assemblage sur le site

Lors des différentes opérations de transport, de manutention, de montage et de levage, la stabilité des éléments de la plateforme de visite doit, si nécessaire, être assurée au moyen de pièces provisoires telles que calages, étais, contreventements, etc.

4.32.2. Matériels de montage

Pour les engins de manutention, non classés dans les ouvrages provisoires, l'entrepreneur 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.

ARTICLE 4.33. JOINTS DE CHAUSSEE PROVISOIRES

Les joints de chaussée définitifs ne seront mis en œuvre qu'après l'exécution de la couche de roulement en BBTM. Leur réalisation n'est donc pas incluse dans le présent marché.

L'entreprise doit seulement effectuer les réservations nécessaires sur les poutres de couronnement des garde-grèves et les poutres d'about du tablier et réaliser des joints provisoires qui assurent la protection de ces réservations et permettent leur franchissement par des engins de chantier.

4.33.1. Matérialisation du vide

Le coffrage du vide du joint est réalisé par un sandwich contre-plaqué / polystyrène / contre-plaqué dans lequel le polystyrène expansé de type EM ou EC au sens de la norme NF T 56-201.

L'ensemble est déposé après la prise du béton.

4.33.2. Protection des réservations pendant travaux

Le dispositif est constitué de plaques métalliques disposées sur toute la largeur de chaussée, fixées sur un côté ; ces plaques ont une épaisseur de 2 cm et sont raidies pour supporter le passage d'engins de terrassement de type Dumper de 80 T.

Ce dispositif intègre des bandes de néoprène ou de PVC sous les plaques, d'une part pour réduire le bruit dû au trafic et d'autre part pour guider l'eau vers la goulotte en PEHD prévue sous le joint.

4.33.3. Surface de reprise

Des aciers de couture en nombre suffisant sont prévus, pour assurer la liaison entre la structure et le béton d'ancrage du joint.

4.33.4. Évacuation des eaux collectées par les dispositifs de recueil sous les joints

Le dispositif de recueil des eaux sous le joint est raccordé au réseau d'évacuation général comme défini sur les plans joints au présent CCTP.

ARTICLE 4.34. TOLERANCES GEOMETRIQUES DE L'OUVRAGE FINI

(art. 161 à 164 du fasc. 65 du CCTG, art. III.9 du fasc. 66 du CCTG, NF EN 1090-2)

4.34.1. Tolérances générales sur l'implantation et les dimensions générales des ouvrages

Par dérogation à la norme NF EN 1090-2, la tolérance de l'ouvrage en état définitif par rapport au profil en long théorique est limitée à +/- 25 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 +/- 20 mm en tout point.

La tolérance d'implantation des axes d'appuis est limitée à +/- 20 mm, par rapport à leur implantation théorique.

L'erreur de positionnement d'un appui quelconque par rapport à un autre appui est limitée à +/- 20 mm.

4.34.2. Tolérances élémentaires

Les tolérances élémentaires finales pour les ouvrages en métal ou à ossature mixte, conformes aux stipulations de l'article III.9 du fascicule 66 du CCTG, sont complétées par les éléments suivants, sachant que si plusieurs tolérances peuvent s'appliquer, seulement la plus sévère est retenue :

Par complément à la norme NF EN 1090-2 :

- la tolérance sur la longueur des travées (défaut n°1 de l'annexe D.2.15 de la norme) est limitée à : +/- (30 + L/10.000) mm,
- la tolérance sur l'écart de tracé en plan est la même que pour le profil en long (critère n°2 de l'annexe D.2.15 de la norme)
- la tolérance sur l'écart de profil en long (Cf) et de tracé en plan (Cp) est vérifiée en relatif entre deux points quelconques, c'est-à-dire que l'entrepreneur doit vérifier les tolérances indiquées (critère n°2 de l'annexe D.2.15 de la norme) avec les écarts suivants :
 $Cf = 2(Cf2 - Cf1)$ et $Cp = 2(Cp2 - Cp1)$
Cf1, Cf2 étant l'écart de profil en long des points 1 et 2 respectivement,
Cp1, Cp2 étant l'écart de tracé en plan des points 1 et 2 respectivement,
en prenant comme longueur de référence L la distance entre les points 1 et 2,

Pour les ouvrages mixtes, les tolérances précédentes s'appliquent à l'achèvement de l'ossature mixte avant coulage de la dalle.

ARTICLE 4.35. REMISE EN ETAT DES LIEUX ET NETTOYAGE FINAL

(art. 37 du CCAG, art. 172 du fasc. 65 du CCTG)

Outre la remise en état des lieux conformément à l'article 37 du CCAG, l'entrepreneur est tenu d'assurer le nettoyage de l'ouvrage défini à l'article 172 du fascicule 65 du CCTG.

ARTICLE 4.36. EPREUVES DE L'OUVRAGE

4.36.1. Généralités

Les épreuves de chargement de l'ouvrage sont organisées et exécutées selon les modalités précisées dans l'annexe 1 du guide technique «Epreuves de chargement des ponts-routes et passerelles piétonnes» édité par le SETRA en mars 2004.

Elles sont réalisées après réalisation des rampes d'accès à l'ouvrages et de la couche de protection de l'étanchéité en BBSG.

4.36.2. Epreuves par poids mort et poids roulant

L'ouvrage 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 «Epreuves de chargement des ponts-routes et passerelles piétonnes» édité par le SETRA en mars 2004.

L'ouvrage ayant été calculé avec les charges définies par l'Eurocode 1 partie 2, les charges d'épreuves par poids mort sont choisies de façon à développer dans l'élément faisant l'objet des épreuves des sollicitations comprises entre les charges routières fréquentes et les trois quarts des charges routières caractéristiques. Les sollicitations développées dans les autres éléments de l'ouvrage ne doivent pas dépasser les limites fixées ci-dessus. Les véhicules sont serrés de telle

sorte que leur masse totale rapportée à la surface de la chaussée atteigne au moins la valeur de 2,5 kN/m².

L'entrepreneur 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 qui dispose d'un délai de 15 jours ouvrés pour faire ses remarques éventuelles.

L'entrepreneur propose le programme des épreuves 1 mois avant la date prévue pour celles-ci. Cette note est soumise au visa du maître d'œuvre qui dispose d'un délai de 15 jours ouvrés pour faire ses remarques éventuelles.

Postérieurement aux essais, dans un délai de 15 jours ouvrés après les essais, l'entrepreneur fournit le procès-verbal des essais et la note d'interprétation prévue à l'article 2.5 de l'annexe 1 du guide technique «Epreuves de chargement des ponts-routes et passerelles piétonnes» édité par le SETRA en mars 2004.

Si des défauts concernant certains éléments sont constatés lors des essais, les épreuves les concernant doivent être refaites à la charge de l'entrepreneur, après réparations éventuelles. Une nouvelle note de calcul est alors soumise au visa du maître d'œuvre qui dispose d'un délai de 15 jours ouvrés pour faire ses remarques éventuelles.

La mesure des flèches s'effectue sur chaque rive de l'ouvrage en 3 points dans la travée (L/4, L/2, 3L/4).

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 l'entrepreneur.

L'entrepreneur 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).

Le maître d'œuvre assure les inspections des ouvrages de manière contradictoire avec l'entrepreneur.

La mesure des flèches est à la charge de l'entrepreneur. 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 de chaussée est à la charge de l'entrepreneur.

Les véhicules constituant ces charges doivent présenter leur fiche de pesée avant le démarrage des épreuves.

4.36.3. Charges et mesures particulières

L'attention de l'entrepreneur est attirée sur le fait que l'ouvrage étant un bi-poutres, ses épreuves doivent tenir compte des prescriptions de l'article 2.7 de l'annexe 1 du guide technique «Epreuves de chargement des ponts-routes et passerelles piétonnes» édité par le SETRA en mars 2004 concernant les tabliers souples en torsion et rigides transversalement.

CHAPITRE 5. ANNEXE NORMATIVE

I - Normes visées par le présent CCTP sans lien avec le CCTG :

Indice et date de la norme	Statut	Article du CCTP concerné
A 05-251 de mars 1990	norme expérimentale	4.6.2
A 89-021-1 de décembre 1994	norme expérimentale	4.13.4.4
FD P 18-542 de février 2004	fascicule de doc.	2.7.8.1, 2.7.8.2, 3.9.2.1, 3.9.2.1, 3.9.3.1, 3.9.5.2
NF EN 10021 de mars 2007	norme homologuée	3.11.2
NF EN 10088-1 de septembre 2005	norme homologuée	3.16, 3.18
NF EN 1097-2 de novembre 2006	norme homologuée	2.7.8.1,
NF EN 1097-6 de février 2006	norme homologuée	2.7.8.1, 3.9.2.1
NF EN 124 de novembre 1994	norme homologuée	3.24
NF EN 1337-1 de décembre 2000	norme homologuée	2.17, 2.17.2, 3.12, 3.12.1
NF EN 1337-2 de décembre 2004	norme homologuée	2.17, 2.17.2, 3.12 3.12.1
NF EN 1337-3 de septembre 2005	norme homologuée	2.17,
NF EN 1337-5 de septembre 2005	norme homologuée	2.17, 2.17.2, 2.18.2, 3.12, 3.12.1
NF EN 1340 de février 2004	norme homologuée	1.6, 3.19,
NF EN 1367-1 de août 2007	norme homologuée	2.7.8.1, 3.9.2.1
NF EN 13808 de septembre 2005	norme homologuée	3.22.4,
NF EN 1401-1 de août 1998	norme homologuée	3.24
NF EN 1563 de décembre	norme homologuée	3.24

Indice et date de la norme	Statut	Article du CCTP concerné
2005		
NF EN 196-2 de avril 2006	norme homologuée	3.9.2.2
NF EN 197-1 de décembre 2004	norme homologuée	3.9.2.2,
NF EN 1990 de mars 2003	norme homologuée	2.13, 2.14.11, 2.15, 2.18.4
NF EN 1990/A1 de juillet 2006	norme homologuée	2.13, 2.14.11, 2.15
NF EN 1990/A1/NA de décembre 2007	norme homologuée	2.13, 2.14.11
NF EN 1990-2 de février 2009	norme homologuée	4.34.1, 4.34.2
NF EN 1991-1-1 de mars 2003	norme homologuée	2.13, 2.14.1.2,
NF EN 1991-1-3 de avril 2004	norme homologuée	2.13, 2.14.12
NF EN 1991-1-3/NA de mai 2007	norme homologuée	2.13, 2.14.12
NF EN 1991-1-4 de novembre 2005	norme homologuée	2.14.11, 2.14.14,
NF EN 1991-1-4/NA de mars 2008	norme homologuée	2.14.11,
NF EN 1991-1-5 de mai 2004	norme homologuée	2.14.13
NF EN 1991-1-5/NA de février 2008	norme homologuée	2.14.13
NF EN 1991-1-6 de novembre 2005	norme homologuée	2.14.6,
NF EN 1991-1-6/NA de 2008	norme homologuée	2.14.6
NF EN 1991-1-7 de février 2007	norme homologuée	2.13, 2.14.9,
NF EN 1991-1-7/NA de septembre 2008	norme homologuée	2.13, 2.14.9,
NF EN 1991-2 de mars 2004	norme homologuée	2.13, 2.14.2, 2.14.2.1, 2.14.2.2, 2.14.2.4, 2.14.2.5, 2.14.3, 2.14.7, 2.14.8, 2.14.10, 2.14.17, 2.14.19,
NF EN 1991-2/NA de mars 2008	norme homologuée	2.13, 2.14.2, 2.14.2.1, 2.14.2.2, 2.14.2.4, 2.14.3,

Indice et date de la norme	Statut	Article du CCTP concerné
		2.14.7, 2.14.8, 2.14.10, 2.14.17, 2.14.19,
NF EN 1992-1-1 de octobre 2005	norme homologuée	1.2.4.1, 2.13, 2.14.13, 2.16.1.1, 2.16.2.1, 2.16.2.7, 2.16.2.10, 2.16.3, 2.18.1, 2.18.1.1, 2.18.1.2,
NF EN 1992-1-1/NA de mars 2007	norme homologuée	1.2.4.1, 2.13, 2.16.1.1, 2.16.2.10, 2.16.3, 2.18.1, 2.18.1.1, 2.18.1.2,
NF EN 1992-2 de mai 2006	norme homologuée	2.13, 2.16.1.1, 2.16.2.4, 2.16.2.5, 2.16.2.10, 2.16.3, 2.18.1, 2.18.1.1, 2.18.1.2,
NF EN 1992-2/NA de avril 2007	norme homologuée	2.13, 2.16.1.1, 2.16.2.10, 2.16.3, 2.18.1, 2.18.1.1, 2.18.1.2,
NF EN 1993-1-1 de octobre 2005	norme homologuée	2.13, 2.14.13, 2.16.2.9
NF EN 1993-1-1/NA de mai 2007	norme homologuée	2.13
NF EN 1993-1-10 de décembre 2005	norme homologuée	2.13
NF EN 1993-1-10/NA de avril 2007	norme homologuée	2.13
NF EN 1993-1-5 de mars 2007	norme homologuée	2.13
NF EN 1993-1-5/NA de octobre 2007	norme homologuée	2.13
NF EN 1993-1-8 de décembre 2005	norme homologuée	2.13
NF EN 1993-1-8/NA de juillet 2007	norme homologuée	2.13
NF EN 1993-1-9 de décembre 2005	norme homologuée	2.13, 2.16.2.6
NF EN 1993-1-9/NA de avril 2007	norme homologuée	2.13
NF EN 1993-2 de mars 2007	norme homologuée	2.13, 2.16.2.5, 2.16.2.9
NF EN 1993-2/NA de décembre 2007	norme homologuée	2.13
NF EN 1994-1-1 de juin 2005	norme homologuée	2.13

Indice et date de la norme	Statut	Article du CCTP concerné
NF EN 1994-1-1/NA de avril 2007	norme homologuée	2.13
NF EN 1994-2 de février 2006	norme homologuée	2.13, 2.14.13, 2.16.1.2, 2.16.2.2, 2.16.2.3, 2.16.2.4, 2.16.2.8,
NF EN 1994-2/NA de mai 2007	norme homologuée	2.13, 2.16.1.2, 2.16.2.8
NF EN 1997-1 de juin 2005	norme homologuée	2.13 2.18.4
NF EN 1997-1/NA de septembre 2006	norme homologuée	2.13, 2.18.4
NF EN 206-1 de octobre 2005	norme homologuée	1.2.4.1, 1.2.4.2, 2.16.1.1, 2.18.1.1, 3.9, 3.9.1, 3.9.1.2, 3.9.3.2, 3.9.5, 3.9.5.3,
NF EN 476 de novembre 1997	norme homologuée	3.24
NF EN 485-2 de juin 2007	norme homologuée	3.18
NF EN 485-3 de juin 2003	norme homologuée	3.18
NF EN 485-4 de juin 1994	norme homologuée	3.18
NF EN 50086-1 de mars 1994	norme homologuée	
NF EN 573-3 de novembre 2007	norme homologuée	3.18
NF EN 756 de août 2004	norme homologuée	3.11.3.2
NF EN 757 de mai 1997	norme homologuée	3.11.3.2
NF EN 933-8 de août 1999	norme homologuée	2.7.8.1, 3.9.2.1
NF EN 933-9 de août 1999	norme homologuée	2.7.8.1, 3.9.2.1
NF EN ISO 13918 de juillet 2008	norme homologuée	3.11.1
NF EN ISO 14341 de août 2008	norme homologuée	3.11.3.2
NF EN ISO 18276 de octobre 2006	norme homologuée	3.11.3.2
NF P 06-013 de novembre 2004	norme homologuée	2.13
NF P 11-300 de septembre 1992	norme homologuée	3.3, 3.3.2
NF P 16-351 de juillet 1998	norme homologuée	3.24

Indice et date de la norme	Statut	Article du CCTP concerné
NF P 94-160-1 de octobre 2000	norme homologuée	4.5.4.1
NF P 98-340/CN de mars 2004	norme homologuée	1.5.8, 1.5.9
NF P 98-409 de décembre 1996	norme homologuée	3.15, 4.23,
NF P 98-410 de avril 1991	norme homologuée	1.5.4, 1.6,
NF P 98-413 de avril 1991	norme homologuée	1.5.4,
NF P 98-420 de juin 1991	norme homologuée	1.5.4, 1.6,
NF P 98-430 de avril 1991	norme homologuée	1.5.4,
NF P 98-433 de juin 1991	norme homologuée	1.5.4,
NF P06-100-2 de juin 2004	norme homologuée	2.13, 2.15
NF P06-111-2 de juin 2004	norme homologuée	2.13
NF T 66-002 de décembre 1984	norme homologuée	3.19
P 18-503 de novembre 1989	norme expérimentale	4.19, 4.9.2, 4.12.6.1
P 18-576 de décembre 1990	norme expérimentale	2.7.8.1, 3.9.2.1
série NF EN 45000 de 1989, 95 et 98	norme homologuée	
T 47-816-3 de juin 1992	norme expérimentale	4.19, 4.19.1
XP P 18-594 de février 2004	norme expérimentale	2.7.8.1, 2.7.8.2, 3.9.2.1
XP P 98-405 de avril 1998	norme expérimentale	1.5.4, 1.6,
XP P 98-421 de janvier 2006	norme expérimentale	1.5.4, 1.6, 4.23
XP P 98-422 de août 2000	norme expérimentale	1.5.4, 1.6,
XP P 98-424 de décembre 1998	norme expérimentale	1.5.4, 1.6,
XP P 98-550-1 de mai 2008	norme expérimentale	

II - Normes visées par le présent CCTP remplaçant des normes contractualisées par des fascicules du CCTG :

Indice et date de la norme	Statut	Substitution	Article du CCTP concerné
FD T 65-000 de décembre 2003	fascicule de doc.	remplace la norme T 65-000 de septembre 1979 visée par le fascicule 27 du CCTG	3.22.4
NF A 35-015 de novembre 2007	norme homologuée	remplace la norme NF A 35-015 de octobre 1996 visée par le fascicule 65 du CCTG	3.8, 3.8.3, 3.24
NF A 35-016-1 de novembre 2007	norme homologuée	remplace la norme NF A 35-016 de octobre 1996 visée par le fascicule 65 du CCTG	3.8, 3.8.4
NF A 35-016-2 de novembre 2007	norme homologuée	remplace la norme NF A 35-016 de octobre 1996 visée par le fascicule 65 du CCTG	3.8, 3.8.2
NF A 35-017 de décembre 2007	norme homologuée	remplace la norme NF A 35-017 de octobre 1996 visée par le fascicule 65 du CCTG	3.8.1
NF A 35-019-1 de novembre 2007	norme homologuée	remplace la norme NF A 35-019-1 de octobre 1996 visée par le fascicule 65 du CCTG	3.8, 3.8.4
NF A 35-503 de juin 2008	norme homologuée	remplace la norme NF A 35-503 de novembre 94 visée par le fascicule 56 du CCTG	3.10.1.3, 3.24
NF EN 10025-1 de mars 2005	norme homologuée	remplace les normes NF EN 10113-1 à 3 de juin 1993 visées par le fascicule 66 du CCTG	3.11.1, 3.20, 3.24, 3.26.1,
NF EN 10025-2 de	norme homologuée	remplace la norme	3.11.1, 3.20, 3.24,

Indice et date de la norme	Statut	Substitution	Article du CCTP concerné
mars 2005		NF EN 10025 de décembre 1993 visée par le fascicule 66 du CCTG	3.26.1,
NF EN 10025-3 de mars 2005	norme homologuée	remplace les normes NF EN 10113-1 à 3 de juin 1993 visées par le fascicule 66 du CCTG	3.11.1, 3.26.1
NF EN 10025-4 de mars 2005	norme homologuée	remplace les normes NF EN 10113-1 à 3 de juin 1993 visées par le fascicule 66 du CCTG	3.11.1
NF EN 12591 de décembre 1999	norme homologuée	remplace la norme T 65-001 de décembre 1992 visée à l'annexe A du fascicule 27 du CCTG	3.22.4
NF EN 12620 de juin 2008	norme homologuée	remplace la norme NF EN 12620 de août 2003 visée par le fascicule 65 du CCTG	2.7.8.1, 3.9.2.1, 3.9.2.1
NF EN 14399-1 de août 2005	norme homologuée	avec la norme NF EN 14399-3, remplace la norme NF E 27-701 de octobre 1984 visée par le fascicule 4, titre IV du CCTG	3.11.3.1
NF EN 14399-2 de août 2005	norme homologuée	remplace la norme NF E 27-702 de octobre 84 visée par le fascicule 4, titre IV du CCTG	3.11.3.1
NF EN 14399-3 de août 2005	norme homologuée	avec la norme NF EN 14399-1, remplace la norme NF E 27-701 de octobre 84 visée par le fascicule 4, titre IV du CCTG	3.11.3.1
NF EN 14399-5 de août 2005	norme homologuée	avec les normes NF EN 14399-3 et NF EN 14399-6,	3.11.3.1

Indice et date de la norme	Statut	Substitution	Article du CCTP concerné
		remplace la norme NF E 27-711 de octobre 82 visée par le fascicule 4, titre IV du CCTG	
NF EN 14399-6 de août 2005	norme homologuée	avec les normes NF EN 14399-3 et NF EN 14399-5, remplace la norme NF E 27-711 de octobre 82 visée par le fascicule 4, titre IV du CCTG	3.11.3.1
NF EN ISO 17632 de août 2008	norme homologuée	remplace la norme A81-350 visée par le fascicule 66 du CCTG	3.11.3.2
NF EN ISO 2560 de avril 2006	norme homologuée	remplace la norme NF EN 499 de janvier 1995 (ex NF A81-309) visée par le fascicule 66 du CCTG	3.11.3.2
NF EN ISO 898-1 de décembre 1999	norme homologuée	remplace la norme NF EN 20898-1 de décembre 1991 visée par l'annexe A4 du fascicule 66 du CCTG	3.11.3.1, 3.18
NF P 18-424 de mai 2008	norme homologuée	remplace la norme P18-424 de octobre 1994 visée par le fascicule 65 du CCTG	
NF P 18-425 de mai 2008	norme homologuée	remplace la norme P18-425 de octobre 1994 visée par le fascicule 65 du CCTG	
NF P 94-093 de octobre 1999	norme homologuée	remplace la norme NF P 94-093 de décembre 1993 visée par le fascicule 25 du CCTG	4.4.2
NF P 98-134 de juin 2000	norme homologuée	remplace la norme NF P 98-134 de décembre 1991	4.29

Indice et date de la norme	Statut	Substitution	Article du CCTP concerné
		visée par le fascicule 27 du CCTG	

III - Qualifications particulières imposées par le présent CCTP :

Qualification	Nom et date de publication du règlement de la marque ou de l'avis technique	Article du CCTP concerné
certification	marque NF-Acier, délivré par AFNOR CERTIFICATION (06/2005)	3.11
certification	marque NF- Aciers pour béton armé, délivrée par l'AFCAB mandatée par AFNOR CERTIFICATION (05/2008)	
certification	marque NF-Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis - Produits de cure, délivrée par le CERIB mandaté par AFNOR CERTIFICATION (09/2004)	3.9.2.3
certification	marque NF-Armatures, délivrée par l'AFCAB mandatée par AFNOR CERTIFICATION (05/2008)	3.8.1
certification	marque NF-Bordures et caniveaux en béton, délivrée par le CERIB mandaté par AFNOR CERTIFICATION (03/2006)	3.19
certification	marque NF-Boulonnerie de construction métallique, délivrée par AFNOR CERTIFICATION (juin 2005)	3.11.3.1
certification	marque NF-BPE, délivrée par AFNOR CERTIFICATION (06/2005)	3.9.5.1
certification	marque AFCAB-Dispositifs de raboutage ou d'ancrage d'armatures du béton, délivrée par l'AFCAB mandaté par AFNOR CERTIFICATION (04/2008)	3.8.6
certification	marque NF-Eléments en béton pour réseaux d'assainissement sans pression, délivrée par le CERIB mandaté par AFNOR	3.24

Qualification	Nom et date de publication du règlement de la marque ou de l'avis technique	Article du CCTP concerné
	CERTIFICATION (01/2008)	
avis technique	avis technique sur les étanchéités des ponts-routes avec support en béton, délivré par le SETRA (1/2001)	3.13.1, 3.14.1, 3.18
certification	marque NF-Granulats, délivrée par AFNOR CERTIFICATION (02/2008)	2.7.8.2, 3.9.3.1, 3.9.5.2
certification	certificat de qualité pour les géotextiles, délivré par l'ASQUAL (11/2005)	3.23,
certification	marque NF-Liants hydrauliques, délivrée par AFNOR CERTIFICATION (02/2007)	
certification	marque ACQPA-Systèmes anticorrosion par peinture, délivrée par l'ACQPA (01/2008)	1.4.4.2, 3.10.2.3, 3.11.4, 3.12.1, 3.15.3, 4.16.2.1
certification	marque ACQPA-Peinture anticorrosion/Certification des opérateurs, délivrée par l'ACQPA (04/2008)	4.23.3,
certification	marque AFCAB-Pose d'armatures du béton, délivrée par l'AFCAB mandatée par AFNOR CERTIFICATION (04/2008)	4.11.1
certification	marque NF-Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique, délivrée par AFNOR CERTIFICATION (07/2005)	3.9.1.1, 4.1.3, 4.9.6
certification	label QUALICOAT délivré par l'ADAL (04/2006)	3.18
certification	marque NF-Tubes en polyéthylène, délivrée par le LNE mandaté par AFNOR CERTIFICATION (01/2008)	3.24
certification	marque NF-Tubes et raccords en PVC non plastifié rigide, délivrée par	3.24

Qualification	Nom et date de publication du règlement de la marque ou de l'avis technique	Article du CCTP concerné
	le CSTB mandaté par AFNOR CERTIFICATION (02/2008)	

IV - Autres documents particuliers contractualisés par le présent CCTP :

Document	Article du CCTP concerné
document du SETRA de juillet 2007 : «appareils d'appui en élastomère fretté »	1.4.5, 2.14.13, 4.18.1,
document du SETRA de novembre 2007 : «appareils d'appui à pot »	2.14.16.1, 2.14.16.2, 2.17.2, 2.18.2, 2.18.3.4, 2.18.3.5
arrêté du 15 septembre 1995 relatif aux règles de constructions parasismiques applicables aux ponts de la catégorie dite «à risque normal»	1.2.4.6, 2.13
document du SETRA de 1989 : «Assainissement des ponts-routes - Guide technique »	2.19.2,
norme étrangère ASTM C 457	3.9.4.2
document de LCPC et du SETRA d'octobre 1978, réimpression de juin 1990 : «Environnement des appareils d'appui en élastomère fretté - Règles de l'art »	4.18.1
guide du SETRA de mars 2004 : «Epreuves de chargement des ponts-routes et passerelles piétonnes »	4.36.1, 4.36.2, 4.36.3
annexe G5 du fascicule 62 du CCTG titre V	4.5.1
annexes G2 et G3 du fascicule 62 du CCTG titre V	
annexe 6 du fascicule 67 du CCTG titre I	4.20
guide AFPS 92 pour la protection parasismique des ponts, édité par l'Association Française du Génie Parasismique en 1992, publié aux presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées	2.13,
guide du LCPC de juin 1994 : «Guide pour l'élaboration du dossier carrière »	2.7.8.2, 3.9.3.1
document du SETRA de 1986 : «Joint de chaussée des ponts-routes - Document technique »	2.19.1
loi 93-1418 du 31-12-1993 et ses décrets	2.4
circulaire n° R/EG3 du 20 juillet 1983 publiée par la Direction des Routes sur les transports exceptionnels	2.13, 2.14.2.2

Document	Article du CCTP concerné
circulaire n°81-63 du 28 juillet 1981 : règlement de calcul des ponts mixtes acier-béton (BO 81-31 bis du ministère chargé de l'équipement)	2.13
décret n°91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique	1.2.4.6, 2.13
circulaire n°95-68 du 28 juillet 1995	1.5.4, 1.6, 3.15, 3.15.1, 3.15.2, 4.23, 4.23.2
circulaire n°96-88 du 3 décembre 1996	1.5.4, 1.6
circulaire n°98-09 du 6 janvier 1998	1.5.4, 1.6
guide du SETRA et du LCPC édité en janvier 2000 : «Ponts courants en zone sismique - Guide de conception «	2.15.3.3,
document du LCPC de décembre 2003 : «Recommandations pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel» édité par le LCPC «	1.2.4.4, 3.9.1.2, 3.9.2.1
document édité par le Comité Français des Géotextiles et Membranes en avril 1986 : «Recommandations pour l'emploi des géotextiles pour les systèmes de drainage et de filtration «	4.30
document du LCPC de juin 1994, officialisé par la circulaire du SETRA du 24 janvier 1995 : «Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction «	1.2.4.2, 2.7.8.2, 3.9.2.1, 3.9.2.2, 3.9.2.4, 3.9.3.1, 3.9.4.1, 3.9.5.3
document du LCPC de août 2007 : «Recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne «	1.2.4.3, 2.7.8.2
recommandations T1-99 du 7 /10/ 1999 par la section technique de la CCM, parus dans la revue MARCHE PUBLIC N°6/99	3.1.2
guide du SETRA de juillet 2000 : «Réalisation des remblais et des couches de forme «	4.4.2, 4.31.2
guide du SETRA de mai 1994 : «Remblayage des tranchées et réfection des chaussées «	4.4.2, 4.31.2
document du SETRA et de la Direction des Routes de 1979 : «Surveillance et entretien des ouvrages d'art - Instruction technique «	2.21

CHAPITRE 6. ANNEXE "JUSTIFICATIONS DES FONDATIONS"

ARTICLE 1 - OBJET DE LA PRESENTE ANNEXE

Comme indiqué au chapitre 2 du présent CCTP, le projet a été établi sur la base des normes NF EN 1990 à 1997 (dites eurocodes) mais en l'absence des normes d'application nationales visées dans la norme NF EN 1997-1/NA. La justification des fondations de l'ouvrage s'effectue donc sur la base du fascicule 62 titre V du CCTG mais selon certaines modalités qui sont détaillées ci-dessus.

ARTICLE 2 - MODALITES D'UTILISATION DU F62 TITRE V DU CCTG

2.1 - PREAMBULE

La norme NF EN 1997-1 (Calcul géotechnique - Partie 1 : règles générales) – dite Eurocode 7 a été homologuée le 20 juin 2005. Son annexe nationale d'application (NF EN 1997-1/NA) est parue en septembre 2006.

La norme NF EN 1997-1 ne traite que des aspects généraux du calcul géotechnique. Son application sur le territoire français ne peut se faire qu'en s'appuyant d'une part sur son annexe nationale, qui définit notamment les approches de calcul retenues pour les ouvrages géotechniques et les valeurs des paramètres déterminés au plan national, et sur des normes nationales complémentaires. Celles-ci précisent notamment les conditions de justification des ouvrages géotechniques et surtout, les méthodes de calcul des efforts qui les sollicitent et des résistances du sol mobilisées.

Ces normes nationales complémentaires sont les suivantes :

NF P 94-261 : Fondations superficielles

NF P 94-262 : Fondations profondes

NF P 94-270 : Remblais renforcés et clouage

NF P 94-281 : Murs de soutènement

NF P 94-282 : Ecrans de soutènement

NF P 94-290 : Ouvrages en terre

Il est indiqué dans l'annexe nationale que ces normes sont en cours de préparation et, dans l'attente de leur parution, il est donc nécessaire, pour appliquer l'Eurocode 7 et son annexe nationale au calcul et à la justification technique des fondations de l'ouvrage, de définir, provisoirement du moins, des règles complémentaires.

Le fascicule 62 titre V du CCTG intitulé "Règles Techniques de Conception et de Calcul des Fondations des Ouvrages de Civil" constitue un ensemble de règles qui, à cet égard, sont assez bien adaptées à l'ouvrage.

En effet, ces règles ne sont pas en contradiction avec les dispositions générales du calcul géotechnique définies dans la norme NF EN 1997-1 et s'inscrivent bien dans l'approche de calcul 2° retenue dans l'annexe nationale (cf. clause 2.4.7.3) pour la vérification de la résistance (ou

éventuellement de la déformation) de la structure ou d'éléments de la structure (états limites ultimes notés STR) et du terrain (états limites ultimes notés GEO). Enfin, le fascicule 62 titre V du CCTG comprend également un ensemble de règles pratiques complémentaires indispensables au calcul et à la justification des fondations (notamment modèles de comportement et méthodes de calcul) qui seront très probablement largement reprises par les normes nationales complémentaires en cours de rédaction.

L'objet de cette annexe au CCTP est donc d'indiquer les conditions dans lesquelles le fascicule 62 titre V du CCTG doit être appliqué pour les justifications des fondations de cet ouvrage en complément de l'Eurocode 7 et de son annexe nationale, et dans l'attente de la parution des normes nationales complémentaires précisées ci-dessus.

Remarques importantes

Il n'est pas traité ici des procédures de vérification vis-à-vis de l'équilibre limite (EQU) qui pour les ouvrages géotechniques, et lorsqu'il y a lieu, ne peut pratiquement concerner que les murs de soutènement fondés superficiellement. Ces ouvrages sortent du cadre d'application du fascicule 62 titre V du CCTG. On note par ailleurs que cette vérification est généralement assurée par les dispositions prévues à l'ELU de renversement (cf. article B.3.2).

Il en est pratiquement de même pour ce qui concerne les états limites ultimes de soulèvement hydraulique (UPL), qui peuvent davantage concerner aussi le terrain, en phase de construction. Si nécessaire, il convient donc de se reporter à la clause 2.4.7.4 de la norme NF EN 1997-1 et de son annexe nationale, la norme NF EN 1997-1/NA.

Les textes indiqués en italiques ci-après correspondent à des commentaires.

**Dans l'approche de calcul 2, les facteurs partiels sont appliqués aux actions - ou à leurs effets - et aux résistances du terrain. Par ailleurs, les mêmes combinaisons d'actions sont utilisées pour justifier aux ELU aussi bien la résistance de la structure que celle du terrain de fondation. Enfin ces combinaisons d'actions, qui sont celles définies à l'article 6.4.3 de la norme NF EN 1990 complétées par les dispositions de la norme NF EN 1990/A1/NA (annexe nationale à la norme NF EN 1990/A1), sont très sensiblement les mêmes que celles du fascicule 62 titre V du CCTG.*

2.2 - SYMBOLES ET NOTATIONS

Les symboles et notations du fascicule 62 titre V du CCTG diffèrent parfois de celles des Eurocodes. Les principales correspondances sont indiquées en fin d'annexe.

2.3 - REFERENCES NORMATIVES

Les références au BAEL91 révisé 99 et au BPEL91 révisé 99 sont à remplacer par la référence à la norme NF EN 1992-2 (Ponts en béton – Calcul et dispositions constructives) qui se réfère elle-même à la norme NF EN 1992-1-1 et à son annexe nationale, la norme NF EN 1992-1-1/NA.

Les références au fascicule du CCTG relatif à la conception et au calcul des constructions métalliques sont à remplacer par la référence à la norme NF EN 1993-5 qui traite des pieux et palplanches métalliques.

2.4 - PREMIERE PARTIE - DISPOSITIONS COMMUNES

Chapitre A.1. – Principes et définitions

Article A.1.1. : Domaine d'application

Le domaine d'application du fascicule 62 titre V du CCTG est inchangé. Il est rappelé qu'il exclut notamment les procédés de soutènement* (murs en béton armé, massifs en sol renforcé, écrans de soutènement...), les tirants d'ancrage et les ouvrages en terre et n'est pas applicable sans discernement aux cas des fondations établies sur des terrains dont le comportement relève de la mécanique des roches (voir commentaire (*) à l'article A.2.1). Il correspond aux ouvrages de catégorie 2 tels que définis à l'article 2.1 de l'Eurocode 7.

Article A.1.2. : Définitions

Article A.1.3. : Modèles de comportement

Chapitre A.2. – Données pour le calcul concernant les sols

Chapitre A.3. - Données pour le calcul concernant les matériaux

Article A.3.1 : Béton

Les conditions de calcul de la résistance caractéristique conventionnelle du béton notée ici f_c restent inchangées.

Les notations du fascicule 62 titre V du CCTG diffèrent ici quelque peu de celles de la norme NF EN 1992-2. Ainsi, la résistance caractéristique en compression du béton à 28 jours y est notée f_{ck} (f_{ctk} pour la traction).

Article A.3.2. Aciers

Les dispositions relatives aux aciers pour gaines et aux pieux métalliques (y compris donc pieux en palplanches) restent applicables.

Il est rappelé que les références au fascicule du CCTG relatif à la conception et au calcul des constructions métalliques sont à remplacer par la référence à la norme NF EN 1993-5 qui traite des pieux et palplanches métalliques.

Chapitre A.4. – Situations et actions

Les dispositions du fascicule 62 titre V du CCTG relatives aux situations et actions restent applicables.

Chapitre A.5 – Combinaisons d'actions et sollicitations de calcul

Les articles A.5.2. et A.5.3. de ce chapitre sont modifiés comme suit :

Article A.5.2. – Combinaisons d'actions et sollicitations de calcul vis-à-vis des états limites ultimes

Les différentes combinaisons à prendre en compte sont définies ci-après (pour les états limites EQU et UPL, se reporter à la remarque faite en préambule).

A.5.2.1. Combinaisons d'actions STR et GEO (situations durables ou transitoires)

Ces combinaisons d'actions sont à considérer dans le cadre de l'approche de calcul 2 retenue dans la norme NF EN 1997-1/NA pour les justifications des fondations d'ouvrages.

En règle générale, les sollicitations de calcul à considérer – ou valeurs de calcul des effets des actions selon les eurocodes – sont les suivantes (*) :

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} (\gamma_{Gj, \text{sup}} \cdot G_{kj, \text{sup}} + \gamma_{Gj, \text{inf}} \cdot G_{kj, \text{inf}}) + [\gamma_{sn} G_{sn}] + \gamma_{sp} G_{sp} \right. \\ \left. + \gamma_{Fw} \cdot F_w + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0,i} Q_{k,i} \right\}$$

avec les notations suivantes :

$G_{kj,sup}$	actions permanentes défavorables
$G_{kj,inf}$	actions permanentes favorables
G_{sn}	actions éventuelles de frottement négatif
G_{sp}	actions éventuelles de poussées latérales
F_w	actions hydrodynamiques dans la situation considérée
Q_{1k}	valeur de combinaison de l'action variable dominante
$\psi_{0,i} Q_{k,i}$	valeur de combinaison des actions variables d'accompagnement

Les valeurs des facteurs partiels sont celles données dans le tableau A2.4(B)(NF) de la norme NF EN 1990/A1/NA, complétées comme suit :

- lorsqu'il y a lieu de prendre en compte des actions hydrodynamiques, γ_{Fw} vaut 1,35 ou 1,00, sa valeur étant choisie de manière à obtenir l'effet le plus défavorable,
- lorsqu'il y a lieu de prendre en compte des déplacements du sol autour de la fondation :
 - γ_{sn} vaut 1,35 ou 1,00, sa valeur étant choisie de manière à obtenir l'effet le plus défavorable,
 - γ_{sp} vaut 1,35 ou 0,65, sa valeur étant choisie de manière à obtenir l'effet le plus défavorable.

(*) Les actions dues au frottement négatif ont été isolées car elles ne se cumulent pas intégralement avec les actions variables (cf. clause 7.3.2.2 (7) de l'Eurocode 7). Les règles de cumul sont précisées à l'article C.3.3.

Les combinaisons fondamentales du fascicule 62 titre V du CCTG ne concernent que les ELU STR (justifications vis-à-vis de la résistance ou de la déformation excessive de la structure) et GEO (justifications vis-à-vis de la résistance ou de la déformation excessive du terrain) des Eurocodes. Elles correspondent bien à l'approche de calcul 2 (cf. préambule) qui est retenue à la fois dans l'annexe nationale à la norme NF 1990/A1 et dans l'annexe nationale à la norme NF EN 1997-1 pour ces ELU.

Ces combinaisons fondamentales ne s'appliquent pas à la justification vis-à-vis de l'équilibre statique (EQU) et, s'il y a lieu, du soulèvement hydraulique (UPL), pour laquelle des combinaisons d'actions quelque peu différentes sont prévues dans l'Eurocode 7 (cf. remarque du préambule).

A.5.2.2. Combinaisons d'actions STR et GEO (situations accidentelles)

En général, les sollicitations de calcul à considérer – ou valeurs de calcul des effets des actions – sont les suivantes (*) (clauses A.2.3.2 des normes NF EN 1990/A1 et NF EN 1990/ A1/NA) :

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} (G_{kj,sup} + G_{kj,inf}) + G_{sp} + [G_{sn}] + A_d + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \right\}$$

expression dans laquelle A_d est la valeur nominale de l'action accidentelle considérée. Les actions variables d'accompagnement à considérer ($Q_{k,1}$ et $Q_{k,i}$) et les valeurs des facteurs partiels qui les affectent sont définies dans les normes NF EN 1990/A1 et NF EN 1990 A1/NA.

(*) Les actions dues au frottement négatif ont été isolées car elles ne se cumulent pas intégralement avec les actions variables. Les règles de cumul sont précisées à l'article C.3.3.

A.5.2.3. Combinaisons vis-à-vis des états limites ultimes de stabilité d'ensemble (situations durables ou transitoires)

Ces combinaisons d'actions sont à considérer dans le cadre de l'approche de calcul 3 autorisée par la clause 2.4.7.3.4.1 (P) de la norme NF EN 1997-1/NA pour les justifications de la stabilité d'ensemble.

En règle générale, les sollicitations de calcul à considérer sont les suivantes :

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} (\gamma_{Gj, \text{sup}} \cdot G_{kj, \text{sup}} + \gamma_{Gj, \text{inf}} \cdot G_{kj, \text{inf}}) + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Les valeurs des facteurs partiels qui affectent ces actions sont celles définies à l'article A.5.2.1. ci-avant, sauf pour ce qui concerne les actions permanentes géotechniques pour lesquelles les valeurs des facteurs partiels $\gamma_{Gj, \text{sup}}$ et $\gamma_{Gj, \text{inf}}$ sont prises égales à 1,00.

Article A.5.3. – Combinaisons d'actions et sollicitations de calcul vis-à-vis des états limites de service

Les différentes combinaisons à prendre en compte sont définies ci-après.

Il n'est pas prévu de combinaison non fréquente d'actions (cf. clause A2.4.1 NOTE 2 de la NF EN 1990/A1/NA).

A.5.3,1. Combinaisons caractéristiques (*)

$$E \left\{ \sum_{j \geq 1} (G_{kj, \text{sup}} + G_{kj, \text{inf}}) + [G_{sn}] + G_{sp} + F_w + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right\}$$

(*) Les actions dues au frottement négatif ont été isolées car elles ne se cumulent pas intégralement avec les actions variables. Les règles de cumul sont précisées à l'article C.3.3.

A.5.3,1. Combinaisons fréquentes (*)

$$E \left\{ \sum_{j \geq 1} (G_{kj, \text{sup}} + G_{kj, \text{inf}}) + [G_{sn}] + G_{sp} + F_w + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \right\}$$

(*) Les actions dues au frottement négatif ont été isolées car elles ne se cumulent pas intégralement avec les actions variables. Les règles de cumul sont précisées à l'article C.3.3.

A.5.3,1. Combinaisons quasi-permanentes

$$E \left\{ \sum_{j \geq 1} (G_{kj, \text{sup}} + G_{kj, \text{inf}}) + G_{sn} + G_{sp} + F_w + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \right\}$$

2.5 - DEUXIEME PARTIE – FONDATIONS SUPERFICIELLES (SECTION 6 DE L'EUROCODE 7)

Chapitre B1 – Domaine d'application

A défaut d'une définition d'une fondation superficielle dans l'Eurocode 7, on retient celle donnée au commentaire de cet article.

Chapitre B2 – Modèles de comportement

Chapitre B3 – Justifications

Les états limites à considérer sont définis à l'article 6.2 de l'Eurocode 7. Pour les fondations de l'ouvrage, il y a lieu de procéder dans tous les cas aux justifications qui suivent.

Article B.3.1. – Etats limites de mobilisation du sol

B.3.1,1 – Etats limites ultimes de mobilisation de la capacité portante

Cet article correspond à l'article 6.5.2 de l'Eurocode 7 qui vise la justification vis-à-vis de la portance. Cette dernière est conduite dans le fascicule 62 titre V du CCTG à partir des contraintes.

Elle correspond bien toutefois à celle présentée dans l'Eurocode 7 à partir des charges (charge verticale transmise à la fondation V_d et résistance de calcul du terrain sous celle-ci notée R_d), de laquelle elle ne diffère donc que par sa présentation.

Cette présentation à partir des contraintes est par ailleurs généralement nécessaire pour le calcul des efforts dans la semelle et les justifications de la résistance structurelle de celle-ci (STR).

On considère que le facteur partiel sur la résistance noté ici γ_q (fascicule 62 titre V du CCTG) et pris égal à 2 est le produit du facteur partiel de résistance γ_R (tableau A5 de l'annexe A de l'Eurocode 7) et d'un coefficient de modèle dont la valeur est prise égale ici à 2/1,4.

Ce coefficient de modèle est introduit ici dans l'attente de la parution de la norme complémentaire correspondante. Il vise plus particulièrement les combinaisons d'actions accidentelles qui ne sont pas concernées par l'article B.3.1,2 relatifs aux états limites de service.

B.3.1,2 – Etats limites de service

Pour les fondations superficielles de l'ouvrage, il y a lieu d'appliquer les dispositions de cet article, notamment pour les combinaisons d'actions caractéristiques.

Dans l'attente de la parution de la norme complémentaire et dans la mesure où les tassements et déformations du terrain ne sont généralement calculés que pour les combinaisons d'actions quasi-permanentes (cf. § 1 de l'annexe F.2).

Article B.3.2 – Etat limite ultime de renversement

Cette disposition entre dans le cadre de l'application de l'article 6.5.4 (1) de l'Eurocode 7 relatif aux charges fortement excentrées. Pour les ponts cette disposition reste applicable. Elle concerne notamment le cas des charges fortement excentrées.

Article B.3.3. – Etat limite de service de décompression du sol

Le terme "combinaisons rares" est à remplacer ici par le terme "combinaisons caractéristiques" (cf. article A.5.3)."

Article B.3.4 – Etat limite ultime de glissement

Cet article B.3.4 est remplacé par l'article 6.5.3. de l'Eurocode 7 auquel il convient de se reporter, et dans lequel il est demandé de vérifier l'inégalité :

$$H_d \leq R_d + R_{p,d}$$

étant entendu que le terme $R_{p,d}$ relatif à la valeur de calcul de la force résistance due à la pression des terres sur le coté de la fondation est négligé.

La valeur du facteur partiel sur la résistance au glissement $\gamma_{R,h}$ est de 1,1 (cf. tableau A5 de l'annexe A de l'Eurocode 7 et annexe AN 2 de son annexe nationale). Toutefois, on tient compte d'une cohésion en conditions drainées et, de ce fait, les dispositions du présent article B.3.4 et les valeurs des coefficients partiels notés γ_{g1} et γ_{g2} restent applicables.

Article B.3.5 – Etats limites concernant les matériaux constitutifs de la fondation

Il est rappelé que les références au BAEL91 révisé 99 sont à remplacer par les références à la norme NF EN 1992-2 (Ponts en béton – Calcul et dispositions constructives) qui se réfère elle-même à la norme NF EN 1992-1-1 et à son annexe nationale, la norme NF EN 1992-1-1/NA.

Article B.3.6 – Etat limite ultime de stabilité d'ensemble

Il est rappelé (cf. article A.5.2,3 ci-avant) que les justifications sont à considérer dans le cadre de l'approche de calcul 3 autorisée par la clause 2.4.7.3.4.1 (P) de la norme NF EN 1997-1/NA pour les justifications de la stabilité d'ensemble.

B.3.6,1 – Vérifications relatives à la situation initiale

Les facteurs partiels à appliquer sur les paramètres de sol pour ces vérifications sont ceux définis dans le tableau A4 – ensemble M2 – de l'annexe A de l'Eurocode 7, et notamment 1,25 sur $\tan \phi'$ et 1,4 sur c' .

B.3.6,2 – Vérifications relatives à la situation finale

2.6 TROISIEME PARTIE – FONDATIONS PROFONDES (SECTION 7 DE L'EUROCODE 7)

Cet article concerne les éventuelles fondations profondes de l'ouvrage.

Chapitre C1 – Domaine d'application

A défaut d'une définition d'une fondation profonde dans l'Eurocode 7, on retient celle donnée au commentaire de cet article.

Chapitre C2 – Modèles de comportement en l'absence de déplacements d'ensemble du sol

Les modèles définis ici sont compatibles avec les dispositions de l'Eurocode 7.

Chapitre C3 – Modèles de comportement en présence de déplacements d'ensemble du sol

Les modèles définis ici sont compatibles avec les dispositions de l'Eurocode 7 (cf. § 7.3.2 de l'Eurocode 7). Il est rappelé que les actions dues au frottement négatif ne se cumulent pas intégralement avec les actions variables (cf. clause 7.3.2.2 (7) de l'Eurocode 7). Les règles de cumul sont précisées à l'article C.3.3.

Chapitre C4 – Justifications

Les états limites à considérer sont définis aux 7.2, 7.6.1 et 7.7.1 de l'Eurocode 7 et il y a lieu de procéder dans tous les cas aux justifications qui suivent.

Article C.4.1 – Etats limites de mobilisation du sol

Les dispositions du présent article complètent celles du 7.6.2 (portance) et du 7.6.3 (résistance à la traction) de l'Eurocode 7. Les deux catégories d'états limites considérés conventionnellement ici sont :

- les états limites de mobilisation locale du sol, qui correspondent au défaut de portance (ou de traction) des pieux pris individuellement ;
- les états limites de mobilisation globale du sol, qui correspondent au comportement du groupe agissant comme un bloc.

C.4.1,1 – Etats limites de mobilisation locale du sol

Les termes $Q_{\min}$ et $Q_{\max}$ utilisés ici correspondent respectivement à $R_{c,d}$ (valeur de calcul de la portance d'un pieu) et $R_{t,d}$ (valeur de calcul de la résistance à la traction d'un pieu) tels qu'ils sont définis aux articles 7.6.2 et 7.6.3 de l'Eurocode 7.

De même, les termes Q_u et Q_{tu} utilisés ici correspondent respectivement à $R_{c,k}$ (valeur caractéristique de la portance d'un pieu – ou portance ultime) et $R_{t,k}$ (valeur caractéristique de la résistance à la traction d'un pieu).

Les procédures de calcul des résistances caractéristiques déduites des résultats d'essais sur les sols définies dans le présent fascicule (cf. annexes C.2, C.3 et C.4) correspondent à l'application de la procédure dite alternative définie aux articles 7.6.2.3 (8) et 7.6.3.3 (6) de l'Eurocode 7.

L'évaluation des paramètres de charge des pieux à partir d'essais statiques ne peut se faire qu'à partir d'essais simples instrumentés ou d'essais d'étalonnage tels que définis aux articles 3.3 et 3.4 de l'annexe C.1. Les procédures de calcul des résistances caractéristiques déduites des résultats de tels essais sont celles définies à l'article 4.2 de cette annexe.

C.4.1,11. – Principe des justifications

C.4.1,12. – Etats limites ultimes

Les combinaisons fondamentales et accidentelles considérées ici sont celles définies respectivement aux articles A.5.2.1 et A.5.2.2 ci-avant. Le tableau précisant les valeurs de Q_{min} et Q_{max} en fonction des combinaisons d'actions considérées est remplacé par le tableau suivant :

ELU GEO et STR	Q_{min}	Q_{max}
Combinaisons durables ou transitoires	- Q_{tu} (ou $R_{t;k}$) / ($\gamma_R \cdot 1,20$)	Q_u (ou $R_{c;k}$) / ($\gamma_R \cdot 1,20$)
Combinaisons accidentelles	- Q_{tu} (ou $R_{t;k}$) / ($\gamma_R \cdot 1,10$)	Q_u (ou $R_{c;k}$) / ($\gamma_R \cdot 1,10$)

Dans ce tableau, le facteur partiel γ_R représente le facteur partiel sur la résistance dont la valeur, pour les principaux types de pieux considérés (cf. tableaux A6, A7 et A8 de l'annexe A de l'Eurocode 7), vaut 1,1 si le pieu est sollicité en compression et 1,15 s'il est sollicité en traction.

C.4.1,13. Etats limites de service

Dans le tableau correspondant du fascicule 62 titre V du CCTG, il faut lire "combinaisons caractéristiques" à la place de "combinaisons rares" (cf. article A.5.3,1 ci-avant).

Article C.4.4 – Etat limite ultime de stabilité d'ensemble

2.7 – ANNEXES

Annexes au texte

Les annexes A à D au texte sont applicables.

Annexes aux commentaires

Ces annexes gardent le caractère d'annexes aux commentaires.

ARTICLE 3 – CORRESPONDANCE DES NOTATIONS

Le tableau qui suit fixe les correspondances à adopter entre le fascicule 62 titre V du CCTG et la norme EN 1997-1. Il est à noter que certaines correspondances, déjà précisées dans le texte de cette annexe, ne sont pas reprises ici.

Notations du fascicule 62 titre V du CCTG	Notations de la norme NF EN 1997-1 dite eurocode 7
A' Surface comprimée d'une semelle	A' Surface effective d'une semelle
A Surface de la base d'un pieu	A _b Surface de la base d'un pieu
B Largeur (d'un pieu, d'une semelle, d'une barrette) ou diamètre d'un pieu	B ou b Largeur d'une fondation
D Hauteur (d'une fondation) contenue dans le sol	d Profondeur d'encastrement
L Longueur d'une semelle ou de la section d'une barrette	l Longueur de la fondation
q _u Contrainte de rupture sous la pointe d'un élément de fondation profonde	q _{b;k} Valeur caractéristique de la pression résistante à la base
q _s (z)	q _{s,i;k}

Frottement latéral unitaire limite sur le fût d'un élément de fondation profonde à la profondeur z	Valeur caractéristique de la contrainte de frottement latéral dans la couche i
Pas de notation correspondante (non utilisée)	$R_{b,d}$ Valeur de calcul de la résistance de pointe d'un pieu
Q_{pu} Effort limite mobilisable sous la pointe d'un élément de fondation profonde	$R_{b,k}$ Valeur caractéristique de la résistance de pointe
Q	$R_{c,d}$ Valeur de calcul de la résistance à la compression du terrain sous un pieu à l'ELU
Q_u Charge limite d'un élément de fondation profonde	$R_{c,k}$ Valeur caractéristique de la résistance à la compression du terrain sous un pieu à l'ELU
Pas de notation correspondante (non utilisée)	$R_{s,d}$ Valeur de calcul de la résistance latérale sur le fût d'un élément de fondation profonde
Q_{su} Effort limite mobilisable par frottement latéral sur le fût d'un élément de fondation profonde	$R_{s,k}$ Valeur caractéristique de la résistance latérale sur le fût d'un élément de fondation profonde
Pas de notation correspondante	$R_{t,d}$ Valeur de calcul de la résistance à la traction d'un pieu ou d'un groupe de pieux
Q_{tu} Charge limite en traction d'un élément de fondation profonde	$R_{t,k}$ Valeur caractéristique de la résistance à la traction d'un pieu ou d'un groupe de pieu
Pas de notation correspondante	V Charge verticale ou composante normale de la résultante des actions appliquées à la base de la fondation
V_d Composante de calcul verticale de l'effort appliqué à la fondation	V_d Valeur de calcul de V
γ_x Coefficient " γ_m " relatif à la résistance considérée (indice variable) <i>exemple:</i> γ_q Coefficient " γ_m " relatif à la contrainte de rupture d'un sol	γ_R Facteur partiel pour une résistance
γ_{g1} Coefficient " γ_m " relatif à $\tan \varphi$	γ_{φ} facteur partiel pour l'angle de frottement interne ($\tan \varphi'$)
γ_{g2} Coefficient " γ_m " relatif à la cohésion	$\gamma_{c'}$ facteur partiel pour la cohésion effective