



**PRÉFET
DE LA GIRONDE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Maîtrise d'ouvrage

**Direction interdépartementale des routes
Atlantique**

Cité administrative
2 rue Jules ferry
33090 BORDEAUX cedex

A63 Renforcement de la buse du Lacanau

Dossier de consultation des entreprises

1.3 – Cahier des clauses techniques particulières

Maîtrise d'œuvre Direction interdépartementale des routes Atlantique Service d'Ingénierie Routière Cité administrative 2 rue Jules ferry 33090 BORDEAUX cedex	établi par : le responsable de projet Bordeaux, le Yann LE VAILLANT	vérifié par : le Chef du SIR Bordeaux, le Mathias RACHET
--	--	---

SOMMAIRE

<u>Chapitre 1. DISPOSITIONS GÉNÉRALES.....</u>	<u>3</u>
1.1. PRÉAMBULE.....	3
1.2. OBJET DU MARCHÉ.....	3
1.3. DONNÉES GÉNÉRALES.....	3
1.4. DONNÉES CONCERNANT L'OUVRAGE EXISTANT.....	5
1.5. CONSISTANCE DES TRAVAUX.....	6
1.6. DESCRIPTION DES TRAVAUX À RÉALISER.....	7
1.7. CONTRAINTES PARTICULIÈRES IMPOSÉES AU CHANTIER.....	8
 <u>Chapitre 2. PRÉPARATION ET ORGANISATION DU CHANTIER.....</u>	 <u>10</u>
2.1. STIPULATIONS PRÉLIMINAIRES.....	10
2.2. DOCUMENTS À FOURNIR PAR LE TITULAIRE.....	10
2.3. PROGRAMME D'EXÉCUTION DES TRAVAUX.....	11
2.4. SÉCURITÉ ET PROTECTION DE LA SANTÉ.....	11
2.5. MANAGEMENT DE LA QUALITÉ DES PARTIES EN BÉTON.....	11
2.6. PLAN QUALITÉ – GÉNÉRALITÉS.....	11
2.7. PROGRAMME DES ÉTUDES D'EXÉCUTION.....	18
2.8. ÉTUDES D'EXÉCUTION.....	18
2.9. CONTRÔLE EXTÉRIEUR.....	22
2.10. DOSSIER DES OUVRAGES EXÉCUTÉS.....	22
 <u>Chapitre 3. PROVENANCE, QUALITÉ ET PRÉPARATION DES MATÉRIAUX.....</u>	 <u>24</u>
3.1. GÉNÉRALITÉS.....	24
3.2. REPÈRES DE NIVELLEMENT.....	25
3.3. PROTECTION ANTICORROSION DES PARTIES MÉTALLIQUES.....	25
3.4. OSSATURE MÉTALLIQUE.....	26
3.5. ARMATURES DE BÉTON ARMÉ.....	28
3.6. PRODUITS DE TRAITEMENT DE FISSURES DU BÉTON.....	29
3.7. PRODUITS POUR LES RAGRÉAGES.....	31

3.8. BÉTONS ET MORTIERS HYDRAULIQUES.....	33
3.9. BÉTON PROJETÉ.....	40
3.10. BARBACANES.....	47

Chapitre 4. EXÉCUTION DES TRAVAUX.....48

4.1. TRAVAUX PRÉPARATOIRES.....	48
4.2. OUVRAGES PROVISOIRES.....	51
4.3. BATARDEAUX EN TERRE – ÉPUISEMENTS.....	51
4.4. NETTOYAGE DU FOND DE LIT.....	52
4.5. BARBACANES.....	52
4.6. EXÉCUTION DES CHARPENTES MÉTALLIQUES.....	53
4.7. OUVRAGES PROVISOIRES POUR CHARPENTES MÉTALLIQUES.....	57
4.8. MONTAGE DES CHARPENTES MÉTALLIQUES.....	57
4.9. PROTECTION ANTICORROSION.....	58
4.10. ARMATURES DE BÉTON ARMÉ.....	58
4.11. TRAITEMENT DE FISSURES DU BÉTON.....	60
4.12. RAGRÉAGES.....	67
4.13. BÉTONS.....	69
4.14. PROJECTION DU BÉTON.....	70
4.15. ACHÈVEMENT DES TRAVAUX.....	75
4.16. REMISE EN ÉTAT DES LIEUX ET NETTOYAGE FINAL.....	75

CHAPITRE 1. DISPOSITIONS GÉNÉRALES

1.1. PRÉAMBULE

Le présent CCTP suppose l'utilisation des fascicules du CCTG en vigueur et les documents cités sous les titres des articles, sous-articles, paragraphes. sont les principaux documents que doit respecter le titulaire pour le domaine concerné par cet article, sous-article, paragraphe.

1.2. OBJET DU MARCHÉ

Le marché concerne les travaux de confortement de l'OH du Lacanau sur l'A63 au PR 23 + 010 permettant l'écoulement du cours d'eau précédemment nommé sur la commune de Mios (33 380).

La réhabilitation de l'ouvrage se décompose en deux phases :

- confortement provisoire composé d'une structure métallique de type « cerces » disposées sur toute la longueur de l'ouvrage préalablement au renforcement définitif de la buse ;
- renforcement définitif de la buse constitué par un anneau en béton armé de 35cm d'épaisseur minimum, coulé en place en partie inférieure (radier et base des piédroits) et en béton projeté pour la partie supérieure correspondant à la voûte.

1.3. DONNÉES GÉNÉRALES

1.3.1. PLANIMÉTRIE ET ALTIMÉTRIE

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

Les données géométriques et fonctionnelles sont disponibles dans les plans de l'ouvrage, joints au DCE (sous-dossier 2).

1.3.1.1. Planimétrie

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

1.3.1.2. Altimétrie

Conformément au décret n° 2019-165 du 5 mars 2019, tous les plans sont rapportés au zéro du nivellement du réseau NGF-IGN 1969 (IGN69) de la France métropolitaine à l'exclusion de la Corse et toutes les altitudes sont exprimées en mètres.

1.3.2. DONNÉES GÉOTECHNIQUES

Article 2 du fascicule 68 du CCTG

Tous les renseignements géologiques et géotechniques relatifs aux travaux faisant l'objet du présent marché sont consignés dans le rapport d'étude géotechnique de niveau G2 PRO joint au DCE (sous-dossier 2).

1.3.3. DONNÉES HYDRAULIQUES

Tous les renseignements hydrauliques relatifs aux travaux faisant l'objet du présent marché sont consignés dans l'étude hydraulique jointe au DCE (sous-dossier 2).

1.3.4. RÉSEAUX DE CONCESSIONNAIRES

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

D'après les DT, seul un réseau ENEDIS a été identifié dans la zone d'étude. Il s'agit d'un câble HTA souterrain implanté sous l'accotement nord de la route de Florence.

1.3.5. CONTEXTE CLIMATIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

1.3.5.1. Prise en compte du gel et des sels de déverglaçage

Le titulaire doit tenir compte, dans le choix des produits de réparation, de leur exposition au gel et aux sels de déverglaçage.

L'ouvrage à réparer est en zone de gel faible ou modéré et de salage peu fréquent.

1.3.6. CLASSES D'EXÉCUTION ET DE TOLÉRANCE AU SENS DE LA NORME NF EN 13670/CN

L'organisation de la qualité, la mise en œuvre des bétons, la fourniture et la mise en œuvre des armatures (passifs et actifs), ainsi que l'exécution des étalements et des parements de l'ouvrage doivent respecter les exigences définies par la norme NF EN 13670/CN. Pour l'application de cette norme, pour toutes les parties constitutives de l'ouvrage :

- la classe d'exécution à retenir au sens du 4.3.1 est la classe 3 ;
- la classe de tolérance à retenir au sens du 10.1 est la classe 1.

1.3.7. RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT

1.3.7.1. Généralités

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

Pour l'élaboration de son programme d'exécution et pendant le déroulement des travaux, depuis l'ouverture du chantier jusqu'à la réception des travaux, le titulaire, ainsi que l'ensemble de ses co-traitants et de ses sous-traitants devront respecter les sujétions liées à l'environnement notamment dans celles décrites dans le Schéma d'Organisation du Plan de Respect de l'Environnement (SOPRE) et mettre à jour le PRE au cours des différentes phases du chantier.

Ce document doit mentionner notamment :

- la mise en place des dispositifs de confinement du chantier pour la protection de l'environnement, ainsi que la protection et le balisage des zones sensibles conformément aux mesures définies dans le PRE ;
- les dispositifs de protection du cours d'eau contre toutes les pollutions y compris par des matériaux de déblai, de démolition ou de construction ;
- une embarcation armée ainsi que des bouées, pour assurer la sécurité des travaux en site aquatique.

1.3.7.2. Plan de respect de l'environnement

Le titulaire doit nommer un responsable environnement chargé d'établir un Plan pour le Respect de l'Environnement (PRE) et de veiller à son application durant tout le chantier. Ce document doit respecter la Notice de Respect de l'Environnement (NRE) et le SOPRE.

Le responsable environnement a en charge la coordination des PRE des entreprises co-traitantes et sous-traitantes, et notamment la mise en forme d'un document unique.

Le PRE précise l'organisation envisagée par le titulaire pour la prise en compte de l'environnement sur le chantier. Celle-ci est présentée sous forme d'un organigramme articulé sur le responsable environnement.

Dans le cas où l'aspect environnemental n'a pas été analysé pour l'exécution d'une tâche particulière, le titulaire doit systématiquement appliquer un principe de précaution et adopter les mesures intégrant des dispositions proportionnées visant à prévenir un risque de dommage. Elles doivent porter sur les choix de produits, matériaux et méthodes de travail. Ces choix doivent être justifiés sur le plan environnemental.

Le PRE présente un modèle de support nécessaire au suivi des opérations propres à l'environnement ainsi que leur archivage.

La fiche de suivi environnementale doit être transmise à l'AMO en écologie du maître d'ouvrage et à la maîtrise d'œuvre à chaque événement ou mise à jour.

Le PRE comprend notamment une composante déchets qui décrit de manière détaillée :

- les méthodes employées 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 mis en œuvre pendant les travaux ;
- 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 mis en œuvre pendant les travaux.

1.4. DONNÉES CONCERNANT L'OUVRAGE EXISTANT

1.4.1. DONNÉES GÉOMÉTRIQUES ET FONCTIONNELLES

Type de structure	Buse métallique ARMCO de type passage
Nombre d'éléments	1
Dimensions	5,80m (ht)* 6,45m (l)
Longueur	83m y compris sifflet
Biais par rapport à l'A63	90 grades
Pente longitudinal	p=0.002
Extrémité Amont	En sifflet avec mur de tête perreyé
Extrémité Aval	En sifflet avec mur de tête perreyé
Fondation	Au niveau du TN (sable) sur un remblai d'assise de 20 cm

Hauteur maximale de la couverture de remblais au droit de la buse	6,00 m
Date de construction	1977

Les plans joints au présent CCTP complètent les informations citées ci-dessus.

1.4.2. DÉSORDRES CONSTATÉS SUR L'OUVRAGE

1.4.2.1. Description des désordres

Les inspections détaillées périodiques réalisées (IDP) en 2010, 2016 et 2022 ont mis en avant une évolution importante de l'oxydation et du feuilletage généralisé dans les plaques de radier en zone de marnage depuis 2016. La cotation IQOA de la buse a été requalifiée de 2E à 3U (défauts structurels graves)

Les mesures d'épaisseurs résiduelles d'acier, réalisées sur la buse en juin 2014 et en 2016, mettent en évidence des pertes significatives d'acier au niveau des tôles et des écrous oscillants entre 5 et 57% selon les zones, pour une épaisseur nominale initiale estimée à 5mm. La cartographie des zones corrodées établie en 2018 montre que la corrosion s'étend sur la longueur de l'ouvrage et sur des hauteurs variant de 1,00 m à 1,85 m, rendant le risque de rupture de l'ouvrage probable

Une surveillance renforcée a été mise en place, à la suite de l'IDP de 2016 incluant un suivi annuel par scan 3D depuis 2018. Ce dernier révèle une déformation progressive de l'ouvrage, qui tend à adopter une forme d'ogive, voire de poire, sans pour autant présenter de signes immédiats de rupture.

1.4.2.2. Origine des désordres

Les principaux désordres sont liés essentiellement à l'âge de l'ouvrage.

1.5. CONSISTANCE DES TRAVAUX

1.5.1. TRAVAUX COMPRIS DANS L'ENTREPRISE

L'entreprise comprend toutes les fournitures et mises en œuvre nécessaires à la complète réalisation des travaux objets du présent marché, ainsi que la remise en état des lieux mis à la disposition du titulaire ou modifiés par le déroulement des travaux, à l'exclusion de celles mentionnées au sous-article suivant.

Le titulaire réalise les travaux en tenant compte de la nécessité d'éviter toute action susceptible d'endommager l'ouvrage.

Les travaux définis au présent marché comprennent notamment :

- les études d'exécution ;
- le contrôle intérieur ;
- les installations de chantier y compris la préparation des zones nécessaires et la mise en place de la base vie ;
- les accès aux extrémités de l'ouvrage depuis les voiries communales et la signalisation de chantier, y compris la collecte et le traitement des eaux de ruissellement ;
- les opérations de débroussaillage, de décapage et de nettoyage de la végétation ;
- la mise en place des dispositifs de confinement du chantier pour la protection de l'environnement, ainsi que la protection et le balisage des zones sensibles ;

- la livraison et la mise en œuvre des éléments métalliques de confortement provisoire ;
- l'interruption de chantier et le repli des installations de chantier entre les deux phases d'exécution ;
- la reprise du chantier avec la remise en place des installations, de la signalisation de chantier et des pistes d'accès au démarrage de la seconde phase d'exécution ;
- la signalisation propre de chantier, hors signalisation autoroutière ;
- les opérations de débroussaillage, de décapage et de nettoyage de la végétation ;
- la mise en œuvre des ouvrages provisoires ou éléments provisoires, ainsi que tous les ouvrages mis au marché et qui ne font pas partie des travaux de réparation proprement dits ;
- la mise à sec de l'ouvrage par constitution de batardeaux amont et aval, en maintenant l'écoulement du cours d'eau au travers de canalisations ;
- la réalisation du confortement inférieur en béton armé coulé en place, y compris les opérations de basculement des canalisations selon phasage de réalisation ;
- la mise en œuvre de barbacanes ;
- la mise en place des équipements environnementaux liés à la faune ;
- la mise en place de la plateforme intermédiaire ;
- la remise en eau du cours d'eau y compris repli des batardeaux ;
- la réalisation du confortement de la voûte en béton armé projeté ;
- les travaux de restauration des perrés et abouts de buse en béton armé (traitement des fissures et éclats de béton, ragréages) ;
- le traitement de la jonction du confortement et des perrés ;
- le nettoyage puis l'évacuation de la plateforme de travail ;
- le repliement et la remise en état des lieux ;
- la réalisation et la fourniture du dossier de récolement.

1.5.2. TRAVAUX NON COMPRIS DANS L'ENTREPRISE

Les travaux non compris correspondent à la mise en place des aménagements et signalisation de chantier propre à l'autoroute A63 qui seront mis en place par le centre d'exploitation et d'intervention local de l'autoroute A63 (CEI de Mios).

1.6. DESCRIPTION DES TRAVAUX À RÉALISER

1.6.1. CONFORTEMENT ET TRAVAUX

Les travaux de réhabilitation de la buse métallique seront réalisés en deux phases :

- les travaux de confortement provisoire :
 - la signalisation propre de chantier ;
 - les opérations de débroussaillage, de décapage et de nettoyage de la végétation autour et sur les perrés de l'ouvrage ;
 - la mise en place des dispositifs de confinement du chantier pour la protection de l'environnement, ainsi que le balisage et la protection des zones sensibles ;
 - la création des accès aux extrémités de l'ouvrage ;
 - la mise en place d'un barrage filtrant en aval de la buse ;

- le curage par aspiration des matériaux du lit du cours d'eau sur radier de la buse ;
- la livraison et la mise en œuvre dans le cours d'eau des éléments métalliques de confortement provisoire ;
- l'interruption et le nettoyage du chantier, y compris repli du barrage filtrant puis le repli des installations de chantier.
- les travaux de renforcement définitif :
 - la reprise du chantier avec la remise en place des installations de chantier ;
 - la signalisation propre de chantier ;
 - les opérations éventuelles de débroussaillage, de décapage et de nettoyage de la végétation ;
 - la mise en place d'un barrage filtrant en aval de la buse ;
 - la réalisation des batardeaux et la mise en place des canalisations de dérivation du cours d'eau ;
 - la mise en place de l'ensemble des mesures conservatoires et de protection de l'environnement (faune/flore) ;
 - la réalisation d'une pêche de sauvegarde ;
 - la mise à sec et le curage des sédiments du lit du cours d'eau sur radier de la buse ;
 - la réalisation du confortement inférieur en béton armé coulé en place, y compris les opérations de basculement des canalisations selon phasage de réalisation ;
 - la mise en œuvre de barbacanes ;
 - la mise en place des équipements environnementaux liés à la faune (rampes à anguilles et banquettes petite faune) ;
 - les travaux de restauration des perrés en béton et le traitement des abouts de buse en béton armé (nettoyage et purges des parements, traitement des fissures et éclats de béton, ragréages, connexion buse béton/perrés...) ;
 - la mise en place de la plateforme de travail intermédiaire ;
 - le nettoyage et la remise en eau du cours d'eau y compris repli des batardeaux ;
 - la réalisation du renforcement de la voûte en béton armé projeté ;
 - le traitement de la jonction du renforcement et des perrés ;
 - le repli de la plateforme de travail puis du barrage filtrant aval ;
 - le nettoyage du chantier, le repli des dispositifs de protection environnementaux ;
 - la remise en état des pistes d'accès et des terrains, ainsi que le repli des installations de chantier.

1.6.2. ASPECT DES PAREMENTS APRÈS PROJECTION DU BÉTON SUR LE PAREMENT BÉTON

Après projection, les parements présenteront une finition réglée et talochée.

1.7. CONTRAINTES PARTICULIÈRES IMPOSÉES AU CHANTIER

1.7.1. CONDITIONS D'ACCÈS AU SITE

Les accès principaux sont réalisés exclusivement depuis les voiries communales et les pistes de chantier créées dans le cadre du marché.

Les livraisons depuis l'A63 sont autorisées de nuit sous protection du district de Gironde (CEI Mios) pour les marchandises hors gabarit.

Les emplacements mis à disposition du titulaire et les voies permettant d'accéder au site sont détaillés dans les plans joints au sous-dossier 2 du DCE.

1.7.2. MAINTIEN DES CIRCULATIONS

Les circulations routières sur l'autoroute A63 seront maintenues pendant toute la durée du chantier.

La mise en place des SMV sera effectuée de nuit sous protection du CEI de Mios. Ces dispositifs seront maintenus en place pendant toute la durée d'exécution du marché (début de la phase 1 jusqu'à la fin de la phase 2).

1.7.3. MOYENS MIS EN ŒUVRE

Conformément à la NRE, et afin d'éviter tout risque de pollution du milieu naturel, le titulaire réalise les travaux en tenant compte de :

- la nécessité d'éviter toute action susceptible d'endommager l'ouvrage existant ;
- l'interdiction de circuler avec des engins de chantier mécanisés dans le cours d'eau ;
- la mise en place de moyens de transport, de manutention et de mise en œuvre des matériaux sans engin motorisé.

Préalablement aux travaux dans le cours d'eau, le titulaire mettra en œuvre un barrage filtrant immédiatement en aval de la zone de travaux.

Avant la réalisation de l'opération de mise en œuvre des éléments métalliques de confortement provisoire, un curage du lit du cours d'eau dans la buse est nécessaire. Ce curage prévu par aspiratrice se faisant sous eau, les moyens suivants sont à prévoir :

- un dispositif de protection de la zone de curage pour éviter l'aspiration de faune piscicole (caisson grillagé à mailles fines par exemple) ;
- un dispositif permettant de limiter la venue d'eau au droit des zones curées ;
- une cuve complémentaire de vidange permettant la décantation des eaux pompées avant rejet dans le cours d'eau en amont du barrage filtrant.

Lors de l'opération de confortement définitif de l'ouvrage, la zone de travaux sera préalablement mise à sec. Le curage complet du lit du cours d'eau sera réalisé directement après la mise à sec du cours d'eau.

Les matériaux aspirés seront stockés provisoirement pour être utilisés lors de la remise en état de la zone chantier en fin de travaux entre les extrémités de la buse et les batardeaux. Les matériaux excédentaires seront à réutiliser sur des zones à définir avec l'AMO environnemental.

1.7.4. LIMITATION DES NUISANCES ET RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT

Le titulaire est tenu de respecter tout au long des travaux l'ensemble des prescriptions relatives au respect de l'environnement, à la maîtrise des déchets et à la limitation des nuisances portées au CCAP et à la NRE.

Les actions doivent être exécutées en tenant compte notamment de la nécessité :

- d'assurer un écoulement correct des eaux de ruissellement et du cours d'eau pendant toute la durée des travaux ;
- de protéger les eaux du cours d'eau contre toute pollution due au chantier ;
- de protéger l'environnement de l'ouvrage contre toute pollution due au chantier.

CHAPITRE 2. PRÉPARATION ET ORGANISATION DU CHANTIER

2.1. STIPULATIONS PRÉLIMINAIRES

Le titulaire soumet à l'acceptation du maître d'œuvre toutes les dispositions techniques qui ne font pas l'objet de stipulations dans le présent CCTP.

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 de l'ouvrage, en phase de travaux comme en phase de service.

Ces propositions doivent être assorties de justifications correspondantes, telles que notices, mémoires, rapports d'organismes de certification ou de laboratoires agréés, procès-verbaux d'essais, etc.

Tous les documents remis par le titulaire à la maîtrise d'œuvre doivent être rédigés en français.

Pour la mise en œuvre du béton, la gestion de l'exécution doit respecter les exigences de la norme NF EN 13670/CN.

2.2. DOCUMENTS À FOURNIR PAR LE TITULAIRE

Norme NF EN 13670/CN, chapitre 4 du fascicule 65 du CCTG, articles 28, 29 et 40 du CCAG-T

2.2.1. DISPOSITIONS GÉNÉRALES

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

- les documents relatifs à la sécurité et à la protection de la santé validé par le CSPS de la maîtrise d'ouvrage ;
- les documents relatifs à la protection de l'environnement soumis et visés par le coordinateur environnemental de la maîtrise d'ouvrage ;
- les documents relatifs aux ouvrages provisoires de 2^{ème} catégorie ;
- les documents de suivi du contrôle intérieur dont seul le cadre est soumis à son acceptation.

2.2.2. LISTE DES DOCUMENTS À FOURNIR

L'ensemble des documents à fournir par le titulaire, soit pendant la mise au point du marché, soit pendant la période de préparation des travaux, soit après exécution, est regroupé sous les rubriques suivantes :

- les études de batardeaux ;
- le programme d'exécution ;
- le Plan d'Assurance Qualité (PAQ), comprenant notamment les documents de suivi d'exécution et les documents de levée de point d'arrêt ;
- les documents liés à l'ensemble des agréments de matériaux ;
- les études d'exécution ;
- les documents relatifs à la sécurité et à la protection de la santé ;
- le plan de respect de l'environnement (PRE), qui inclut une composante « gestion des déchets » ;

- les documents de levée de points d'arrêt techniques et environnementaux comprenant les bordereaux de suivi des déchets ;
- le journal de chantier ;
- le Dossiers des Ouvrages Exécutés (DOE) ;
- les documents nécessaires à la constitution du Dossier d'Intervention Ulérieure sur l'Ouvrage (DIUO).

2.3. PROGRAMME D'EXÉCUTION DES TRAVAUX

Article 28.2 du CCAG-T, article 4.2.1.1 du fascicule 65 du CCTG

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

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

2.4. SÉCURITÉ ET PROTECTION DE LA SANTÉ

Article 28.3 du CCAG-T, loi n° 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 aux CCAP et PGCSPS.

2.5. MANAGEMENT DE LA QUALITÉ DES PARTIES EN BÉTON

Norme NF EN 13670/CN, article 4.3 du fascicule 65 du CCTG

Le cas échéant, l'application de la norme NF EN 13670/CN s'effectue selon les modalités suivantes :

- pour l'application du 4.3.1 de la norme NF EN 13670/CN, la classe d'exécution à retenir est la classe 3 ;
- pour l'application des 4.1 (4), 4.3.1 (6), 4.3.1 (7) de la norme NF EN 13670/CN, le titulaire applique le 4.3 du fascicule 65 du CCTG.

Ainsi :

- le titulaire doit effectuer tous les contrôles prévus par le fascicule 65 du CCTG et fournir un programme de ces contrôles conforme au B.4.3.3 de la norme NF EN 13670/CN ;
- en plus du contrôle intérieur effectué par le titulaire, un contrôle extérieur est effectué sous la responsabilité du maître d'œuvre.

2.6. PLAN QUALITÉ – GÉNÉRALITÉS

Norme NF EN 13670/CN, article 4.2.2 fascicule 65 du CCTG

2.6.1. COMPOSITION GÉNÉRALE DU PLAN QUALITÉ

Le PAQ est constitué :

- de l'organigramme des responsables sur le chantier concernant l'ensemble des intervenants, sous-traitants inclus.
- du calendrier de fourniture des documents ;
- des procédures d'exécution ;
- du nombre des documents adressés à la maîtrise d'œuvre, aux bureaux de contrôle et autres intervenants ;
- de l'ensemble des agréments des matériaux et des fournitures de l'ouvrage définitif ;
- du programme des contrôles interne et externe ;

- des cadres des documents de suivi d'exécution.

Le PAQ doit être conforme :

- à la norme NF EN 13670/CN et à l'article 4.2.2 du fascicule 65 du CCTG pour les parties en béton ;
- à l'article 4.2.1 du fascicule 66 du CCTG ;
- à l'article 3.3 du fascicule 56 du CCTG pour la protection anticorrosion des parties métalliques.

Le programme de contrôle des parties en béton est établi conformément au B.4.3.3 de la norme NF EN 13670/CN.

2.6.2. POINTS D'ARRÊT ET POINTS CRITIQUES

Au cours de l'exécution des ouvrages, le maître d'œuvre procède à des contrôles, préalablement définis, pour lesquels la poursuite des opérations par le titulaire est subordonné à son acceptation prononcée dans un délai déterminé. Ces points de contrôles sont appelés " Points d'arrêt " : ils sont associés à des délais de préavis, délais au-delà desquels le titulaire peut poursuivre l'exécution en absence de manifestation du maître d'œuvre.

Pour les points d'arrêt liés à l'acceptation par le maître d'œuvre des résultats d'essais de convenance, d'éléments témoins ou d'épreuves d'études, les délais de préavis sont de 5 jours travaillés.

Pour les points d'arrêt d'exécution récapitulés ci-après, sauf proposition particulière du titulaire acceptée par le maître d'œuvre ou son représentant, les délais de préavis sont de 2 jours travaillés :

Phase des travaux	Points d'arrêt
Phase préparatoire	– Acceptation du PAQ.
Batardeau	– Réception du batardeau.
Pontage de fissures	– Définition et acceptation des zones à ponter ; – Réception de l'épreuve de convenance de pontage avant démarrage des travaux de pontage sur l'ouvrage.
Béton projeté	– Définition et acceptation des zones à traiter par béton projeté ; – Réception de l'épreuve de convenance de projection ; – Réception des préparations de surface et des armatures avant projection.
Bétonnages	– Acceptation des centrales à béton ; – Acceptation de l'épreuve de convenance après acceptation de l'épreuve d'étude ou des références probantes ; – Autorisation de bétonnage d'une partie d'ouvrage ; – Acceptation des parements.

Armatures pour béton armé	– Acceptation des armatures ; – Autorisation de pose des armatures.
Fin des travaux	– Réception des zones réparées avant enlèvement des dispositifs d'accès et des échafaudages.

La liste des points critiques est présentée par le titulaire dans le document d'organisation générale du PAQ.

Le contrôle intérieur à la chaîne de production exécuté par le titulaire est complété par un contrôle extérieur du maître d'œuvre, qui peut porter notamment sur la qualité des mortiers, des produits de protection générale de surface par revêtement ainsi que sur la qualité des parements finis.

2.6.3. NOTE D'ORGANISATION GÉNÉRALE DU CHANTIER

[Norme NF EN 13670/CN, article 4.2.2.1 du fascicule 65 du CCTG](#)

La liste et l'organigramme des responsables sur le chantier concernent l'ensemble des intervenants, sous-traitants inclus.

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

- calendrier de fourniture des documents ;
- nombre des documents adressés au maître d'œuvre, aux bureaux de contrôle et autres intervenants ;
- principes et délais pour les vérifications et modifications ;
- liste des procédures d'exécution ;
- principe du contrôle intérieur envisagé.

2.6.4. PROCÉDURES D'EXÉCUTION

2.6.4.1. Liste des procédures d'exécution

Les procédures d'exécution à fournir sont les suivantes :

- diffusion des documents ;
- réception des fournitures, matériaux et composants sur le chantier ;
- épreuves de convenance (déroulement, moyens humains et matériels mis en œuvre...) ;
- fabrication des éléments préfabriqués de l'ossature métallique (confortement provisoire)
- acheminement à pied d'œuvre, assemblage et mise en place de l'ossature métallique (confortement provisoire) ;
- montage des échafaudages et des ouvrages provisoires ;
- réalisation de batardeau ;
- coffrage et parements ;
- préparation de surfaces ;
- pose des armatures de béton armé ;
- bétonnage ;
- restauration des parements béton des perrés et abouts de la buse ;

- projection du béton sur le parement béton.

2.6.4.2. Documents annexés aux procédures d'exécution

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

- le plan de phasage des travaux de réparation ;
- le projet des ouvrages provisoires ;
- le dossier d'étude des bétons et leurs références ;
- l'ensemble des dispositions prises pour la protection de l'environnement ;
- le programme de bétonnage ;
- les références des documents internes du chantier et consultables par le maître d'œuvre sur le chantier.

2.6.5. ASSURANCE DE LA QUALITÉ POUR LES BÉTONS PROJETÉS SUR PAREMENT BÉTON

Le PAQ définit :

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

Le PAQ précise :

- les conditions de réalisation des épreuves de convenance ;
- les modalités de communication des résultats par le titulaire au maître d'œuvre ;
- la conduite à tenir lorsque les résultats escomptés ne sont pas atteints.
- Les épreuves de convenance sont à la charge du titulaire et doivent être réalisées avant le début de la projection, sur le chantier et dans les conditions de celui-ci pour vérifier :
- la méthode de préparation du support ;
- la mise en place du ferrailage éventuel ;
- la projection (y compris la qualification du porte-lance) ;
- le respect des épaisseurs ;
- les caractéristiques du béton projeté.

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

2.6.6. ASSURANCE DE LA QUALITÉ POUR LES TRAITEMENTS DE FISSURES DU BÉTON

Le traitement de fissures comprend les opérations de pontage, de calfeutrement et/ou d'injection des parements des perrés des abouts de l'ouvrage.

Le PAQ définit :

- la méthode de préparation du support ;
- le mode de réparation et la méthode d'application utilisés ;
- la nature, la catégorie, la provenance et le dosage des produits ;
- la fonction et la nature du contrôle intérieur ;
- les références du personnel.

Le PAQ précise :

- les conditions de réalisation des épreuves de convenance ;
- les modalités de communication des résultats par le titulaire au maître d'œuvre ;
- la conduite à tenir lorsque les résultats escomptés ne sont pas atteints.
- Les épreuves de convenance doivent être réalisées au minimum vingt-quatre heures avant le début des pontages, sur le chantier et dans les conditions de celui-ci.

Le PAQ définit en outre les spécifications de mise en œuvre qui comportent deux volets :

- des documents précis rédigés par le formulateur des produits de pontage, de calfeutrement et/ou d'injection, qui doivent définir les différentes phases à respecter, pour préparer et appliquer le produit, ainsi que les différentes contre-indications d'emploi de ce produit ;
- des documents écrits par le titulaire qui détaillent le matériel à utiliser, ainsi que les opérations à réaliser sur le chantier lors de l'application. Ces documents doivent se référer aux documents du formulateur.

Le PAQ définit, pour tous les produits employés, les caractéristiques principales (mécaniques, remplissage, souplesse) des matériaux mis en œuvre.

2.6.7. MAÎTRISE DE LA CONFORMITÉ DES BÉTONS

Norme NF EN 13670/CN, chapitre 8 du fascicule 65 du CCTG

2.6.7.1. Nature et qualité des différents constituants

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

Pour les granulats (normes NF EN 12620+A1 et NF P 18-545), le PAQ 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+A1 et NF EN 13139) ;
 - propreté des sables et graves (NF EN 933-8+A1 et NF EN 933-9) ;
 - polluants organiques (norme NF EN 1744-1+A1) ;
 - 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+A1) ;
 - 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 NF P 18-576) ;
 - niveau de réactivité vis-à-vis de la réaction alcali-silice (normes NF P 18-594, FD P 18-542 et XP P 18-544) ;

- sensibilité au gel-dégel (normes NF EN 1097-6 et NF EN 1367-1).

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

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

2.6.7.2. Dispositions particulières liées aux réactions de gonflement interne des bétons

2.6.7.2.1. Réaction sulfatique interne

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

2.6.7.2.2. Alkali-réaction

Dispositions concernant le dossier d'étude des bétons

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

Si les granulats ne bénéficient pas du droit d'usage de la marque NF-Granulats mais si le producteur de granulats dispose d'un dossier carrière élaboré conformément aux prescriptions du fascicule de documentation FD P 18-541 et approuvé par le maître d'œuvre, le dossier d'étude des bétons doit contenir les extraits du plan qualité du producteur permettant de certifier la qualification vis-à-vis de l'alkali-réaction des granulats utilisés. Ces documents sont accompagnés des résultats des contrôles intérieurs effectués par le producteur de granulats.

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

Si les granulats sont potentiellement réactifs (PR), tous les résultats des essais prévus aux 6.3.2 et 6.3.3 du fascicule de documentation FD P 18-464 doivent être joints au dossier d'étude des bétons.

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

Dispositions concernant les procédures de bétonnage

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

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

Si les granulats sont potentiellement réactifs (PR) et si les opérations de bétonnage s'étalent sur une période supérieure à deux mois, les procédures de bétonnage doivent prévoir la fourniture au

maître d'œuvre, avant bétonnage, des résultats des essais prévus aux 6.3.2 et 6.3.3 du fascicule de documentation FD P 18-464. Ces essais doivent dater de moins de deux mois.

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

Ces essais doivent être conduits sur la formule modifiée.

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

2.6.7.3. Mise en œuvre du béton sous conditions climatiques extrêmes

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

2.6.8. MAÎTRISE DE LA CONFORMITÉ POUR LES ARMATURES DE BÉTON ARMÉ

Norme NF EN 13670/CN, article 6.6 du fascicule 65 du CCTG

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

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

Enfin, si une protection contre la corrosion des armatures de béton armé est prévue, le PAQ explicite ses modalités.

2.6.9. MAÎTRISE DE LA CONFORMITÉ POUR LES OUVRAGES PROVISOIRES

Norme NF EN 13670/CN, chapitre 5 du fascicule 65 du CCTG

2.6.9.1. Généralités

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

Ce projet doit également fournir le phasage détaillé et précis des réparations, ceci afin de définir la position et d'établir l'état des ouvrages provisoires au niveau de chaque phase.

Les ouvrages provisoires sont dimensionnés en prenant en compte tout le poids de la structure à exécuter sans faire appel à la résistance d'aucune partie de celle-ci et notamment tenir compte des retombées de mortier dans le cas de réparation par projection.

Le titulaire est responsable des ouvrages provisoires.

La réception est assurée par le Chargé des Ouvrages Provisoires (COP) du titulaire.

2.6.9.2. Dessins des ouvrages provisoires

Article 5.1.4.2 du fascicule 65 du CCTG

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

- les types et modules normalisés de tous les profils à utiliser, les épaisseurs de tubes et non pas seulement leurs diamètres extérieurs ;

- les pièces qui, du fait de la pente ou du dévers de l'intrados de l'ouvrage à réparer, 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 appuis de l'étalement : sol, ancienne chaussée, pieux, débords de semelle, etc.
- 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 déchargement et le démontage des ouvrages provisoires ;
- l'emplacement des boîtes à sable, coins ou vérins nécessaires au démontage des ouvrages provisoires ;
- 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 parties 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.

2.6.9.3. Règles de calcul

Les ouvrages provisoires sont calculés conformément aux indications de l'article 5.3.6 du fascicule 65 du CCTG.

2.6.10. DOCUMENTS DE SUIVI D'EXÉCUTION

La liste des documents de suivi d'exécution est définie au PAQ pour chaque procédure d'exécution. Lors de l'exécution, le titulaire adresse au maître d'œuvre les documents de suivi du contrôle intérieur au fur et à mesure de l'obtention des résultats du contrôle intérieur.

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

2.7. PROGRAMME DES ÉTUDES D'EXÉCUTION

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

2.8. ÉTUDES D'EXÉCUTION

Article 29.1 du CCAG-T, article 4.2.1.2 du fascicule 65 du CCTG

Les études d'exécution comprennent :

- les relevés géométriques et prises de cote nécessaires à la réalisation des études d'exécution et travaux, en complément des éléments de récolement des ouvrages disponibles ;
- une note d'hypothèses de calcul définissant les bases des études d'exécution ;
- les documents d'exécution comprenant l'ensemble des notes de calculs et des plans nécessaires à la réalisation des travaux.

Les notes de calculs électroniques doivent être accompagnées d'une note de synthèse manuelle qui récapitule :

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

2.8.1. BASES DES ÉTUDES D'EXÉCUTION

Article 4.2.1.2 du fascicule 65 du CCTG

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

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

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

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

2.8.2. TEXTES RÉGLEMENTAIRES ET RÈGLEMENTS DE CALCUL

D'une manière générale, les justifications relatives aux études d'exécution sont effectuées selon les modalités précisées dans les documents suivants :

- les normes NF EN 1990 et son amendement NF EN 1990/A1 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1990/NA et NF EN 1990/A1/NA ;
- les normes NF EN 1991-1-1, NF EN 1991-1-3 et son amendement NF EN 1991-1-3/A1, NF EN 1991-1-4 et son amendement NF EN 1991-1-4/A1, NF EN 1991-1-5, NF EN 1991-1-6 et NF EN 1991-1-7 et son amendement NF EN 1991-1-7/A1 ainsi que leurs annexes nationales, les normes NF EN 1991-1-1/NA (NF P06-111-2 et son amendement NF P06-111-2/A1), NF EN 1991-1-3/NA et ses amendements NF EN 1991-1-3/NA/A1 et NF EN 1991-1-3/NA/A2, NF EN 1991-1-4/NA et ses amendements NF EN 1991-1-4/NA/A1, NF EN 1991-1-4/NA/A2 et NF EN 1991-1-4/NA/A3, NF EN 1991-1-5/NA, NF EN 1991-1-6/NA et NF EN 1991-1-7/NA ;
- la norme NF EN 1991-2 et son annexe nationale, la norme NF EN 1991-2/NA ;
- les normes NF EN 1992-1-1 et son amendement NF EN 1992-1-1/A1, et NF EN 1992-2 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1992-1-1/NA et NF EN 1992-2/NA ;
- le guide FD P 18-717 d'application des normes NF EN 1992 ;
- les normes NF EN 1993-1-1 et son amendement NF EN 1993-1-1/A1, NF EN 1993-1-5 et ses amendements NF EN 1993-1-5/A1 et NF EN 1993-1-5/A2, NF EN 1993-1-8, NF EN 1993-1-9, NF EN 1993-1-10, NF EN 1993-2 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1993-1-1/NA, NF EN 1993-1-5/NA, NF EN 1993-1-8/NA, NF EN 1993-1-9/NA, NF EN 1993-1-10/NA et NF EN 1993-2/NA ;

- les normes NF EN 1994-1-1 et NF EN 1994-2 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1994-1-1/NA et NF EN 1994-2/NA ;
- la norme NF EN 1997-1, son amendement NF EN 1997-1/A1 et son annexe nationale, la norme NF EN 1997-1/NA, ainsi que les normes d'application nationales NF P 94-261, NF P 94-262, NF P 94-270, NF P 94-281 et NF P 94-282 ;
- les normes NF EN 1998-1 et son amendement NF EN 1998-1/A1, NF EN 1998-2 et ses amendements NF EN 1998-2/A1 et NF EN 1998-2/A2, NF EN 1998-5 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1998-1/NA, NF EN 1998-2/NA, NF EN 1998-5/NA ;
- le décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique ;
- le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- l'arrêté du 26 octobre 2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux ponts de la classe dite « à risque normal » ;
- le document du Sétra d'octobre 1982 « Transports exceptionnels – Définition des convois-types et règles pour la vérification des ouvrages d'art » ;
- le document du Cerema d'octobre 2016 « Carte des transports exceptionnels – Définition de convois type pour l'évaluation et le dimensionnement des ouvrages d'art ».

Toutefois, l'application des Eurocodes se fait avec les adaptations pertinentes pour un ouvrage existant. Ces adaptations sont soumises à la validation du maître d'œuvre.

La conception et le dimensionnement des scellements de barres d'armatures dans le béton armé doivent respecter les recommandations du fascicule FD P 18-823.

2.8.3. ACTIONS ET SOLLICITATIONS

Ces hypothèses de calcul sont à prendre en compte uniquement pour la justification du renforcement définitif de la buse. Le dimensionnement du confortement provisoire, dont les principes sont définis dans le sous-dossier 2 du dossier de consultation, n'est pas à justifier et ne sera pas pris en compte dans le dimensionnement du renforcement définitif.

2.8.3.1. Charges permanentes

2.8.3.1.1. Poids propre des structures

(NF EN 1991-1-1, NF P 06-111-2 COMPIL (annexe nationale de NF EN 1991-1-1))

Conformément à l'article 4.1.2 (5) de la norme NF EN 1990 COMPIL 1, le poids propre de la structure peut être représenté par une valeur caractéristique unique calculée sur la base des dimensions nominales figurant sur les plans d'exécution et des poids volumiques suivantes :

- poids volumique du béton armé : 25 kN/m³ ;
- poids volumique de l'acier de charpente : 78 kN/m³.

2.8.3.1.2. Retrait et fluage

(NF EN 1992-1-1, NF EN 1992-1-1/A1, NF EN 1992-1-1/NA, NF EN 1992-1-1/NA/A1)

Les déformations de retrait et de fluage du béton sont calculées conformément à l'article 3.1.4 et à l'annexe B des normes NF EN 1992-1-1, NF EN 1992-1-1/A1, NF EN 1992-1-1/NA, NF EN 1992-1-1/NA/A1.

2.8.3.2. Charges d'exploitation

(NF EN 1991-2, NF EN 1991-2/NA)

2.8.3.2.1. Charges routières normales

L'ouvrage 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 de sa chaussée, telle que définie par l'article 4.2.3 de ces normes, est de 11,00 m.

2.8.3.2.2. Charges routières exceptionnelles

L'ouvrage est situé sous un réseau routier classé TE94,

L'ouvrage doit supporter les convois exceptionnels de 3ème catégorie et de 94 Tonnes de charge maximum définis dans le document « Transports exceptionnels - Guide sur le franchissement des ouvrages d'art » du Cerema. Ces convois sont considérés comme se déplaçant seul. Leur prise en compte s'effectue conformément aux recommandations de l'Annexe à l'annexe nationale « 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.

2.8.3.3. Charges pour la vérification à la fatigue

(NF EN 1991-2, NF EN 1991-2/NA)

Aucun modèle de charge de fatigue n'est à prendre en compte.

2.8.3.4. Engins et matériels de chantier

Le poids des engins et matériels de chantier divers présents sur site ne devront pas être dimensionnant vis à vis de l'ouvrage.

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

(NF EN 1991-1-6, NF EN 1991-1-6/NA)

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

- une charge Q_{ca} représentant le personnel et le petit outillage modélisée par une charge uniformément répartie $q_{ca,k}$ de 1,0 kN/m² ;
- une charge Q_{cb} représentant le stockage d'éléments déplaçables modélisée par une charge uniformément répartie $q_{cb,k}$ de 0,2 kN/m² et une charge concentrée $F_{cb,k}$ de 100 kN.

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

- une charge Q_{cc} représentant les équipements non permanents et prise égale à sa valeur réelle, avec toutefois un minimum aussi pénalisant qu'une charge uniformément répartie de valeur caractéristique $q_{cc,k}$ égale à 0,5 kN/m² ;
- une charge Q_{cd} représentant les machines et équipements lourds déplaçables et prise égale à sa valeur réelle ;
- une charge Q_{ce} représentant les accumulations de matériaux de rebut déplaçables et prise égale à sa valeur réelle ;
- une charge Q_{cf} représentant les charges dues à des parties d'une structure dans des phases provisoires, avant que les actions définitives ne développent leurs effets ; pour la détermination de cette charge, conformément au tableau A.1 de l'annexe A de la norme NF EN 1991-1-1, le poids volumique du béton frais est à majorer de 1 kN/m³ par rapport au poids volumique du béton durci.

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

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

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

- poids volumique égale à 20 kN/m³ ;
- cohésion nulle, angle de frottement interne 30°, module pressiométrique de 10 MPa ;
- coefficient de poussée des terres derrière la buse compris entre 0,25 et 0,50 (calcul en fourchette) ;

2.8.3.7. Charges d'exploitation sur les remblais d'accès

(NF EN 1991-2, 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, les poussées des charges d'exploitation correspondent aux effets des charges verticales suivantes :

- sur la chaussée, le modèle de charge LM1 pris en valeur caractéristique réduite de 30 % et dont les charges des tandems peuvent être réparties uniformément sur un rectangle de 3 m de large et 2,20 m de long ;
- sur les autres surfaces, une charge verticale uniformément répartie de 20kN/m².

2.8.3.8. SÉISME

L'ouvrage est situé en zone de sismicité 1, par conséquent, aucune charge sismique sur l'ouvrage ne sera prise en compte.

2.8.3.9. CHARGES POUR LE DIMENSIONNEMENT DES BANQUETTES FAUNES

Pour le dimensionnement des banquettes faunes, une charge répartie de 1 kN/m² est prise en compte.

2.8.4. PLANS D'EXÉCUTION ET NOTES TECHNIQUES

Le titulaire établit une « liste des plans et notes de calculs », qui doit être régulièrement tenue à jour, constituant le dossier d'exécution, en indiquant notamment pour chaque dessin :

- l'indication du bureau d'études (bureau d'études du titulaire ou bureau d'études sous-traitant) ;
- le nom de la personne de ce bureau d'études, responsable du dessin ;
- le numéro ;
- le titre complet ;
- la date d'établissement ;
- le ou les indices des modifications, avec les dates correspondantes ;
- le repérage de ces modifications ;
- l'indication succincte de la nature de cette ou de ces modifications ;
- la ou les dates d'envoi au visa du maître d'œuvre ;
- la ou les dates des visas du maître d'œuvre ;
- la date du visa définitif (bon pour exécution).

Ces mêmes indications doivent être également reproduites sur chaque plan.

Les études d'exécution doivent prendre en compte le phasage des travaux.

2.9. CONTRÔLE EXTÉRIEUR

Dans le cadre de son contrôle extérieur, le maître d'œuvre se réserve le droit d'auditer, à tout moment de la mise en œuvre et en atelier comme sur site, le bon fonctionnement du système qualité du titulaire et le respect du PAQ et du PRE.

La coordination des actions des différents intervenants, et notamment des contrôles intérieur et extérieur, est mise au point lors des réunions préalables prévues par l'article 3.2.2 du fascicule 56 du CCTG. Lors de ces réunions préalables, les délais de préavis à respecter par le titulaire pour les points critiques et les délais de réponse à respecter par le maître d'œuvre pour la levée des points d'arrêts, sont précisément et contradictoirement définis et/ou affinés par rapport à ceux figurant dans le CCAP.

2.10. DOSSIER DES OUVRAGES EXÉCUTÉS

Article 40 du CCAG-T, norme NF EN 13670/CN, 4.2.4.2 du fascicule 65 du CCTG

Le DOE est établi conformément au 4.2.4.2 du fascicule 65 du CCTG, qui intègre notamment les dossiers de fin d'exécution relatifs au management de la qualité (4.2.4.2.2 du fascicule 65 du CCTG) et au respect de l'environnement (4.2.4.2.3 du fascicule 65 du CCTG) et comprend en outre :

- la documentation établie en cours d'exécution, conformément au 4.2.4.1 du fascicule 65 du CCTG ;
- le journal de chantier ;
- l'ensemble des comptes-rendus des réunions ;
- un rapport récapitulant l'ensemble des incidents du chantier et les calculs éventuels et actions correctives auxquels ils ont donné lieu ;
- le PAQ de récolement, conforme à l'exécution, accompagné de tous les documents de suivi d'exécution, résultats des contrôles, épreuves et essais divers ;
- une notice de visite et d'entretien comprenant le suivi géométrique de l'ouvrage et les éléments nécessaires à la visite et à l'entretien des différentes parties de l'ouvrage, dans l'esprit de l'instruction technique pour la surveillance et l'entretien des ouvrages d'art du 16 février 2011 ;
- les PV de réception des fournitures et des matériaux ;
- les plans et notes de calculs mis à jour et conformes à l'exécution ;
- le dossier photographique du chantier.

Le titulaire effectue en outre le récolement des données existantes suivantes :

- le relevé des données géométriques nécessaires au chantier ;
- le nivellement de l'ouvrage ;
- la reconnaissance précise des appuis des culées, des piles et des murs de soutènement ;
- l'établissement de plans de l'existant.

Ces documents sont fournis dans la même quantité et suivant les mêmes prescriptions que pour le dossier des ouvrages exécutés.

CHAPITRE 3. PROVENANCE, QUALITÉ ET PRÉPARATION DES MATÉRIAUX

3.1. GÉNÉRALITÉS

Articles 21 à 25 du CCAG-T

3.1.1. GÉNÉRALITÉS

La fourniture des matériaux, composants ou autres produits fait partie de l'entreprise. Le titulaire doit en conséquence imposer dans les conventions avec les fournisseurs ou producteurs les obligations du présent marché.

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

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

L'acceptation des matériaux, produits et composants est subordonnée :

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

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

- s'assurer de l'exercice du contrôle intérieur ;
- exécuter les essais utiles ;
- faire procéder à des prélèvements conservatoires.

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

3.1.2. MARQUAGE CE DES PRODUITS DE CONSTRUCTION

Règlement UE n° 305/2011

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

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

3.1.3. CONFORMITÉ AUX NORMES, MARQUES ET AVIS TECHNIQUES FRANÇAIS

Articles 23.2 et 24.2 du CCAG-T

3.1.3.1. Possibilités d'équivalence

Les matériaux ou produits doivent être conformes à des normes françaises non issues de normes européennes.

Conformément à l'article 23.2 du CCAG-T, le titulaire peut proposer d'autres matériaux ou produits à condition d'une part, qu'ils soient conformes à des normes en vigueur dans d'autres États parties à l'Accord sur les marchés publics de l'Organisation mondiale du commerce et,

d'autre part, qu'ils soient acceptés par le maître d'œuvre, ce dernier restant seul juge de l'équivalence.

Les matériaux, produits ou services doivent être titulaires soit d'une marque de qualité française (marque NF ou autre), soit d'un avis technique, d'un agrément ou d'une homologation émis par un organisme public français (Cerema, UGE-Ifsttar, CSTB, etc.).

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

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

En complément à l'article 23.2 du CCAG-T, pour toute demande d'équivalence d'un matériau, produit ou service, le titulaire doit fournir au moins deux mois avant tout début d'approvisionnement ou mise en œuvre, les éléments (échantillons, notices techniques, résultats d'essai, etc.) nécessaires à l'appréciation de l'équivalence du matériau, produit ou service proposé au matériau, produit ou service requis. Ces éléments sont à la charge du titulaire et, pour les documents, rédigés en langue française.

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

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

3.2. REPÈRES DE NIVELLEMENT

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

Les repères susceptibles d'offrir un appui linéaire ou surfacique au talon de la mire sont ainsi interdits.

3.3. PROTECTION ANTICORROSION DES PARTIES MÉTALLIQUES

Fascicule 56 du CCTG, article 5.8 et 10 du fascicule 66 du CCTG

3.3.1. GALVANISATION À CHAUD SELON LA NORME NF EN ISO 1461

Les prescriptions correspondant à la galvanisation du fascicule 56 sont rendues contractuelles. Le titulaire respecte les prescriptions de la norme NF EN ISO 1461 du 1/07/2009 et procède à des mesures d'épaisseur du dépôt de zinc pour chaque type d'élément.

Éléments	galvanisation dépôt minimal de zinc	durée de garantie (fascicule 56 du CCTG)
Ossature métallique	610 g/m ²	Catégorie 1
Structure métallique banquette faune	610 g/m ²	Catégorie 1

3.3.2. ISOLATION DES MÉTAUX DIFFÉRENTS

3.3.3. 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 ;
- la catégorie de l'acier utilisée : pour cela et conformément à l'article 3.1.2. du fascicule 56 du CCTG, le titulaire est tenu de fournir le certificat de réception 3.1.B des aciers utilisés montrant leur conformité à la norme NF A 35-503 et précisant leur catégorie (A, B ou C) au sens de cette norme ;
- la classe d'environnement, ou catégorie de corrosivité, dans laquelle se trouve l'ouvrage ou l'élément d'ouvrage.

3.4. OSSATURE MÉTALLIQUE

Norme NF EN 1090-2+A1, NF EN 1090-2/CN, article 5 du fascicule 66 du CCTG

3.4.1. QUALITÉ DES MATÉRIAUX

Normes NF EN 1993-1-10, NF EN 1993-1-10/NA, NF EN 1993-2, NF EN 1993-2/NA, NF EN 10025-1, NF EN 10025-2, NF EN 10025-3, NF EN 10025-4+A1, article 5.1 à 5.4, 5.6 et annexes A et B du fascicule 66 du CCTG

Les désignations utilisées ci-dessous s'entendent au sens des normes NF EN 10025-1, NF EN 10025-2, NF EN 10025-3 et NF EN 10025-4+A1.

Les cerces, les raidisseurs et les éléments des fixations doivent être galvanisés après réalisation des assemblages soudés.

Les aciers des charpentes reconstituées soudées sont les suivants :

- éléments d'épaisseur ≤ 30 mm : acier S355K2+N ;
- éléments d'épaisseur comprise entre 30 et 80 mm : acier S355N, NL, M ou ML ;
- éléments d'épaisseur ≥ 80 mm : acier S355NL ou S355ML ;

En outre, les épaisseurs mises en œuvre pour un acier de nuance et de qualité données doivent être conformes aux exigences données par le tableau 2.1 des normes NF EN 1993-1-10 et NF EN 1993-1-10/NA en fonction du niveau de contrainte et de la température minimale.

Les aciers des poutrelles laminées sont en acier S355K2+N, N, NL, M ou ML ;

Toutes les tôles sont des tôles d'épaisseurs constantes.

Les matériaux de l'ossature métallique doivent respecter les exigences liées aux classes d'exécution EXC3 ou EXC4 de la norme NF EN 1090-2+A1 suivant les cas définis au chapitre 4 du présent CCTP.

Les tôles destinées à la construction de la charpente sont marquées de façon à permettre leur identification et à constituer le plan de mise en tôle. Les profilés mis en œuvre doivent pouvoir être identifiés dans l'usine de construction.

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

Les aciers définis ci-dessus doivent être titulaires de la marque NF-Acier.

3.4.2. CONDITIONS TECHNIQUES DE LIVRAISON

Les conditions de commande, de contrôle de production et de livraison des aciers de l'ossature métallique sont conformes aux stipulations de la norme NF EN 1090-2+A1, du fascicule 66 du CCTG et de la norme NF EN 10021.

3.4.3. ORGANES D'ASSEMBLAGE

3.4.3.1. Assemblages boulonnés

Normes NF EN 14399-1, NF EN 14399-2, NF EN 14399-3, NF EN 14399-5, NF EN 14399-6, NF EN 14399-10, NF EN ISO 898-1, NF EN ISO 898-2, article 5.6 du fascicule 66 du CCTG

Une note de calcul justifiant le dimensionnement des assemblages boulonnés est soumise à l'agrément du maître d'œuvre.

Les vis, écrous, boulons sont en acier protégés de l'oxydation. Le matériau est de l'acier galvanisé S 235.

Les dispositions relatives aux assemblages boulonnés sont précisées comme suit :

- les assemblages par boulons à serrages contrôlés sont réalisés conformément :
 - à la norme NF EN 1090-2 ;
 - fascicule 61 – titre V.
- les assemblages par boulons précontraints sont réalisés conformément à la norme NF EN 1090-2 ;
- les longueurs des boulons et tiges d'ancrages sont telles que le dépassement de l'extrémité de chaque filetage par rapport à la face extérieure de l'écrou est compris entre 1 et 3 pas ;
- les écrous galvanisés sont retaraudés après galvanisation ;
- chaque assemblage boulonné comprend au moins deux rondelles (une côté boulon, l'autre côté écrou), leur indesserrabilité est assurée par contre-écrous.

Un contrôle à la clé dynamométrique peut être demandé par la maîtrise d'œuvre avant mise en place des contre-écrous et effectué par sondage.

Le couple de serrage doit être défini par le titulaire dans les études d'exécution.

3.4.3.2. Assemblages soudés

Normes NF EN ISO 2560, NF EN ISO 14171, NF EN ISO 14341, NF EN ISO 17632, NF EN ISO 18275, NF EN ISO 18276, article 5.5 du fascicule 66 du CCTG

Les prescriptions concernant les assemblages soudés des éléments métalliques sont détaillées comme suit :

- les travaux d'assemblages sont conformes aux dispositions du DTU 31.1 et à la norme NF EN 1090-2 ;
- les assemblages soudés sont tous de la classe 2 ;

- l'étendue des contrôles non destructifs des soudures est définie par la norme NF EN 1090-2 ;
- les soudures de la classe 2 sont contrôlées, par sondages à raison de 5 %, par ressuage ;
- l'ensemble des assemblages de ces éléments sont contrôlés à 100 % du linéaire de soudure.

Les contrôles sont réalisés dans le cadre du contrôle intérieur et de la responsabilité du titulaire, ceux cités ci-dessus représentent un minimum.

Les fiches de contrôle prévues au NF EN 1090-2 sont communiquées en un exemplaire au maître d'oeuvre, qui se réserve la possibilité de faire effectuer à la charge du maître d'ouvrage des contrôles supplémentaires, dans le cadre du contrôle extérieur.

Les sujétions dues à l'exercice de ces contrôles sur le déroulement des travaux sont prises en compte dans les prix du marché.

3.5. ARMATURES DE BÉTON ARMÉ

Les armatures de béton armé utilisées pour la réparation de l'ouvrage doivent respecter les exigences générales définies dans la norme NF EN 13670/CN et dans les articles 6.1, 6.2 et 6.3 du fascicule 65 du CCTG.

Elles sont utilisées pour :

- le renforcement en béton armé coulé en place ;
- la projection de béton en renforcement de structure béton ;

3.5.1. ACIERS

[Norme NF EN 13670/CN, articles 6.2.1.1 et 6.2.2.1 du fascicule 65 du CCTG, normes NF A 35-015 et son amendement NF A 35-015/A1, NF A 35-024 et son amendement NF A 35-024/A1, NF A 35-080-1 et son amendement NF A 35-080-1/A1, NF A 35-080-2](#)

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

L'utilisation des aciers lisses est limitée aux :

- armatures de frettage,
- barres de montage.

Les aciers haute adhérence sont conformes à la norme NF A 35-080-1 et à son amendement A1, et bénéficient de la marque NF-Aciers pour béton armé.

Conformément au 6.5.5 du fascicule 65 du CCTG, les aciers destinés à être pliés et dépliés (une seule fois) sont des aciers à haute adhérence disposant de l'aptitude au redressage après pliage.

Les treillis soudés sont conformes aux normes NF A 35-080-2, NF A 35-024 et son amendement A1, et bénéficient de la marque NF-Aciers pour béton armé.

Ils sont de nuance B500B au sens de la norme NF A 35-080-2.

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

Le conditionnement et l'identification des aciers pour armatures de béton armé respectent les exigences du chapitre 6.2.2.1 du fascicule 65 du CCTG.

3.5.2. ARMATURES

[Norme NF EN 13670/CN, articles 6.2.1.2 et 6.2.2.2 du fascicule 65 du CCTG, norme NF A 35-027](#)

Si le titulaire a recours à un armaturier, celui-ci doit bénéficier de la marque NF-Armatures.

Le façonnage d'armatures sur chantier est interdit.

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

Pour l'application du 6.2 (1) de la norme NF EN 13670/CN, les armatures à haute adhérence sont conformes à la norme NF A 35-080-1 et à son amendement NF A 35-080-1/A1, et sont de nuance B500B au sens de celles-ci (sauf exigences éventuelles de ductilité pour le comportement au séisme).

3.5.3. DISPOSITIFS DE RABOUTAGE OU D'ANCRAGE

Norme NF EN 13670/CN, articles 6.2.1.3, 6.2.2.3 et 6.2.1.5 du fascicule 65 du CCTG, norme NF A 35-020-1 et son amendement NF A 35-020-1/A1

Les dispositifs de raboutage éventuellement utilisés pour le raccordement des armatures de béton armé sont conformes à la norme NF A 35-020-1 et à son amendement A1, et bénéficient de la marque AFCAB-Dispositifs de raboutage ou d'ancrage d'armatures du béton.

La résistance à la fatigue des dispositifs de raboutage doit faire l'objet d'une attestation optionnelle délivrée par la marque AFCAB-Dispositifs de raboutage ou d'ancrage d'armatures du béton.

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

3.6. PRODUITS DE TRAITEMENT DE FISSURES DU BÉTON

Normes NF P 95-103, NF EN 1504-5, NF EN ISO 11600 et son amendement NF EN ISO 11600/A1, NF DTU 44.1 P1-1 et NF DTU 44.1 P1-2

3.6.1. PRODUITS POUR INJECTION

Ce paragraphe concerne aussi les produits de cachetage (ou calfatage) qui doivent obturer l'ouverture de la fissure en surface et maintenir les injecteurs pendant l'injection.

Les produits pour injection doivent être marqués CE conformément à la norme NF EN 1504-5. Le choix des produits doit suivre les prescriptions de cette même norme.

En outre :

- le produit d'injection a une fonction de remplissage transmettant les efforts des fissures (classe F), de classe F1, tel que définit dans l'annexe normative A de la norme NF EN 1504-5 ;
- le produit d'injection doit pouvoir injecter des fissures d'ouverture minimale de 3 dixièmes de mm ;
- la classe du taux d'humidité des fissures à injecter avec le produit est 3 ;
- le produit d'injection doit pouvoir être utilisé aux températures minimale et maximale suivantes : 5/30 ;
- le produit d'injection doit pouvoir être utilisé pour des fissures soumises à des mouvements quotidiens supérieurs à 10 % ou 0,03 mm pendant le durcissement.

Le produit d'injection mis en œuvre doit donc présenter des caractéristiques de performance compatibles avec les exigences citées ci-dessus, mais aussi avec celles du paragraphe 4 et des tableaux du paragraphe 5.2 de la norme NF EN 1504-5.

Le produit d'injection doit durcir sous chargement dynamique (injection sous circulation). L'annexe B de la norme NF EN 1504-5 devient contractuelle.

Les produits de cachetage sont de préférence à base de liant époxyde pâteux. Leur capacité d'élongation doit être compatible avec le souffle des fissures relevé sur l'ouvrage et attendu pendant la phase d'injection (allongement d'au moins 100 %) et résister aux pressions d'injection (au minimum 0,5 MPa).

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

3.6.2. PRODUITS POUR PONTAGE

Le choix des produits de calfeutrement peut être réalisé conformément aux prescriptions de la norme NF P 95-103, du guide technique LCPC/Sétra « Choix et application des produits de réparation et protection des ouvrages en béton » édité en 1996 et du guide du STRRES FABEM 2 « Traitements des fissures » (tableau 7 : choix des produits de pontage).

Les matériaux utilisés ainsi que les contrôles effectués doivent être conformes et répondre aux spécifications de la norme NF P 95-103 (Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie – Traitement des fissures et protection du béton).

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

Le choix des produits de pontage est soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

3.6.3. PRODUITS POUR CALFEUTREMENT

Le choix des produits de calfeutrement peut être réalisé conformément aux prescriptions de la norme NF P 95-103, du guide technique LCPC/Sétra « Choix et application des produits de réparation et protection des ouvrages en béton » édité en 1996 et du guide du STRRES FABEM 2 « Traitements des fissures » (tableau 3 : choix des produits de calfeutrement).

Les matériaux utilisés ainsi que les contrôles effectués doivent être conformes et répondre aux spécifications de la norme NF P 95-103 (Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie – Traitement des fissures et protection du béton). Dans le cas de certains mastics, la classification et les exigences auxquelles ils doivent satisfaire sont fixées dans la norme homologuée NF EN ISO 11600 et son amendement NF EN ISO 11600/A1, et la norme homologuée en trois parties NF DTU 44.1 P1.

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

Le choix des produits de calfeutrement est soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

3.6.4. APPROVISIONNEMENT ET CONDITIONNEMENT

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

- la vérification de la conformité de la livraison à la commande :
 - quantité livrée ;
 - respect des prescriptions pour les emballages, intégrité de ceux-ci.
- leur identification :
 - société productrice ;
 - usine de fabrication ;
 - étiquetage des produits avec le cas échéant la référence à une marque, un marquage, une homologation... ;
 - date de fabrication, numéro de lot ;

- date de péremption.
- la fourniture de la notice technique précisant les conditions particulières et les consignes d'emploi des produits, avec en particulier :
 - la désignation du produit ;
 - sa composition chimique ;
 - ses conditions d'emploi ;
 - la préparation, les proportions en poids et en volume de ses composants ;
 - la durée pratique d'utilisation ;
 - la période de mûrissement en pot éventuelle avant application
 - les conditions de mise en œuvre (mode d'application, sensibilité à l'humidité du support...) ;
 - les fiches d'hygiène et de sécurité.
 - Le produit est proposé par le titulaire et soumis à l'acceptation du maître d'œuvre. Le choix du produit est définitivement arrêté après la réalisation des épreuves de convenance.

Le transport et la manutention, du lieu de livraison jusqu'à la mise en œuvre, sont organisés par le titulaire et à sa charge de manière que les produits ne subissent pas d'altérations. Les produits doivent être livrés dans leur emballage d'origine. Tout produit dont l'emballage est détérioré est rebuté.

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

Contrôle intérieur

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

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

3.6.5. CONTRÔLE EXTÉRIEUR

Le maître d'œuvre peut procéder, dans le cadre du contrôle extérieur, à des vérifications complémentaires à la charge du maître d'ouvrage.

3.7. PRODUITS POUR LES RAGRÉAGES

(NF P 95-101, NF EN 1504-3)

3.7.1. QUALITÉ DU PRODUIT DE RAGRÉAGE

Les produits utilisés doivent être marqués CE conformément à la norme NF EN 1504-3 et bénéficier de la marque NF030-Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique.

La classe performantielle des produits utilisés est R4. Pour cette classe, les niveaux de performance minimaux sont rappelés ci-après :

- la résistance à la compression selon la norme NF EN 12190 doit être supérieure ou égale à 45 MPa ;

- la teneur en ions chlorures déterminée selon la norme NF EN 1015-17 doit être inférieure ou égale à 0,05 % ;
- l'adhérence mesurée sur un support de référence (défini par la norme NF EN 1766) MC (0,40) selon la norme NF EN 1542 doit être supérieure ou égale à 2 MPa ;
- le module d'élasticité mesuré selon la norme NF EN 13412 doit être supérieur ou égal à 20 000 MPa ;
- l'absorption capillaire mesurée selon la norme NF EN 13057 doit être supérieure ou égale à 0,5 kg.m-2.h-0.5 ;
- la résistance à la carbonatation : la profondeur de carbonatation mesurée selon la norme NF EN 13295 doit être nulle ou inférieure à celle d'un béton témoin MC(0,45) (défini par la norme NF EN 1766) ;
- la compatibilité thermique – Partie 1 – Gel dégel : la contrainte d'adhérence sur un support MC (0,40) (voir norme NF EN 1766) mesurée après 50 cycles de gel/dégel comme décrit dans la norme NF EN 13687-1 doit être supérieure ou égale à 2 MPa ;
- la compatibilité thermique – Partie 4 – Cycles thermiques à sec : la contrainte d'adhérence sur un support MC(0,40) (voir norme NF EN 1766) mesurée après 30 cycles de gel/dégel comme décrit dans la norme NF EN 13687-4 doit être supérieure ou égale à 2 MPa ;
- le coefficient de dilatation : la valeur du coefficient de dilatation thermique du produit ou du système de produits doit être déclarée compatible avec celle du béton support, mesuré selon la norme NF EN 1770.

Les produits proposés par le titulaire doivent permettre au maître d'œuvre de connaître :

- leur pénétration aux ions chlorures mesurée selon la norme NF EN 13396 ;
- leur fluage en compression mesuré selon la norme NF EN 13584 si le produit mis en œuvre est à base de liant hydraulique modifié par polymères (PCC) et si son taux de travail est supérieur à 60 % de sa résistance en compression ;
- leur résistance chimique mesurée selon la norme NF EN 13529.

Les produits proposés doivent pouvoir être mis en œuvre en sous-face. Ils doivent être évalués selon la méthode d'essai décrite dans la norme NF EN 13395-4, sur un béton MC (0,40), et satisfaire à une classe d'adhérence supérieure ou égale 2 MPa.

Les produits PC ne doivent pas être mis en œuvre sur les parties d'ouvrages soumises à de fortes dilatations telles que les tabliers.

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

3.7.2. QUALITÉ DU PRODUIT ANTI-CORROSION DES ARMATURES

Les produits utilisés doivent être marqués CE conformément à la norme NF EN 1504-7. Ils doivent empêcher la corrosion des armatures, mais aussi être compatibles avec le type de ragréage prévu. Ils doivent notamment garantir une performance vis-à-vis de l'adhérence par cisaillement lorsque le ragréage est à base de liants hydrauliques.

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

- protection contre la corrosion : l'essai réalisé selon la norme NF EN 15183 est jugé satisfaisant si les zones revêtues des aciers sont exemptes de corrosion et si la corrosion sous-jacente au niveau du bord meulé est inférieure à 1 mm ;
- la température de transition vitreuse mesurée selon la norme NF EN 12614 doit être au moins supérieure de 10°C à la température de service maximale ;

- adhérence par cisaillement (acier revêtu sur béton) mesurée selon la norme NF EN 15184 : le critère d'évaluation est la contrainte d'adhérence pour un déplacement D de 0,1 mm. L'essai est jugé satisfaisant si la contrainte d'adhérence, déterminée à l'aide des barres revêtues, est, dans chaque cas, au moins égale à 80% de la contrainte d'adhérence de référence, déterminées sur les barres non revêtues.

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

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

3.8. BÉTONS ET MORTIERS HYDRAULIQUES

Norme NF EN 13670/CN, fascicule 65 du CCTG, norme NF EN 206/CN

3.8.1. GÉNÉRALITÉS SUR LA DÉFINITION DES BÉTONS

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

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

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

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

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

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

Par dérogation au fascicule 65 du CCTG, pour chaque partie d'ouvrage, les classes d'exposition la classe de résistance au sens de la norme NF EN 206/CN, la teneur minimale en liant équivalent, les exigences sur le ciment, le rapport E_{eff}/L_{eq} maximal et les caractéristiques complémentaires

exigées sont indiqués dans le tableau du sous-article « Définition des bétons ».

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

3.8.2. DÉFINITION DES BÉTONS

Fascicule 65 du CCTG, norme NF EN 206/CN

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

Parties d'ouvrage	Classes d'exposition et type d'attaque chimique	Classe de résistance min	Niveau de prévention RAG	Niveau de prévention RSI	Prescription complémentaires
Béton de structure	XC4 XF1	C35/45	B	Cs	EQP

3.8.2.1. Consistance et teneur en air des bétons

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

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

La valeur cible de consistance doit tenir compte des conditions particulières de bétonnage telles que le temps de trajet entre le point de fabrication et le point de livraison ou le temps de bétonnage.

Pour les bétons des pieux coulés en place, la valeur cible de la consistance au point de livraison est conforme à la norme NF EN 1536+A1.

Dispositions particulières pour la qualité des parements (EQP)

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

3.8.3. CONSTITUANTS DES MORTIERS ET BÉTONS

3.8.3.1. Granulats

Fascicule 65 du CCTG, normes NF EN 12620+A1, NF P 18-545, FD P 18-542

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dans le cas de sables fillérisés, les fillers doivent être qualifiés séparément des sables vis-à-vis de l'alcali-réaction. Ils sont qualifiés lorsque la granulométrie du filler correspond à la coupure 0-0,315 mm, par l'essai cinétique visé par la norme NF P 18-594.

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

Les granulats doivent être non réactifs (NR). Toutefois, des granulats potentiellement réactifs à effet de pessimum (PRP) peuvent être utilisés sous réserve que les deux conditions du 6.3.1.2 du fascicule de documentation FD P 18-464 soient vérifiées. Si ces conditions ne sont pas vérifiées, les granulats sont considérés comme potentiellement réactifs (PR) et toutes les dispositions du présent CCTP relatives aux granulats potentiellement réactifs leur sont applicables.

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

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

3.8.3.2. Ciments

Fascicule 65 du CCTG, normes FD P 15-010, NF EN 197-1, NF P 15-302, NF P 15-317, NF P 15-318, NF P 15-319

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

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

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

Contrôle intérieur

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

Contrôle extérieur

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

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

3.8.3.2.1. 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.

3.8.3.2.2. Dispositions particulières liées aux réactions de gonflement interne

Réaction alcali-silice RAG

Dans le cas où le dossier carrière montre que les granulats sont potentiellement réactifs, et si la justification de la formule se fait par référence au 6.3.2 du fascicule de documentation FD P 18-464, des essais de détermination des teneurs en alcalins des ciments sont à réaliser conformément à la norme NF EN 196-2 et à l'annexe A de la norme NF P 18-454. Ces essais ont pour objet de confirmer les données statistiques de la cimenterie et sont effectués au début du chantier, au cours des épreuves d'étude, ou avant les épreuves de convenance en cas d'utilisation d'un béton disposant de références.

Réaction sulfatique interne RSI

Conformément aux indications du document intitulé « Recommandations sur la prévention des désordres dus à la RSI » édité par le LCPC d'octobre 2017, en cas d'élévation de température excessive et en fonction du niveau de prévention retenu pour l'ouvrage ou la partie de l'ouvrage, le titulaire peut être amené à utiliser des ciments particuliers.

3.8.3.3. Adjuvants pour béton

Fascicule 65 du CCTG, norme NF EN 934-2+A1

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

Les adjuvants doivent bénéficier de la marque NF-Adjuvants ou équivalent, conformément au fascicule 65 du CCTG.

3.8.3.4. Additions pour béton

Fascicule 65 du CCTG, normes NF EN 15167-1, NF EN 15167-2, NF P 18-508, NF P 18-509, NF EN 450-1, NF EN 13263-1+A1

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

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

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

Si les granulats sont PR ou considérés comme tels, si le titulaire choisit de justifier sa formulation en effectuant un bilan des alcalins, ce dernier est effectué conformément aux prescriptions du 6.3.2 du fascicule de documentation FD P 18-464, les alcalins des additions étant pris en compte dans le

bilan avec le coefficient d'activité 0,17 pour les pouzzolanes, les cendres volantes et les fumées de silice et avec le coefficient 0,5 pour les laitiers, les fines siliceuses et les fines calcaires. Si au contraire, le titulaire choisit de justifier sa formulation par des essais de performances (essais de gonflement), ceux-ci sont réalisés sur les formules incluant les additions.

Quelle que soit la démarche adoptée pour valider la formule de béton, toute modification dans la qualité ou la nature des additions est interdite à moins de reproduire l'ensemble de la démarche ayant permis de justifier la formule initiale.

3.8.3.5. Eau

Fascicule 65 du CCTG

L'eau de gâchage doit respecter les prescriptions de la norme NF EN 1008.

3.8.4. ÉTUDE DES BÉTONS

Norme NF EN 13670/CN, fascicule 65 du CCTG

3.8.4.1. Généralités

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

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

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

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

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

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

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

3.8.4.2.1. Justification de la qualification des granulats

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

Si les granulats ne bénéficient pas du droit d'usage de la marque NF-Granulats, mais si le producteur de granulats dispose d'un dossier carrière élaboré conformément aux prescriptions du fascicule de documentation FD P 18-541 et approuvé par le maître d'œuvre, le dossier d'étude des bétons doit contenir les extraits du plan qualité du producteur permettant de certifier la qualification vis-à-vis de l'alcali-réaction des granulats utilisés. Ces documents sont accompagnés des résultats des contrôles intérieurs effectués par le producteur de granulats.

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

3.8.4.2.2. Justification de la possibilité d'utilisation des granulats

Si les granulats sont potentiellement réactifs (PR), le titulaire doit intégrer dans le dossier d'étude des bétons, tous les résultats des essais prévus aux 6.3.2 et 6.3.3 du fascicule de documentation FD P 18-464. Ces essais sont réalisés à ses frais.

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

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

3.8.4.3. Dispositions particulières liées à la réaction sulfatique interne

3.8.4.3.1. Généralités

Dans le cadre des épreuves d'étude, le titulaire doit démontrer que la température maximale susceptible d'être atteinte par le béton de toutes les parties d'ouvrage, – compte tenu du planning de réalisation, du programme de bétonnage et des éventuelles dispositions particulières proposées par le titulaire – respecte la température maximale fixée dans le document intitulé « Recommandations sur la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne » édité par l'IFSTTAR en octobre 2017.

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

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

3.8.4.3.2. Température maximale pour le niveau de prévention Bs

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

3.8.5. ÉPREUVES DE CONVENANCE

3.8.5.1. Dispositions générales

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

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

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

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

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

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

3.8.6. FABRICATION, TRANSPORT ET MANUTENTION DES BÉTONS

Norme NF EN 13670/CN, fascicule 65 du CCTG, norme NF EN 206/CN

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

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

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

3.8.6.1. Généralités

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

Dans tous les cas, la norme NF EN 206/CN doit respectée 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 agitratrices et non des camions malaxeurs. De ce fait, la vérification des tolérances de dosage sur chaque constituant doit être réalisée sur chaque gâchée. Les exigences concernant les rapports maxi Eeff / Lianteq doivent être respectées pour chaque gâchée.

Le béton produit en centrale de BPE doit être titulaire de la marque NF-BPE. Ainsi, soit la centrale est titulaire de la marque NF-BPE (procédure conventionnelle), soit le béton est certifié pour le chantier (procédure particulière).

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

L'évolution de la résistance du béton doit être indiquée sur le bon de livraison ou le bordereau d'impression des pesées, afin qu'aucun doute sur la durée de cure nécessaire ne subsiste.

3.8.6.2. Contrôle interne

Le titulaire doit :

- contrôler les conditions de stockage et de transport des granulats aux emplacements réservés dans le cas de recours à une centrale alimentée par des granulats provenant de gisements ou d'identités différents ;
- s'assurer que toutes les dispositions sont prises pour éviter les mélanges inopportuns.

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

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

doit être au moins de trois pour un tas de $1\,000\text{ m}^3$ et au moins de deux pour un tas de 500 m^3 .

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.

3.8.6.3. Épreuve de contrôle

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

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

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

Lot	Nombre de prélèvements
Structures	3 (+1 par 100 m ³ supplémentaires au-delà de 300 m ³ ou par phase de bétonnage)

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

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

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

Les dispositions pour obtenir les conditions de conservation normalisées sont à la charge du titulaire, qui doit les préciser dans son 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 prévu au 6.3.3 du fascicule de documentation FD P 18-464, conformément aux dispositions du CCAP sur la réception de l'ouvrage.

Le gonflement doit être inférieur à $200\text{ }\mu\text{m/m}$ à cinq mois.

3.8.6.4. Équipements des centrales à béton

Les centrales à béton, quel que soit leur type, doivent être équipées conformément aux exigences du fascicule 65 du CCTG.

3.9. BÉTON PROJETÉ

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

Les matériaux utilisés ainsi que les contrôles effectués sur ceux-ci doivent être conformes et répondre aux spécifications des NF P 95-102 NF EN 206/CN, NF EN 14487-1 et NF EN 14487-2.

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

3.9.1. PROVENANCE DES MATÉRIAUX

Dans les huit jours qui suivent la notification du marché, le titulaire soumet à l'agrément du maître d'œuvre la nature, la provenance et la qualité des matériaux utilisés :

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

3.9.2. DÉFINITION ET EXIGENCES RELATIVES AU BÉTON

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

Le dosage minimal en ciment est vérifié sur le béton projeté en place et non sur la formule projetée.

3.9.2.1. Caractéristiques de résistance et d'adhérence

La résistance moyenne à la compression à 28 jours, mesurée selon la norme NF EN 12390-3 sur au moins 3 carottes de diamètre 60 mm x 120 mm, doit être supérieure ou égale à 35 MPa.

L'adhérence moyenne entre le béton projeté et le support, mesurée en laboratoire par des essais en traction directe, sur au moins 3 carottes de diamètre 50 mm prélevées sur site, doit être supérieure ou égale à 1 MPa à 7 jours et à 1,5 MPa à 28 jours. L'essai d'adhérence par traction directe est décrit dans la norme NF EN 14488-4+A1.

3.9.2.2. Classes d'exposition du béton projeté

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

La classe d'exposition du béton projeté pour le risque de corrosion par les chlorures d'origine marine, définie dans la norme NF EN 206/CN, est XS1.

La classe d'exposition du béton projeté vis-à-vis du gel et des sels de déverglaçage est XF1 au sens de la norme NF EN 206/CN et n'est pas concernée par les recommandations données dans le document intitulé « Recommandations pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel » édité par le LCPC en décembre 2003.

3.9.2.3. Exigences vis-à-vis de l'alcali-réaction

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

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

3.9.3. MÉLANGE À PROJETER FABRIQUÉ EN USINE

Norme NF P 95-102

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

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

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

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

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

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

Compte tenu des très faibles quantités de béton pouvant être mises en place par heure pour des travaux réalisés par phases et à partir d'échafaudages, un mélange prêt à l'emploi fabriqué en centrale (BPE) ne doit être livré que par quantité maximale de 2 m³ si un ciment CEM I PM SR est employé en période chaude (T > 20 °C) et par quantité maximale de 4 m³ si un ciment CEM III C est utilisé.

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

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

3.9.4. CONSTITUANTS

3.9.4.1. Granulats

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Les granulats doivent être non réactifs (NR). Toutefois, des granulats potentiellement réactifs à effet de pessimum (PRP) peuvent être utilisés sous réserve que les deux conditions du 6.3.1.2 du fascicule de documentation FD P 18-464 soient vérifiées. Si ces conditions ne sont pas vérifiées, les granulats sont considérés comme potentiellement réactifs (PR) et toutes les dispositions du présent CCTP relatives aux granulats potentiellement réactifs leur sont applicables.

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

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

3.9.4.2. Sable

Le granulat fin ou sable doit avoir un équivalent de sable supérieur à 85, déterminé selon la norme NF EN 933-8+A1 et un pourcentage inférieur à 10 % d'éléments passant au tamis de 0,063 mm et ne doit pas contenir d'impuretés pouvant nuire aux propriétés du béton.

3.9.4.3. Eau

Norme NF EN 1008

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

3.9.4.4. Ciments

Normes NF EN 197-1, NF EN 197-2, FD P 15-010

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

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

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

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

La classe de résistance du ciment définie dans la norme NF EN 197-1 doit être : 42,5 N.

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

Dans le cas où le dossier carrière montre que les granulats sont potentiellement réactifs, et si la justification de la formule se fait par référence au 6.3.2 du fascicule de documentation FD P 18-464, des essais de détermination des teneurs en alcalins des ciments sont à réaliser conformément à la norme NF EN 196-2 à l'annexe A de la norme NF P 18-454. Ces essais ont pour objet de confirmer les données statistiques de la cimenterie et sont effectués au début du chantier, au cours des épreuves d'étude, ou avant les épreuves de convenance en cas d'utilisation d'un béton disposant de références.

3.9.4.5. Adjuvants

Norme NF EN 934-5

Les adjuvants employés doivent être conforme à la norme NF EN 934-5 et doivent bénéficier de la marque NF-Adjuvants, conformément à l'article 8.1.2.4 du fascicule 65 du CCTG.

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

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

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

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

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

3.9.4.6. Additions

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

Sont autorisées :

- l'utilisation de fumées de silice. Elles doivent respecter la norme NF EN 13263-1+A1 ;
- l'utilisation de laitiers. Ils doivent respecter les normes NF EN 15167-1 et NF EN 15167-2 ;
- l'utilisation d'additions calcaires. Elles doivent respecter la norme NF P 18-508 ;

- l'utilisation d'additions siliceuses. Elles doivent respecter la norme NF P 18-509 ;
- l'utilisation d'additions de métakaolins. Ils doivent respecter la norme NF P 18-513.

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

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

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

Si les granulats sont PR ou considérés comme tels, si le titulaire choisit de justifier sa formulation en effectuant un bilan des alcalins, ce dernier est effectué conformément aux prescriptions du 6.3.2 du fascicule de documentation FD P 18-464, les alcalins des additions étant pris en compte dans le bilan avec le coefficient d'activité 0,17 pour les pouzzolanes, les cendres volantes et les fumées de silice et avec le coefficient 0,5 pour les laitiers, les fines siliceuses et les fines calcaires. Si au contraire, le titulaire choisit de justifier sa formulation par des essais de performances (essais de gonflement), ceux-ci sont réalisés sur les formules incluant les additions.

Quelle que soit la démarche adoptée pour valider la formule de béton, toute modification dans la qualité ou la nature des additions est interdite à moins de reproduire l'ensemble de la démarche ayant permis de justifier la formule initiale.

3.9.4.7. Coffrages

Article 63 et 55 du fascicule 65 du CCTG, FD P 18-503

Les coffrages nécessaires doivent être des coffrages rigides non métalliques.

3.9.4.8. Cure

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

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

3.9.5. PRODUITS DE SCELLEMENT DES ACIERS

Les produits de scellement utilisés peuvent être à base de liants hydrauliques ou de résines synthétiques. Ils doivent bénéficier d'un ETE selon l'EAD 330499-01-601 et du marquage CE conformément à la norme NF EN 1504-6.

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

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

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

Le système d'attestation de conformité du produit ou système de produits mis en œuvre doit appartenir à la classe : 1.

3.9.6. COMPOSITION, FABRICATION, TRANSPORT ET MANUTENTION DES BÉTONS

3.9.6.1. Composition

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

3.9.6.1.1. Contenu du mémoire d'étude de composition

Conformément aux spécifications de l'article 8.2.1 du fascicule 65 du CCTG, les épreuves d'études ne sont pas nécessaires en cas d'utilisation d'une formule de béton présentant des références probantes ou ceux dont la résistance à la compression à 28 jours est inférieure ou égale à 25 MPa.

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

- il a été antérieurement fabriqué et mis en œuvre dans des conditions à peu près équivalentes à celles de la fourniture considérée ;
- les n résultats de résistance à la compression à 28 jours obtenus dans le cadre des épreuves de contrôle des fournitures de référence ayant donné lieu à une mesure de consistance située dans la fourchette requise, vérifient les deux conditions suivantes :
 - $n \geq 12$;
 - $f_c - K(n) \times S \geq f_{c28}$.

Où :

- f_c est la moyenne arithmétique des n résultats ;
- S est l'estimateur de l'écart type de la distribution des résistances ;
- f_{c28} est la résistance caractéristique spécifiée ;
- K(n) est un coefficient, fonction du nombre de résultats selon le tableau ci-dessous :

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

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

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

3.9.6.1.2. Délais impartis pour l'étude de composition

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

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

3.9.6.2. Fabrication des bétons

Article 8.3.1 du fascicule 65 du CCTG

Sans contrainte particulière de durée de transport et de temps de mise en œuvre, le titulaire a la liberté de proposer sa méthode de fabrication :

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

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

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

3.9.6.3. Transport et manutention

Article 8.3.1.3 du fascicule 65 du CCTG

Les prescriptions de l'article 8.3.1.3 du fascicule 65 du CCTG sont applicables.

3.9.6.4. Assurance de la qualité des bétons

Dans le cadre du contrôle intérieur, sont réalisées :

- les épreuves de convenance ;
- les épreuves de contrôle ;
- les épreuves d'information.

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

3.10. BARBACANES

Les barbacanes mises en place sont en polyéthylène haute densité (PEHD) de diamètre 80 millimètres. La tenue des éléments se fait par produit de scellement à retrait compensé.

Les barbacanes sont crépinées et perforées en partie intérieure et équipées d'un géotextile imputrescible perméable à l'eau faisant obstacle à tous matériaux solides.

Elles sont munies d'une collerette souple assurant le centrage dans les carottages.

Produits de scellement des barbacanes

Norme NF EN 1504-6

Les produits de scellement utilisés peuvent être à base de liants hydrauliques ou de résines synthétiques. Ils doivent être marqués CE conformément à la norme NF EN 1504-6.

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

- l'essai d'arrachement conduit selon la norme NF EN 1881 conduit à un déplacement de la barre inférieur à 0,6 mm pour une charge de 75 kN ;

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

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

CHAPITRE 4. EXÉCUTION DES TRAVAUX

4.1. TRAVAUX PRÉPARATOIRES

4.1.1. INSTALLATIONS DE CHANTIER

L'installation du chantier comprend les travaux suivants :

- les aménagements et entretiens des aires d'installation, des voies d'accès aux aires et des parkings ;
- le clôturage et le gardiennage des aires d'installation, comprenant :
 - la fermeture de tous les accès potentiellement accessibles ;
 - la signalisation de tous ces accès avec des panneaux « B1 », « B0 », et « Chantier interdit au public » ;
- l'installation des ateliers, entrepôts, bureaux et toutes constructions provisoires nécessaires au chantier et aux personnels des entreprises ;
- l'équipement en moyen de communication (internet) des différents ateliers et sites de travaux ;
- la fourniture et l'installation de sanitaires (WC, douches, eau...) ;
- les branchements aux réseaux divers (eau, électricité, liaisons téléphoniques, internet...) ;
- le titulaire met en place une plate-forme sécurisée de centralisation des documents émis (documents de travail (PDF et DWG pour les plans d'exécution), documents soumis à visa indicés, documents visés, etc), accessible à tous les intervenants accrédités suivant une codification agréée par la maîtrise d'œuvre. La plate-forme doit permettre, en ligne, la formulation de notes d'observations et d'avis sur les documents émis, les visas, ainsi que le suivi des documents. Le titulaire indique les modalités d'accès et le détail des échanges sollicités (protocole mis en jeu, volumétrie, etc) ;
- l'aménagement et l'entretien des aires de stockage et de stationnement étanches pour les véhicules du personnel des entreprises et de la maîtrise d'œuvre, y compris toutes les fournitures de matériaux nécessaires, leurs amenées et leurs mises en œuvre ;
- 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'éclairage du chantier et des zones de travail ;
- l'installation des matériels et des magasins de stockage des produits, y compris la préparation des plates-formes supports ;
- une salle de réunion mise à la disposition du maître d'œuvre y compris le chauffage éventuel, l'éclairage, le téléphone et l'entretien ;
- l'enlèvement ou la démolition de toutes les installations de chantier, avec évacuation des matériaux en décharge, si le maître d'œuvre en fait la demande.

Le projet des installations de chantier est présenté et soumis au visa du maître d'œuvre et au visa du coordonnateur sécurité.

4.1.2. PLAN DE RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT (PRE)

Le titulaire est chargé d'établir un Plan pour le Respect de l'Environnement (PRE) et de veiller à son application durant tout le chantier. Ce document doit respecter la notice de respect de l'environnement et le SOPRE.

Le titulaire a en charge la coordination des PRE des entreprises co-traitantes et sous-traitantes, et notamment la mise en forme d'un document unique.

Le PRE précise l'organisation envisagée par le titulaire pour la prise en compte de l'environnement sur le chantier. Celle-ci est présentée sous forme d'un organigramme articulé sur le responsable environnement.

Dans le cas où l'aspect environnemental n'a pas été analysé pour l'exécution d'une tâche particulière, le titulaire doit systématiquement appliquer un principe de précaution et adopter les mesures intégrant des dispositions proportionnées visant à prévenir un risque de dommage. Elles doivent porter sur les choix de produits, matériaux et méthodes de travail. Ces choix doivent être justifiés sur le plan environnemental.

Le PRE présente également un modèle de support nécessaire au suivi des opérations propres à l'environnement ainsi que leur archivage.

La fiche de suivi environnementale doit être transmise au coordonnateur environnemental et à la maîtrise d'œuvre à chaque événement ou mise à jour.

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 auto-foreuses 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. 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 x 40 mm. Une fois les clôtures périphériques du chantier réalisées, toute clôture traversant l'emprise du chantier est déposée et évacuée, conformément aux prescriptions du PRE, dans un lieu de stockage ou de regroupement, ou dans une unité de recyclage.

4.1.5. DÉBROUSSAILLAGE, ABATTAGE D'ARBRES, ESSOUCHEMENT

Articles N.2.3.1.2. et E.4 du fascicule 35 du CCTG

Pour la préparation du terrain, le titulaire 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 le titulaire dans le cadre de son PAQ.

Tous les produits faisant l'objet du débroussaillage sont évacués conformément aux prescriptions du PRE, dans un lieu de stockage ou de regroupement, ou dans une unité de recyclage.

4.1.6. NETTOYAGE PRÉALABLE DE L'OUVRAGE

Préalablement aux opérations de réparation, le titulaire nettoie l'ensemble de l'ouvrage afin d'éliminer toutes traces de mousses, calcite instable, salissures et végétation.

La technique employée est l'hydro-décapage.

Le nettoyage fait l'objet d'un essai de convenance.

L'utilisation de tous types de détergents ou acides est interdite.

4.1.7. MISSION GÉOTECHNIQUE

À l'intérieur du projet, le titulaire rencontre des sols de natures géologiques différentes et qu'il lui appartient d'apprécier à partir :

- des éléments géotechniques fournis dans le DCE ;
- d'une mission géotechnique G3 conformément à la norme en vigueur NF P 94-500.

En conséquence, le titulaire effectue préalablement à l'exécution des études et travaux, sous le contrôle du maître d'œuvre et du contrôle extérieur, une mission géotechnique G3, dont le but principal est d'étudier dans le détail les ouvrages géotechniques.

Cette mission G3 se déroulera en deux phases :

Phase Étude :

Son objectif est d'étudier dans le détail les ouvrages géotechniques :

- en définissant un programme d'investigations géotechniques spécifiques, si nécessaire en fonction des données existantes et en assurant le suivi technique puis l'exploitation des résultats ;
- en établissant la note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par l'Étude Géotechnique de Conception (G2 PRO) et le contrat travaux ainsi que les résultats de ces éventuelles investigations ;
- en définissant ces ouvrages, leur dimensionnement (calculs justificatifs) et les plans d'exécution ;
- en établissant les méthodes et les conditions d'exécution, le phasage, les spécifications et les plans correspondants ; en mettant à jour l'identification et le management des risques résiduels réalisés lors de l'Étude Géotechnique de Conception et repris dans le contrat de Travaux ;
- en établissant le plan de suivi et contrôle des travaux avec définition des auscultations à réaliser et des valeurs seuils ainsi que des dispositions constructives complémentaires nécessaires en cas d'atteinte de celles-ci dans le cas d'application de la méthode observationnelle.
- Cette étude d'exécution doit être réalisée en amont des travaux correspondants et fait l'objet d'un visa de la maîtrise d'œuvre.

Phase Suivi :

Son objectif est de vérifier que les ouvrages géotechniques sont exécutés dans le respect des règles de l'art et de contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Pour cela, cette phase suivi doit être continue pendant la réalisation des ouvrages géotechniques et :

- vérifier la conformité du contexte géotechnique réellement rencontré avec celui pris en compte dans la phase Étude ;
- suivre le programme d'auscultation. En cas de dépassement des valeurs seuils, faire appliquer les dispositions conservatoires nécessaires. Dans le cas d'application de la

méthode observationnelle, faire appliquer les dispositions constructives prédéfinies en phase Étude (mesures correctives prévues). Dans le cas où les conditions géotechniques ainsi que le comportement de l'ouvrage et des avoisinants observés seraient plus favorables que ceux envisagés au stade de la phase Étude, proposer la mise en œuvre des mesures d'optimisation prédéfinies en phase Études ;

- établir un programme d'investigations complémentaires si nécessaire, le réaliser ou en assurer le suivi technique et en exploiter les résultats ;
- établir au fur et à mesure les documents synthétiques précisant les conditions géotechniques rencontrées, le comportement des ouvrages en phase de construction et l'impact sur les avoisinants ;
- établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

4.2. OUVRAGES PROVISOIRES

Les accès provisoires aux zones de travail doivent être conformes aux prescriptions du chapitre 5 du fascicule 65 du CCTG, et classés en fonction de l'importance de l'ouvrage, ils sont constitués d'échafaudages suspendus ou par des moyens fluviaux.

Les ouvrages provisoires sont mis en place et utilisés sous la responsabilité entière du titulaire. Ils doivent à ce titre être réceptionnés avant toute utilisation par le chargé des ouvrages provisoires (COP), lui-même soumis à l'acceptation de la maîtrise d'œuvre.

Cette proposition est présentée dans le cadre de la note d'organisation générale ; elle précise les références professionnelles de l'intéressé et sa situation professionnelle au sein du chantier. Dans tous les cas, la mission de COP est une mission de contrôle interne.

Les échafaudages sont classés en première catégorie.

Pour les ouvrages provisoires et dispositifs de protection de seconde catégorie, les attestations du contrôle intérieur effectué par le COP sont transmises à la maîtrise d'œuvre avant tout début des opérations correspondantes.

Les surcharges importantes amenées par les retombées, notamment lors de la projection de béton, doivent être prises en compte dans le dimensionnement des ouvrages provisoires. La surcharge de retombées à prendre en compte doit être égale au poids desdites retombées calculées sur une journée.

Les ouvrages provisoires sont mis en place et utilisés sous la responsabilité entière du titulaire. Ils doivent à ce titre être réceptionnés avant toute utilisation par le COP du titulaire.

Le titulaire doit mettre en œuvre des étalements. Les étalements ne doivent pas subir de déplacement excédant deux (2) centimètres en quelque point que ce soit durant les phases de réparation prévues.

4.3. BATARDEAUX EN TERRE – ÉPUISEMENTS

4.3.1. BATARDEAUX EN TERRE

Les batardeaux sont à dimensionner suivant l'organisation et le phasage défini par le titulaire qui se charge de tous les travaux, modifications, adaptations et fournitures nécessaires à leur exécution.

Les matériaux utilisés pour la construction des batardeaux sont des matériaux d'apport, prélevés hors du site, et soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

Ils sont évacués à l'issue des travaux, conformément aux prescriptions du PRE, dans un lieu de stockage ou de regroupement, ou dans une unité de recyclage.

Pour réaliser les travaux, une mise à sec de l'ouvrage et des abords est réalisée en exécutant deux batardeaux en terre de déblai. Sur l'emplacement des batardeaux, un décapage du lit et des berges du cours d'eau ainsi qu'une souille sont exécutés.

Ils sont talutés avec une pente de trois demis (3/2). Si les matériaux mis en place n'assurent pas une étanchéité suffisante, un noyau d'argile imperméable assurant cette étanchéité doit être disposé à l'intérieur.

Des bâches étanche et des lest en sac de sable sont disposés sur les talus extérieurs des batardeaux afin d'éviter l'érosion de ceux-ci.

La cote du niveau supérieur des batardeaux est fixée sur les plans joints au sous-dossier 2 du DCE.

Les batardeaux sont mis en place, réceptionnés et utilisés par le titulaire comme tout ouvrage provisoire.

Un plan précisant les niveaux d'eau acceptables de part et d'autre doit être établi par le titulaire avant le montage du batardeau.

4.3.2. ÉPUISEMENTS

Préalablement aux opérations d'épuisement, une pêche de sauvegarde sera effectuée.

Le titulaire doit soumettre à l'agrément du maître d'œuvre, les marques, types, caractéristiques, âge et nombre de matériels qu'il se propose d'utiliser, et les dispositions qu'il compte prendre pour assurer l'assèchement.

Le maître d'œuvre peut prescrire au fur et à mesure de l'exécution toutes dispositions utiles pour activer les épuisements ou les réduire. Les rigoles et puisards sont construits ou entretenus par le titulaire. Les batardeaux doivent être vidés dans un temps calculé pour éviter tous les phénomènes pouvant nuire à la stabilité d'ensemble du batardeau.

Le titulaire doit surveiller l'évolution de l'ouvrage et la tenue des berges pendant cette opération.

D'une façon générale, le titulaire doit, sous sa responsabilité, assurer la protection de son chantier contre les eaux de toute nature et de toute origine. Il est responsable des conséquences des perturbations qu'il apporterait dans le régime de l'écoulement des eaux de surface ou des eaux profondes. Il assure également sous sa responsabilité, l'évacuation des eaux de toute origine depuis le chantier jusqu'aux exutoires où elles peuvent être reçues. Ces obligations comprennent la fourniture de l'énergie et du combustible, la main d'œuvre d'exploitation et de surveillance, la remise en état des lieux, ainsi que l'entretien des ouvrages (rigoles, drains, puisards) de captage et d'adduction.

4.4. NETTOYAGE DU FOND DE LIT

Après épuisements, le fond de lit est nettoyé et dégagé de tous les matériaux faisant obstacle à l'exécution des travaux et notamment sous l'ouvrage pour la réfection du radier. L'enlèvement des sédiments est réalisé par aspiration.

Tous les matériaux extraits sont prioritairement réutilisés sur place, les matériaux excédentaires seront évacués conformément aux prescriptions du PRE, dans un lieu de stockage.

4.5. BARBACANES

Les barbacanes doivent être réalisées avant bétonnage ou scellées dans des forages carottés de 120mm de diamètre à l'aide d'un produit agréé par la maîtrise d'œuvre.

Le scellement des barbacanes ne doit concerner que l'espace annulaire entre le forage et le tuyau sur 4 à 5 cm de profondeur afin de ne pas colmater le dispositif de drainage.

Chaque barbacane doit dépasser de 5cm le nu du parement et être mise en œuvre dans un forage exécuté par roto-percussion ou carottage dans le béton, en mettant en œuvre les moyens techniques qui ne détruisent ou ne brisent pas la matière.

4.6. EXÉCUTION DES CHARPENTES MÉTALLIQUES

4.6.1. CLASSES D'EXÉCUTION

En complément de l'article 4.1 du fascicule 66 du CCTG, les classes d'exécution des éléments de charpente métallique sont choisies comme suit :

- la classe d'exécution EXC3 est requise de façon générale pour tous les éléments de l'ossature autre que ceux relevant de la classe d'exécution EXC4, quel que soit le mode d'assemblage ;
- la classe d'exécution EXC4 est requise pour tous les joints transversaux tendus en situation d'exploitation, sous charge d'état limite de service des membrures de poutres principales de la structure soudée ou boulonnée ;
- la classe d'exécution EXC2 peut être admise pour les assemblages soudés ou boulonnés d'éléments accessoires ne participant pas à la résistance ni à la stabilité de l'ossature en service ou en cours de montage.

4.6.2. USINAGE

Normes NF EN 1090-2+A1 et NF EN 1090-2/CN, article 6 du fascicule 66 du CCTG

4.6.2.1. Coupage

Le coupage est réalisé conformément à l'article 6.1 du fascicule 66 du CCTG.

Les défauts d'oxycoupage, proprement dits, ne doivent pas dépasser 0,5 mm de profondeur.

Les arêtes des pièces destinées à être peintes sont arrondies.

4.6.2.2. Organes accessoires

Tous les organes, ou usinages accessoires, destinés à assurer le levage, la manutention, le coffrage, le soudage sur site ou l'adjonction de pièces secondaires, sont représentés sur les plans d'exécution et justifiés. Ils doivent être déposés par le titulaire avant la mise en service, sauf justification par le titulaire de leur absence de nocivité, notamment vis-à-vis de la fatigue et de la corrosion.

4.6.2.3. Perçage

Tous les perçages d'éléments structuraux sont effectués en respectant les stipulations de l'annexe D de la norme NF EN 1090-2+A1. Les arêtes des trous sont arrondies pour assurer une bonne tenue de la protection anticorrosion. Les trous sont obturés après usage par un dispositif accepté par le maître d'œuvre, offrant des conditions de durabilité suffisantes et dont les composants sont compatibles avec le dispositif de protection anticorrosion.

Pour les aciers de nuances supérieures ou égales à S355, dans le cas d'une classe d'exécution EXC3, les découpes par poinçonnage sont obligatoirement suivies d'un réalésage.

La vérification de la validité des procédés de perçage prévue par l'article 6.2 du fascicule 66 du CCTG a lieu en début de chantier.

4.6.3. SOUDAGE

Normes NF EN 1090-2+A1, NF EN 1090-2/CN, article 7 du fascicule 66 du CCTG

4.6.3.1. Dispositions constructives

Le choix du type des cordons de soudage est effectué conformément aux dispositions de la norme NF EN 1090-2+A1 en prenant en compte les justifications de la résistance à la fatigue des assemblages.

Les montants d'appui sont ajustés sur la membrure inférieure de la charpente. Les sujétions de préparation qui en résultent et la dimension de l'ensemble des soudures sont portées sur les plans de fabrication.

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 autorisée.

4.6.3.2. Préparation des soudures

Article 7.3 du fascicule 66 du CCTG

En cas d'utilisation d'aciers grenaillés prépeints, l'élimination systématique de la peinture primaire dans les zones d'assemblage est effectuée.

Les tolérances sur l'écartement des pièces assemblées bout à bout sont celles de l'article 7.3 du fascicule 66 du CCTG.

4.6.3.3. Exécution des soudures

Article 7 du fascicule 66 du CCTG

L'exécution des soudures est conforme aux dispositions de l'article 7 du fascicule 66 du CCTG.

En cas de besoin d'un préchauffage, il doit s'étendre à une zone d'au moins 75 mm sur chaque élément du métal de base.

Les fixations provisoires soudées sont autorisées. Elles doivent figurer sur les plans d'exécution. Elles sont conformes à l'article 7.4 du fascicule 66 du CCTG. La dépose par burinage est interdite.

L'utilisation d'un support envers permanent en acier est proscrite sauf justification.

Le titulaire doit effectuer les essais de production prévus par l'article 7.6 du fascicule 66 du CCTG.

4.6.3.4. Contrôle des soudures

Normes NF EN 1090-2+A1, NF EN 1090-2/CN, article 12 du fascicule 66 du CCTG

4.6.3.4.1. Généralités

Le contrôle intérieur du titulaire est assuré par du personnel certifié de niveau 2 au sens de la norme NF EN ISO 9712 (Cofrend niveau 2 ou équivalent).

L'étendue du contrôle après soudage est conforme à l'article 12.4.2.2 de la norme NF EN 1090-2+A1 complété par l'article 12.2.2 du fascicule 66 du CCTG.

Le caractère nouveau des DMOS au sens de l'article 12.4.2.2 de la norme NF EN 1090-2+A1 est relatif à l'exécution de l'ensemble des ouvrages construits par une même usine dans le cadre du présent dossier.

Le contrôle visuel est effectué conformément à l'article 12.4.2.3 de la norme NF EN 1090-2+A1.

Les contrôles par ressuage, par magnétoscopie, par radiographie et par ultrasons sont effectués conformément à l'article 12.4.2.4 de la norme NF EN 1090-2+A1 complété par les articles 12.2.1.1 et 12.2.1.2 du fascicule 66 du CCTG.

Aucun cordon de soudure ne doit être peint avant d'avoir été contrôlé et accepté.

4.6.3.4.2. Contrôles par ultrasons

Normes NF EN 1090-2+A1, NF EN ISO 11666, NF EN ISO 17640, NF EN ISO 23279, article 12.2.1.1 du fascicule 66 du CCTG

Par complément à la norme NF EN ISO 17640, toute utilisation d'ultrasons pour le contrôle de tôles d'épaisseur inférieure à 14 mm doit être motivée par le titulaire et soumise à l'acceptation du maître d'œuvre.

La production d'une procédure de contrôle, établie par du personnel certifié Cofrend niveau 3 et soumise à l'acceptation du maître d'œuvre, est obligatoire. Cette procédure reprend les techniques décrites dans la norme NF EN ISO 17640 avec les compléments et dérogations fixés par l'article 12.2.1.1 du fascicule 66 du CCTG et avec les prescriptions complémentaires suivantes :

- les couplants gras (tels que graisse, huile...) sont interdits ; seuls les couplants solubles à l'eau (tels que colle de tapissier, gel spécifique ...) sont autorisés ;
- en complément du fascicule 66 du CCTG, le niveau de contrôle C (arasage des cordons) est prescrit pour les assemblages bout à bout interpénétrés d'épaisseurs strictement inférieures à 20 mm ;
- la détection des indications transversales doit être réalisée sur les assemblages contrôlés ;
- les critères d'acceptation sont ceux de la norme NF EN 11666 pour les épaisseurs $\leq$ à 100 mm. Pour les épaisseurs supérieures à 100 mm, les critères que donne la norme pour une épaisseur fixée à $t = 100$ mm doivent être appliqués ;
- le rapport de contrôle reprend l'ensemble des prescriptions de l'article 14 de la norme NF EN ISO 17640 et précise les points suivants :
 - la correction transfert appliquée pour chaque type de palpeur utilisé ;
 - le seuil d'enregistrement ;
 - le positionnement et la dimension des défauts supérieurs au seuil d'enregistrement ;
 - la ou les soudures contrôlées conformément au plan des contrôles non destructifs ;
 - la position et la longueur des zones contrôlées ;
 - la position et la dimension des défauts hors tolérances à réparer ;
 - la mention R1 ou R2 pour les rapports de contrôle après réparation.

4.6.3.4.3. Contrôles par radiographie

Normes NF EN ISO 17636-1, NF EN ISO 17636-2, article 12.2.1.2 du fascicule 66 du CCTG

La procédure de contrôle par radiographie, qui doit être soumise à l'approbation de l'inspecteur, est établie par le titulaire. Elle est conforme aux normes NF EN ISO 17636-1 et NF EN ISO 17636-2, à l'article 12.2.1.2 du fascicule 66 du CCTG et aux prescriptions complémentaires suivantes :

l'indicateur de qualité d'image est toujours placé côté source, sauf impossibilité physique ;

la qualité d'image des radiogrammes respecte les exigences de la norme NF EN ISO 19232-2.

L'origine de la bande chiffrée prévue par l'article 12.2.1.2 du fascicule 66 du CCTG, aussi appelée zéro bande, est indiquée sur un plan de tir, de même que tous les renseignements nécessaires au bon positionnement des radiogrammes dans l'ouvrage et des défauts dans la soudure contrôlée.

Par complément à la norme NF EN ISO 5817, la concomitance de caniveaux et d'inclusions en ligne n'est acceptée que si la longueur cumulée de ces deux défauts est inférieure ou égale à la plus petite longueur acceptable de l'un des défauts pris isolément.

L'étendue de contrôle définie par la norme NF EN 1090-2+A1 est définie par rapport à chaque partie de soudure présentant les mêmes critères vis-à-vis des seuils indiqués. Ainsi, en classe d'exécution EXC4, pour chaque soudure tendue, la partie avec $U < 0,5$ est contrôlée sur 50 % de sa longueur et la partie avec U supérieur ou égal à 0,5 sur 100 % de sa longueur.

Par ailleurs, les prescriptions de la norme NF EN 1090-2+A1 concernant les pourcentages de contrôle des soudures en traction s'appliquent dans toutes les zones de l'ouvrage qui sont en traction, soit pendant la mise en place de la charpente (par exemple au lancement), soit en service sous les combinaisons aux états limites de service.

Pour l'application de la norme NF EN 1090-2+A1, le coefficient U définissant l'étendue du contrôle des soudures bout à bout est remplacé par un coefficient $U' = \max(U, k')$ dans lequel U est le coefficient défini dans la norme NF EN 1090-2+A1 et k' le rapport entre l'étendue de contrainte totale résultant du passage du convoi de fatigue et la limite de troncature de l'assemblage divisée par le coefficient partiel de sécurité. Les différentes valeurs de U' prises en compte figurent sur le plan des contrôles non destructifs ou sur un document spécifique.

Par complément au tableau 24 de la norme NF EN 1090-2+A1 et à l'article 12.2.2 du fascicule 66 du CCTG, les soudures bout à bout des semelles réalisées sur site qui sont en compression sous les combinaisons aux états limites de service sont contrôlées sur 20 % de leur longueur.

Par complément au tableau 24 de la norme NF EN 1090-2+A1, les soudures d'angle devenant inaccessibles par la suite sont systématiquement contrôlées à 100 % par magnétoscopie ou ressuage.

4.6.3.5. Contrôles dimensionnels

Article 11 du fascicule 66 du CCTG

Avant la sortie de l'atelier de chaque tronçon de charpente, le titulaire effectue des relevés de cotes et de géométrie (en particulier de contreflèches et de cotes aux appuis) de ce tronçon.

Une fois l'ossature métallique totalement en place, le titulaire effectue et enregistre un relevé final de la géométrie, conformément au 12.7.3.1 de la norme NF EN 1090-2+A1, puis fournit au maître d'œuvre un enregistrement des vérifications des dimensions comprenant les valeurs relevées et leur comparaison aux valeurs théoriques.

4.6.3.6. Autres spécifications

Tous les espaces confinés présentant une impossibilité d'accès pour inspection ou protection anti-corrosion doivent être hermétiquement clos.

4.6.4. DISPOSITIONS PARTICULIÈRES POUR LES PROFILÉS DU COMMERCE

Si le titulaire utilise des profilés laminés pour réaliser des éléments structuraux nécessitant des assemblages bout à bout, ces profilés doivent impérativement provenir du même train de laminage. En outre, avant soudage, il doit effectuer un contrôle de présentation pour vérifier la géométrie des éléments à rabouter. Par ailleurs, dans le cas d'assemblage bout à bout entre profilés laminés tubulaires, les éléments à rabouter sont débités à partir du même profilé et le titulaire met en œuvre un système de repérage permettant de réaliser les accostages.

4.6.5. DISPOSITIONS PARTICULIÈRES POUR LES ASSEMBLAGES BOULONNÉS

Norme NF EN 1090-2+A1, annexe A de la NF EN 1090-2/CN

Pour chaque type d'assemblage, le programme de pose des boulons comporte au minimum les informations suivantes : la classe de l'assemblage, la classe de qualité des boulons, leur nombre, diamètre et longueur, leur état de protection, la précontrainte minimale ou de calcul, l'aire des

surfaces de contact, la valeur du coefficient conventionnel de frottement, l'état de surface des zones d'assemblage et leurs conditions de préparation, le plan et la méthode de serrage adoptée ainsi que la méthode de contrôle.

Le titulaire doit fournir un plan de serrage. Celui-ci doit être conforme à l'annexe A de la norme NF EN 1090-2/CN.

La préparation des surfaces des assemblages boulonnés doit permettre l'obtention des exigences figurant sur les plans d'exécution (états de surface, coefficients de frottement, etc.) dans le respect des exigences du tableau 18 de la norme NF EN 1090-2+A1.

Dans le cas de serrage par contrôle du couple, la vérification du sur-serrage est effectuée en s'assurant qu'une rotation minimale de 5° est obtenue sous l'application du couple requis pour obtenir la précontrainte minimale spécifiée. Dans le cas contraire, les boulons concernés doivent être rebutés.

Pour l'application de l'article 12.5.2.3 de la norme NF EN 1090-2+A1, un groupe de boulons ne peut pas concerner plus d'un lot de boulons.

4.7. OUVRAGES PROVISOIRES POUR CHARPENTES MÉTALLIQUES

Article 9.2 du fascicule 66 du CCTG

4.7.1. PALÉES PROVISOIRES

Le titulaire s'assure que la portance réelle du sol, sans tassement appréciable, est suffisante au droit de chaque appui prévu. De plus, dans tous les cas, en l'absence de sondages menés par un laboratoire préalablement accepté par le maître d'œuvre, la contrainte maximale supportée par le sol de fondation (quel qu'il soit) ne doit pas dépasser 0,1 MPa.

4.7.2. ÉLÉMENTS PROVISOIRES D'OSSATURE

Le titulaire réalise, dans le cadre du contrôle intérieur des ouvrages provisoires, une série d'épreuves visant à tester :

- 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 le titulaire. Toute tolérance ou défaut d'implantation supérieur à 0,5 cm fait l'objet d'une justification de l'intégrité de la structure.

4.8. MONTAGE DES CHARPENTES MÉTALLIQUES

Article 9.1 du fascicule 66 du CCTG

4.8.1. STOCKAGE ET ASSEMBLAGE DÉFINITIF SUR LE SITE

Lors des différentes opérations de transport, de manutention, de montage et de levage, la stabilité des éléments de charpente doit être assurée et justifiée par le titulaire.

4.8.2. MATÉRIELS DE MONTAGE

Article 9.1 du fascicule 66 du CCTG

Pour les engins de manutention, non classés dans les ouvrages provisoires, le titulaire fournit au maître d'œuvre un rapport de vérification émis par un organisme de contrôle habilité et attestant du respect de la législation en vigueur.

Tout aménagement de la piste de chantier ou du sol en place dû au type de montage retenu est à la charge du titulaire.

4.8.3. MISE EN PLACE DE LA CHARPENTE

Les éléments de charpentes sont transportés à l'intérieur de la buse et mis en place par les personnels du chantier. Aucun véhicule n'est autorisé à circuler dans le cours d'eau.

4.9. PROTECTION ANTICORROSION

Fascicule 56 du CCTG, articles 10 et 14 du fascicule 66 du CCTG

Dans un délai de quinze jours calendaires à compter de la date de notification de l'ordre de service de commencer les travaux, le titulaire fournit au maître d'œuvre le nom et l'adresse de l'atelier qu'il compte retenir pour effectuer la protection contre la corrosion.

La protection de l'ensemble des éléments de l'ossature métallique contre la corrosion est exécutée par galvanisation à chaud et mise en œuvre autant que cela est possible en atelier sur les pièces achevées (découpées, soudées, percées...).

Les pièces dont l'assemblage est réalisé par rivetage ou boulonnage doivent être galvanisées avant assemblage.

Si une opération de soudure ou de perçage devait exceptionnellement, après accord du maître d'œuvre, être effectuée après galvanisation, le revêtement est reconstitué en usine par une métallisation effectuée après décapage ou, sur chantier, par une peinture riche en zinc effectuée après dégraissage et brossage, sous réserve de l'accord de la maîtrise d'œuvre.

La mise en œuvre de la galvanisation ne doit pas donner aux pièces une flèche de déformation supérieure à trois millièmes de leur longueur.

Le titulaire peut redresser les pièces par un recuit de normalisation. Toute pièce redressée par une action mécanique à l'aide d'une presse ou autre matériel est refusée.

4.9.1. CONTRÔLES DE LA PROTECTION PAR GALVANISATION AU COURS D'EXÉCUTION EN USINE

4.9.1.1. Contrôle du métal d'apport

Le maître d'œuvre se réserve le droit de faire procéder à des analyses chimiques du métal d'apport, énoncées dans les normes NF A 06-830 du 1/02/1973 et NF A 07-830 du 2/04/1973.

4.9.1.2. Contrôle de l'aspect et de l'adhérence

Le maître d'œuvre procède au contrôle de l'aspect et de l'adhérence du revêtement de zinc suivant les conditions fixées par les normes françaises en vigueur et en particulier par les normes EN ISO 1461 du 1/07/2009 et NF EN ISO 2063.

4.9.1.3. Contrôle de l'épaisseur du revêtement

Le contrôle de l'épaisseur est effectué par mesures magnétiques conformément au mode opératoire défini par la norme NF EN ISO 2063 soit par l'usine de galvanisation, soit par le titulaire sur le chantier.

En cas de rejet par le maître d'œuvre pour insuffisance d'épaisseur, le titulaire peut demander un contrôle en laboratoire suivant les essais définis par la norme NF EN ISO 1461 du 1/07/2009.

L'échantillon à analyser est constitué par trois fractions de la pièce déterminée suivant les indications du maître d'œuvre.

4.10. ARMATURES DE BÉTON ARMÉ

Normes NF EN 13670/CN et NF A 35-027, chapitres 6.2, 6.3, 6.4, 6.5 et 6.6 du fascicule 65 du CCTG

4.10.1. FABRICATION DES ARMATURES

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

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

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

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

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

4.10.2. SOUDAGE

Pour l'application du 6.4 (2) de la norme NF EN 13670/CN, tous les aciers utilisés pour la confection des armatures de béton armé utilisées sont soudables conformément au 6.2.1.1 du fascicule 65 du CCTG.

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

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

4.10.3. POSE DES ARMATURES

La pose d'armatures pour béton est effectuée par des prestataires certifiées AFCAB-Pose. Toutefois, la pose peut également être assurée par le titulaire dans les conditions définies au chapitre 6.5.1 du fascicule 65 du CCTG.

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

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

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

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

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

4.10.4. ENROBAGE DES ARMATURES

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.

Le respect des exigences de l'article ci-dessus autorise l'adoption d'une tolérance d'exécution Δc_{dev} de 5 mm.

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

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

4.11. TRAITEMENT DE FISSURES DU BÉTON

Normes NF EN 1504-10, NF P 95-103, guides FABEM 2 et FABEM 3

4.11.1. PRÉPARATION DU SUPPORT

Celle-ci doit être conforme à la fiche technique du produit retenu.

Elle comporte nécessairement un dépoussiérage et un décapage à l'abrasif. Les zones ayant subi des ragréages ou un nettoyage (l'usage de solvants et le lavage à l'acide sont interdits) doivent être reprises.

Elle est détaillée dans la fiche d'exécution des travaux.

Elle doit en outre être conforme aux normes NF EN 1504-10, et NF P 95-103 et aux recommandations du paragraphe 3 du guide technique « Choix et application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton » édité en 1996 par le LCPC.

4.11.2. PRÉPARATION DES PRODUITS

Elle doit être conforme aux spécifications prévues dans les documents remis par le titulaire. Elle doit suivre les recommandations du paragraphe 3 du guide technique « Choix et application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton » édité en 1996 par le LCPC.

4.11.3. MODE D'EXÉCUTION

L'exécution de la réparation doit être réalisée conformément aux normes NF EN 1504-10 et NF P 95-103. Les techniques mises en œuvre doivent suivre les recommandations du paragraphe 3 du

guide technique « Choix et application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton » édité en 1996 par le LCPC.

La mise en œuvre des produits ou systèmes de produits doit respecter scrupuleusement les spécifications de mise en œuvre délivrées par le titulaire.

Il doit être défini dans les procédures d'exécution :

- l'organisation et la répartition des différents ateliers ;
- les modalités de préparation du support ;
- la compatibilité du produit avec la nature, la texture et l'humidité du support ;
- les conditions atmosphériques ;
- la préparation des produits ;
- les délais de recouvrement ;
- les points critiques et les points d'arrêt ;
- les consignes à respecter et les dispositions particulières à prendre en cas d'incident ou de conditions climatiques défavorables.

Le mode d'exécution définitif est arrêté lors de l'épreuve de convenance.

4.11.4. CONTRÔLE INTÉRIEUR

Le titulaire est tenu d'assurer le contrôle intérieur selon les modalités prévues dans son PAQ.

4.11.5. LES ESSAIS DE CONVENANCE

Les épreuves de convenance doivent être réalisées conformément aux guides FABEM 2 et FABEM 3 du STRRES.

Avant le démarrage des travaux, dans le cadre du contrôle intérieur, le titulaire réalise en présence du maître d'œuvre et de son laboratoire de contrôle, une épreuve de convenance comprenant la préparation du support et l'application des produits, dans les conditions du chantier, sur une surface représentative de l'ouvrage (choisie par le titulaire en accord avec le maître d'œuvre). Cette épreuve a pour but de vérifier, de façon contradictoire, l'aptitude du personnel et des moyens à satisfaire les conditions du marché.

Ces essais sont à réaliser avec les mêmes personnes qui ont participé à la réunion préparatoire. Ils portent sur :

- la qualité de préparation du support ;
- l'applicabilité des produits, y compris ceux de cachetage ;
- les techniques de mise en œuvre.

Si les résultats obtenus au cours de cette épreuve de convenance ne sont pas probants, le maître d'œuvre demande au titulaire de réaliser à ses frais, une nouvelle épreuve en apportant les modifications nécessaires à l'obtention du résultat recherché.

4.11.6. SUIVI DE CHANTIER

Les modalités et le plan des contrôles étant précisément établis et acceptés par le maître d'œuvre, le chantier peut démarrer.

Dans le cadre du suivi de chantier, les contrôles portent sur :

- la préparation des supports ;
- la réception des produits ;
- l'application des produits.

4.11.6.1. La préparation des supports

Les étapes de la préparation du support sont :

- le nettoyage des supports. Dans le cas où le produit de réparation ne peut pas être mis en place sur un support humide, les excédents d'eau doivent être éliminés par soufflage à l'air déshuilé, par aspiration, ou par évaporation naturelle ;
- dans le cadre d'une mise en œuvre de produit de réparation à base de liants hydrauliques : humidification des supports. L'humidification est réalisée par arrosage ou par aspersion d'eau vers le support de façon qu'il soit saturé et qu'il conserve son aspect humide pendant plusieurs heures avant la réparation. Quelle que soit la méthode utilisée, la surface doit être humide et surtout non ruisselante. Le processus d'arrosage doit être arrêté une à deux heures avant le début de la réparation.

Chaque préparation de support fait l'objet d'un contrôle interne dont les modalités sont définies dans le PAQ et dont la traçabilité est assurée dans les documents de suivi d'exécution.

Le maître d'œuvre se réserve le droit d'effectuer à tout moment un contrôle extérieur inopiné du respect des procédures d'exécution.

4.11.6.2. La réception des produits

Les contrôles de réception ont pour but de vérifier que :

- les produits sont conformes aux indications du contrat et satisfont aux exigences de la norme NF EN 1504-5 ou à des normes spécifiques (ciments, granulats, etc.) ;
- les conditions de transport sont conformes à celles indiquées par le fabricant (fiche technique ou autre) ;
- les conditions de stockage sont conformes à celles indiquées par le fabricant (fiche technique ou autre).

Le titulaire doit disposer d'un local de stockage : sec, clos, dont la température garantisse la conservation du stock et suffisamment vaste pour pouvoir séparer les produits (peintures, solvants...) par nature. Les conditions de stockage doivent respecter les prescriptions des fabricants de produits.

Le contrôle intérieur doit comporter les éléments nécessaires au suivi de la gestion du stock, par produit : date d'entrée, numéro de lot, nombre de pots et volume (ou poids) du lot, fourniture d'une fiche d'identification rapide.

Le contrôle intérieur doit également comporter les dates de sortie du stock pour le suivi des quantités utilisées avec, par produit et par lot, les affectations correspondantes par élément d'ouvrage ou par jour de travail.

La réception à la livraison fait partie du contrôle intérieur.

La conformité des produits livrés est appréciée par la vérification des bordereaux de livraison, du marquage des produits (marquage CE, marque NF, label SNJF, etc.), le relevé des numéros de lots ainsi que des dates limites de conservation.

S'il est appliqué un système homologué, l'étiquetage doit également comporter le numéro figurant sur la fiche d'homologation. Ce numéro atteste que le produit a bien subi l'autocontrôle du fabricant prévu au cahier des charges d'homologation. Si ce numéro est absent, le lot est rebuté.

Dans le cadre du contrôle extérieur, le maître d'œuvre peut vérifier ponctuellement que la gestion du stock est bien faite.

4.11.6.3. L'application des produits

Une bonne application commence par une bonne préparation des produits. Il convient de vérifier que le produit utilisé correspond à la méthode de réparation choisie, ainsi que :

- la date de péremption du produit (elle doit figurer sur l'étiquette) ;
- le respect de la nature et des proportions des différents composants du produit de pontage, de calfeutrement ou d'injection.

Les fiches techniques des produits doivent comporter toutes les indications utiles à la méthode d'application utilisée.

Pour les systèmes certifiés, on utilise le mode d'application et la dilution conseillée sur la fiche d'homologation. Certaines techniques d'application possibles ne permettent pas d'obtenir les épaisseurs requises : si, pour différentes raisons, on est quand même amené à utiliser ces techniques, il est alors nécessaire de redoubler les couches.

Le contrôle intérieur porte sur :

- les conditions climatiques pendant l'application et le séchage ;
- les conditions de température de l'air et d'hygrométrie figurant sur les fiches d'homologation doivent être impérativement respectées tout comme la température maximale du support.

L'état du support doit être vérifié : il faut s'assurer que les surfaces sont propres (bon dépoussiérage, dégraissage éventuel...).

Les résultats doivent être conformes aux résultats d'essais de référence et répertoriés dans les documents de contrôle intérieur.

Le titulaire doit impérativement remplir des fiches de contrôle intérieur, un modèle doit être inclus à la procédure d'exécution soumise au visa du maître d'œuvre.

4.11.7. CONTRÔLE EXTÉRIEUR

Le maître d'œuvre s'assure de l'application du PAQ et de l'exécution du contrôle intérieur par des contrôles inopinés.

Le contrôle extérieur consiste notamment à :

- contrôler l'exécution du pontage, du calfeutrement ou de l'injection ;
- effectuer un contrôle visuel pour déterminer la qualité de la réparation (présence ou non de fissures visibles à l'œil et aspect esthétique).

Lors d'une injection, les points suivants sont contrôlés :

- le matériel d'injection ;
- le dosage des constituants ;
- les pressions d'injection.

4.11.8. PONTAGE : MODE OPÉRATEUR

4.11.8.1. Préparation du support

Dans le cas de traitement par pontage, avant l'application des produits, il est obligatoire :

- d'éliminer toute trace de laitance, de peinture ou revêtement existant, de produit gras ;
- de s'assurer de la cohésion du support, notamment dans le cas d'application sur enduit ancien ;
- d'identifier par sondages au marteau et de purger les zones décollées ;

- de supprimer tout suintement ou venue d'eau.

En cas de suintement ou de venue d'eau, un pré-étanchement est réalisé en fond de fissure à l'aide de produits adaptés.

Cette opération doit être suivie d'un nettoyage et d'un séchage de la zone traitée.

4.11.8.2. Réalisation d'un pontage

Cas des armatures textile

Lors de la pose de l'armature, l'opération de marouflage doit aboutir à son incorporation à la première couche du produit à base de liant hydraulique ou de synthèse.

Produits à base de liants hydrauliques

L'application se fait après humidification du support. Toutes précautions doivent être prises pour éviter la dessiccation prématurée du produit par les effets du soleil ou du vent pendant et après l'application.

Produits à base de liants organiques

Avant l'application, il convient de s'assurer que l'humidité du support est compatible avec le produit ou le système utilisé. Toute agression extérieure doit être évitée pendant le temps d'application, de polymérisation et de durcissement du produit.

Cas des feuilles auto-adhésives ou collées

Il est impératif que la feuille soit désolidarisée du support au droit et de part et d'autre de la fissure. La largeur de désolidarisation doit être en adéquation avec :

- le souffle de la fissure ;
- l'ouverture de la fissure au moment de la pose, qui dépend des conditions thermiques ;
- les caractéristiques du matériau constituant la feuille.

Le tracé des fissures peut imposer des découpes et des assemblages de bande par soudage ou collage.

4.11.9. CALFEUTREMENT : MODE OPÉRATOIRE

4.11.9.1. Préparation du support

La première phase consiste en la réalisation d'une engravure le long de la fissure à obturer. Elle est réalisée soit par meuleuse-disqueuse, soit par rainureuse électrique ou pneumatique.

L'engravure est soit une saignée rectangulaire, soit une engravure en V. La saignée rectangulaire permet au mortier ou au mastic chargé de résister aux mouvements de la fissure et de travailler dans de meilleures conditions.

La largeur de l'engravure est fonction des mouvements possibles de la fissure – mais n'est jamais inférieure à 10 mm – et du module du produit de remplissage. La forme de l'engravure est telle que son ouverture soit des 2/3 de sa profondeur. Après ouverture de la fissure, toute trace de poussière est éliminée par brossage ou soufflage à l'air déshumidifié et déshuilé. Dans le cas d'utilisation de mastic, les dimensions de l'engravure doivent suivre les prescriptions de la norme NF DTU 44.1 P1-1 .

En cas de suintement ou de venue d'eau, un pré-étanchement est réalisé en fond de fissure à l'aide de produits adaptés :

- soit par injection de résines gonflantes en présence d'humidité ;
- soit par colmatage par une pâte de ciment à prise rapide.

Cette opération doit être suivie d'un nettoyage et d'un séchage des lèvres.

4.11.9.2. Mise en œuvre du produit de calfeutrement

Le produit de calfeutrement peut être mis en œuvre :

- soit manuellement (truelles, langues de chat...) ;
- soit par projection pour les produits à base de liants hydrauliques ;
- soit à l'aide de pistolets manuel ou pneumatiques à débit contrôlable pour les produits à base de liants organiques en cartouche, en poches plastiques ou en vrac.

Quand le produit nécessite un primaire d'accrochage, le temps d'attente éventuel doit être respecté. Dans le cas des fissures actives, un fond de joint doit être mis en place pour éviter l'adhérence des produits à base de liants organiques en fond de fissure.

Le produit de calfeutrement est serré contre les lèvres de la fissure puis taloché ou lissé selon la finition désirée.

Dans le cas de calfeutrement en forte épaisseur, l'application du mono composant se fait en plusieurs passes pour permettre la polymérisation correcte de la totalité du produit.

Pendant le temps de durcissement ou de polymérisation, la surface du produit mis en œuvre est protégée contre les agressions extérieures (chocs, abrasion, pluie, dessiccation et salissures).

4.11.10. INJECTION : MODE OPÉRATOIRE

4.11.10.1. Le matériel

Le matériel utilisé comprend :

- des malaxeurs : la puissance ainsi que le mode de malaxage dépend des types de produit utilisés, ainsi que des prescriptions des fournisseurs ;
- des pompes à injection, dont le type est conditionné par les produits mis en œuvre. Elles doivent être facilement nettoyables pour le produit utilisé et permettre un contrôle de la pression d'injection ;
- les pots à pression, qui doivent être munis d'un manomètre ;
- les pots simples ;
- les flexibles assurant la liaison entre la pompe et les injecteurs. Leurs raccords doivent être étanches. Ces flexibles doivent être adaptés à la pression d'injection et aux types d'injecteurs. Leur matériau doit être compatible avec celui du produit injecté. Le titulaire doit utiliser :
 - pour les thermodurcissables et les faibles débits des tuyaux translucides permettant de vérifier l'écoulement du produit d'injection ;
 - pour les autres produits des flexibles en caoutchouc ou néoprène, armés ou non, capables de supporter la pression d'injection.
- les injecteurs : on choisit de préférence des injecteurs collés à cheval sur les parties à traiter. Le diamètre des tubes doit être adapté au débit prévisible d'injection. Dans les cas où les pressions d'injection sont élevées (supérieures à 0,5 MPa) ou lorsque les débits d'injection sont importants (fissure à forte ouverture par exemple), le titulaire utilise des injecteurs forés. Un dispositif permettant d'assurer l'étanchéité entre le tube d'injection et le manchon doit alors être présent.

4.11.10.2. Préparation du support

Pour le cachetage et le collage des injecteurs, il est nécessaire de procéder à un nettoyage mécanique sous forme d'un brossage énergique suivi d'une aspiration ou d'un soufflage à l'air

comprimé. Le nettoyage mécanique est associé à un lavage avec un détergent adapté lorsque le support est pollué (poussières, taches de graisse ou d'huile, micro-organismes, etc.) qui doit être suivi par une neutralisation des produits (rinçage et soufflage).

Les fissures peuvent être nettoyées par une projection d'eau sous pression, par un rinçage à grande eau ou par un jet d'air comprimé.

Pour l'utilisation des produits à base de liant hydraulique, il est nécessaire d'humidifier au préalable la fissure.

Pour l'utilisation des produits à base de résine, il est nécessaire de vérifier si le produit adhère sur surface sèche ou humide et de reproduire les conditions d'humidité requis. Selon le cas :

- de l'air sec et déshuilé est soufflé ;
- la surface est humidifiée.

4.11.10.3. Préparation de l'injection

Les différentes étapes de la préparation de l'injection sont les suivantes :

- cachetage de la fissure ;
- disposition des injecteurs de diamètre approprié au débit d'injection prévu, servant à l'introduction du produit ou pouvant jouer le rôle d'évent ;
- contrôles de mise en œuvre des injecteurs et cachetages par air comprimé pour permettre :
- de vérifier que la fissure n'est pas obturée ;
- de vérifier que la communication entre injecteurs et événements se fait correctement.

Les injecteurs sont espacés de 500 fois l'ouverture de la fissure exprimée en millimètres.

La fissure doit être cachetée extérieurement avec un produit pâteux (colle époxyde, polyester, mastic polyuréthane ou silicone, mortier étanche...) permettant de résister le cas échéant aux pressions d'injection mises en œuvre.

Si la fissure risque de communiquer avec des zones de l'ouvrage où la résine peut disparaître, de petits forages seront réalisés avec une perceuse et obturés avec un mastic compatible avec le produit d'injection.

4.11.10.4. Conditions d'emploi des résines thermodurcissables en injection

Avant injection du produit, il faut vérifier :

- la température du produit ;
- la température du support ;
- la Durée Probable d'Utilisation (DPU) du produit utilisé.

L'injection est conduite de la façon suivante :

- introduire le produit d'injection par le ou les tubes placés le plus bas ;
- suivre le cheminement du produit et fermer les événements intermédiaires au fur et à mesure qu'ils ont commencés à laisser passer le produit ;
- après fermeture du dernier événement, maintenir la pression pendant quelques minutes.

En cas de forte hauteur ou de grande quantité, l'injection par plusieurs injecteurs est préconisée.

Au point d'injection, la pression doit toujours être inférieure à 0,5 MPa (5 bars) avec une valeur recommandée de l'ordre de 0,1 MPa (1 bar).

4.11.11. FINITIONS APRÈS CALFEUTREMENTS ET/OU INJECTIONS

Après injections, les injecteurs et événements sont retirés.

Les calfeutrements sont meulés et arasés dans le plan des parements et les parements meulés sont laissés bruts de meulage

Les finitions doivent être conformes aux résultats obtenus et validés lors des planches d'essai réalisées avant le début des travaux.

4.12. RAGRÉAGES

(NF EN 1504-10, NF P 95-101)

4.12.1. PRÉPARATION DES SUPPORTS

La préparation des supports a deux objectifs :

- éliminer le béton dégradé jusqu'à atteindre un béton sain ;
- rendre le support conforme aux spécifications requises pour la mise en œuvre du produit envisagé.

Cette préparation doit être réalisée conformément au paragraphe 7.2 de la norme NF EN 1504-10, au paragraphe A.7.2.4 rendu contractuel de l'annexe A informative de cette norme et à la norme NF P 95-101. Les techniques mises en œuvre doivent suivre les recommandations du paragraphe 3.1.1 du guide technique « Choix et application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton » édité en 1996 par le LCPC et du paragraphe 4.2 du guide du STRRES FABEM-1.

Les moyens mis en œuvre pour éliminer le béton dégradé sont soumis à l'agrément du maître d'œuvre lors de l'exécution d'une planche test. Ils doivent être choisis en se référant au tableau 1 de la norme NF P 95-101.

Les zones équarries doivent avoir des formes franches afin d'assurer une bonne tenue de la réparation.

Dans le cas où des armatures apparaissent lors des travaux d'élimination des bétons dégradés, leur préparation doit être réalisée conformément au paragraphe 7.3 de la norme NF EN 1504-10, au paragraphe A.7.3.2 rendu contractuel de l'annexe A informative de cette norme et à la norme NF P 95-101. Elle doit également se conformer au paragraphe 3.1.2 du guide technique "Choix et application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton" édité en 1996 par le LCPC.

Le bouchardage en fin d'équarrissage est interdit.

Les traitements anti-corrosion mis en œuvre doivent être conformes aux prescriptions du sous-article "Produits anti-corrosion des armatures" de l'article « Produits pour les ragréages » du chapitre 3 du présent CCTP.

Lorsqu'une épaisseur suffisante de mortier peut être mise en œuvre pour recouvrir les armatures, celles-ci peuvent simplement être nettoyées après enlèvement de la rouille non adhérente.

4.12.2. PRÉPARATION DES PRODUITS

La préparation des produits doit être conforme aux préconisations de préparation spécifiées dans la notice technique du fabricant. Les préconisations du paragraphe 3.4 du guide technique « Choix et application des produits de réparations et de protection des ouvrages en béton » édité en 1996 par le LCPC doivent être respectées, notamment au niveau des moyens de malaxages utilisés.

4.12.3. RÉCEPTION DES PRODUITS

Le titulaire doit disposer d'un local de stockage : sec, clos, dont la température garantisse la conservation du stock et suffisamment vaste pour pouvoir séparer les produits (peintures,

solvants...) par nature. Les conditions de stockage doivent respecter les prescriptions des fabricants de produits.

Les contrôles de réception ont pour but de vérifier que :

- les produits livrés sont conformes aux indications du contrat et satisfont aux exigences de la norme NF EN 1504-3 ou à des normes spécifiques (ciments, granulats...) ;
- les conditions de transport sont conformes à celles indiquées par le fabricant (fiche technique ou autre) ;
- les conditions de stockage sont conformes à celles indiquées par le fabricant (fiche technique ou autre).

La réception à la livraison doit être conforme au chapitre 3 du présent CCTP.

La conformité des produits livrés est appréciée par la vérification des bordereaux de livraison, du marquage des produits (marquage CE, marque NF, label SNJF, etc.), le relevé des numéros de lots ainsi que des dates limites de conservation.

4.12.4. MODE D'EXÉCUTION

L'exécution de la réparation doit être réalisée conformément au paragraphe 8.2 de la norme NF EN 1504-10 et au paragraphe A.8.2.1 rendu contractuel de l'annexe A informative de cette norme. Les techniques mises en œuvre doivent suivre les recommandations du paragraphe 3.5 du guide technique « Choix et application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton » édité en 1996 par le LCPC et du paragraphe 4.3 du guide du STRRES FABEM-1.

La mise en œuvre des produits ou systèmes de produits doit respecter scrupuleusement les spécifications de mise en œuvre délivrées par le titulaire comme indiqué au chapitre 2 du présent CCTP.

Toutes les préconisations y figurant doivent être vérifiées, ainsi que :

- la date de péremption du produit ;
- l'absence de peaux, de grumeaux...
- le respect de la préparation des produits figurant sur leur notice technique.

Les délais entre différentes phases de réparation sont à intégrer dès l'établissement du planning.

4.12.5. CONTRÔLE INTÉRIEUR

Le titulaire est tenu d'assurer le contrôle intérieur selon les modalités prévues dans son Plan Qualité.

4.12.6. LES ESSAIS DE CONVENANCE

Avant le démarrage des travaux de ragréage, dans le cadre du contrôle intérieur, le titulaire réalise, en présence du maître d'œuvre et de son laboratoire de contrôle, une épreuve de convenance comprenant la préparation du support et l'application des produits, dans les conditions du chantier, sur une surface représentative de l'ouvrage (choisie par le titulaire en accord avec le maître d'œuvre). Cette épreuve a pour but de vérifier, de façon contradictoire, l'aptitude du personnel et des moyens à satisfaire les conditions du marché.

Ces essais sont à réaliser avec les mêmes personnes qui ont participé à la réunion préparatoire. Ils portent sur :

- la qualité de la préparation du support ;
- la préparation des produits ;
- l'applicabilité des produits ;

- la qualité du ragréage.

Si les résultats obtenus au cours de cette épreuve de convenance ne sont pas probants, le maître d'œuvre demande au titulaire de réaliser à ses frais, une nouvelle épreuve en apportant les modifications nécessaires à l'obtention du résultat recherché.

4.13. BÉTONS

Norme NF EN 13670/CN, fascicule 65 du CCTG

4.13.1. BÉTONNAGE SOUS CONDITIONS CLIMATIQUES EXTRÊMES

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

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

Le bétonnage ne peut pas avoir lieu sans un abri si la température extérieure mesurée sur le chantier est inférieure à 5 °C.

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

Des dispositions particulières sont prises pour éviter un refroidissement brutal de la dalle.

4.13.1.1. Bétonnage par temps froid

Norme NF EN 13670/CN, fascicule 65 du CCTG

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

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

4.13.1.2. Bétonnage par temps chaud

L'effet nocif de certains facteurs atmosphériques (vent, ensoleillement, hygrométrie basse, etc.) est considérablement accru par temps chaud. Ces facteurs peuvent notamment compromettre l'obtention des résistances requises, augmenter le retrait, provoquer des fissurations superficielles nuisibles à l'aspect et à la durabilité du béton. En l'absence de choix d'un liant approprié (faibles teneurs en sulfates, aluminates tricalciques et alcalins), l'atteinte de températures dans le béton supérieures ou égales à +65 °C accroît les risques de développement de réactions sulfatiques internes.

Dans le cas où le programme d'exécution des travaux prévoit des bétonnages de parties d'ouvrage à des périodes où la température ambiante mesurée sur chantier est susceptible de dépasser durablement 30 °C, le titulaire soumet à l'acceptation du maître d'œuvre les dispositions qu'il propose pour limiter la température maximale du béton frais (la note du 8.5.4.2 du fascicule 65 du CCTG donne quelques dispositions envisageables). L'efficacité des dispositions adoptées doit être contrôlée au moyen d'enregistrement de la température au sein du béton.

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

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

4.13.2. REPRISES DE BÉTONNAGE

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

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

4.13.3. CURE

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

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

Les produits de cure doivent être compatibles avec les revêtements définitifs prévus au marché.

4.13.4. DISPOSITIONS PARTICULIÈRES LIÉES À LA RÉACTION SULFATIQUE INTERNE

Le titulaire met en œuvre toutes les dispositions prévues dans le cadre de l'étude des bétons pour que la température maximale dans les parties d'ouvrage soumises à un risque de réaction sulfatique interne n'excède pas les températures maximales données dans le présent CCTP.

4.14. PROJECTION DU BÉTON

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

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

Les parties d'ouvrage à traiter par béton projeté sont les suivantes : la voûte de la buse.

La projection du béton est réalisée par voie sèche.

Le béton projeté doit être réalisé sur une épaisseur totale de 35cm minimum.

4.14.1. PRÉPARATION DU SUPPORT

Préalablement à la préparation du support, il est procédé contrairement à la délimitation précise des zones à traiter et des modes de préparation du support (repiquage, sablage, décapage à l'eau...).

Il est procédé :

- au nettoyage/décapage des parements de la buse métallique ;
- à l'enlèvement de la rouille non adhérente ;

- au traitement des venues d'eau éventuelles (les venues d'eau doivent être colmatées ou de préférence drainées, mise en place préalable de barbacanes localisées sur les venues d'eau).
- L'énergie du repiquage et de nettoyage doit être réglée en fonction de la friabilité des matériaux en place.

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

4.14.2. ARMATURES

4.14.2.1. Mise en place des armatures

Un ferrailage est mis en place sur le parement à traiter.

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

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

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

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

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

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

4.14.2.2. Ancrage des armatures

Norme FD P 18-823, guide FABEM 7

Sur le support à projeter, il est procédé à la mise en place d'ancrages pour connecter le ferrailage au support.

4.14.2.2.1. Généralités

Les forages et les scellements sont fonctions du cahier des charges du produit de scellement.

Les connecteurs sont mis en place à raison de quatre (4) au minimum par mètre carré de parement.

La technique de forage et la technique de mise en œuvre des produits sont proposées par le titulaire et soumises à l'acceptation du maître d'œuvre.

Les scellements sont réalisés conformément :

- à la documentation technique des fabricants ;
- au fascicule de documentation FD P 18-823 ;
- à l'article 4.2.5 du guide FABEM 7 du STRRES « Réparation et renforcement des structures par armatures passives additionnelles ».

La procédure de scellement d'une barre doit de plus respecter scrupuleusement la méthodologie suivante :

- réalisation du forage par rotation sans percussion excessive pour éviter tout ébranlement de la structure ;

- dépoussiérage complet à l'air comprimé du trou ;
- mise en place coaxiale d'une barre dans le trou, positionnée au moyen de bagues de centrage ;
- injection en commençant par le fond du trou.

Au titre du contrôle extérieur, le maître d'œuvre effectue en cours de chantier des essais d'arrachement de barres scellées.

4.14.2.2.2. Dimensions du trou de scellement

Les diamètres minimum et maximum des perçages sont définis dans les documentations techniques des fabricants. D'après le FD P 18-823, l'espace annulaire entre la barre et le trou doit au moins être égal à 2,5 fois le diamètre du plus gros grain du produit ou du système de scellement :

- Cas des produits et systèmes à base de liants hydrauliques : diamètre du trou = diamètre de la barre + (14 mm à 35 mm) ;
- Cas des produits et systèmes à base de résines synthétiques : diamètres du trou = diamètre de la barre + (2 mm à 10 mm).

Les longueurs de scellement sont dimensionnées conformément au FD P 18-823. Elles sont au moins égales à 15 fois le diamètre de la barre à sceller.

4.14.2.2.3. Épreuves de convenance

Préalablement aux travaux, des épreuves de convenance doivent être obligatoirement réalisées en présence du maître d'œuvre dans le but de déterminer et valider la procédure d'exécution.

Un essai de convenance doit concerner deux (2) armatures au minimum.

Il doit être réalisé en place, les deux premières armatures à sceller au titre des travaux servant ainsi d'essai de convenance.

Si les armatures à sceller au titre des travaux à réaliser concernent à la fois des armatures verticales et des armatures horizontales, un essai de convenance doit être réalisé pour chaque type d'armatures.

Les essais de convenance englobent l'essai d'arrachement tel que défini dans la norme NF EN 1881.

4.14.2.3. Mise en place des coffrages

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

4.14.3. PROJECTION DU BÉTON

Préalablement au traitement des surfaces à projeter, un essai de convenance doit être réalisé, en présence du maître d'œuvre, sur des parements réservés à cet effet et non sur les surfaces à traiter. Le maître d'œuvre se réserve la possibilité de faire effectuer, lors de ces essais, tous les contrôles qu'il juge nécessaire et qui peuvent éventuellement amener une modification des paramètres de la projection (teneur en eau, composition du béton....).

La projection doit être réalisée par le ou les opérateurs de projection (porte-lance) dont l'aptitude a été vérifiée, au plus tard, lors de l'essai de convenance. Cet opérateur doit posséder un certificat porte-lance ASQUAPRO VS ou équivalent.

La projection de béton ne peut avoir lieu qu'après réception par le maître d'œuvre des surfaces à traiter.

Les parements doivent être nettoyés par soufflage et humidifiés à l'aide du matériel de projection en projetant un mélange d'air et d'eau.

La projection ne doit commencer que lorsque tout ruissellement d'eau sur les parements, résultant de la préparation des surfaces, a cessé.

Dans le cas d'apparition de venues d'eau nouvelles sur les surfaces à traiter, les prescriptions précisées dans la préparation du support sont appliquées.

L'utilisation de résine d'accrochage et de tout produit similaire est proscrite.

Les épaisseurs à réaliser par couche et le nombre de couches doivent être fixés en accord avec le maître d'œuvre, en satisfaisant aux conditions suivantes :

- compatibilité avec les moyens mis en œuvre et la position dans l'ouvrage ;
- enrobage de 5 cm sur les armatures éventuelles.

4.14.3.1. Arrêts et reprises

Si une couche ne peut être projetée en une seule passe, l'arrêt de bétonnage doit être particulièrement soigné et comporter en particulier un chanfrein entre 30 et 45° environ.

Entre chaque passe, il doit être procédé, sur la couche réalisée, à l'élimination de la laitance superficielle et des granulats mal sertis. Ce traitement peut être réalisé par balayage (sur béton frais) ou sablage superficiel (sur béton durci) afin d'obtenir une bonne surface d'accrochage.

4.14.3.2. Aspect des parements

Une couche de finition, d'épaisseur fine, est appliquée après durcissement de la précédente. Seule cette dernière peut être dressée ou lissée comme un enduit. Les caractéristiques (aspect, couleur...) de cette couche de finition sont déterminées en accord avec le maître d'œuvre.

4.14.3.3. Cure des bétons

Pour conserver au béton l'humidité nécessaire à la bonne hydratation des premiers centimètres de peau et éviter la fissuration due au retrait de dessiccation, le parement doit être arrosé « à refus » entre chaque couche de béton à l'aide d'un jet à faible pression de type « eau pulvérisée » ou similaire.

Cette cure par arrosage doit être effectuée deux (2) fois par jour pendant au moins quatre (4) jours ou jusqu'à projection de la couche suivante.

L'eau de la cure est fournie par le titulaire et doit répondre aux prescriptions de la norme NF EN 1008.

Pour les couches intermédiaires, la cure se fait exclusivement par humidification à l'eau réalisée par arrosages fréquents.

Pour la couche finale, elle peut être réalisée soit par humidification à l'eau, soit par application d'un produit de cure.

En atmosphère confinée, les produits contenant des solvants sont interdits.

4.14.3.4. Bétonnage par temps froid

Lorsque la température du support à protéger est inférieure à 0 °C, la projection de béton est formellement interdite.

En cas de projection du béton par température du support comprise entre 0 et +5 °C, les matériaux mis en œuvre doivent avoir une température d'au moins 5 °C (mesurée pour l'eau à la sortie de la lance). Le titulaire soumet au maître d'œuvre un système de protection de la zone traitée maintenant la température dans cette zone au-dessus de cinq (5) degrés pendant au moins dix (10) heures. La cure par arrosage est alors interdite. Elle est remplacée par la mise en place sur le béton

projeté d'un film plastique recouvert d'un isolant (type laine de roche ou similaire) ou tout autre système proposé par le titulaire et jugé équivalent par le maître d'œuvre.

4.14.3.5. Bétonnage par temps chaud

Lorsque la température du support est supérieure à +35 °C, la projection de béton est formellement interdite sauf si le titulaire propose des mesures agréées par le maître d'œuvre pour maintenir la température du support et du béton frais à moins de trente-cinq (35) degrés pendant au moins soixante-douze (72) heures.

4.14.4. CONTRÔLE INTÉRIEUR

Le titulaire est tenu d'assurer le contrôle intérieur selon les modalités prévues dans son PAQ.

4.14.5. LES ESSAIS DE CONVENANCE

Avant le démarrage des travaux de projection, dans le cadre du contrôle intérieur, le titulaire réalise en présence du maître d'œuvre et de son laboratoire de contrôle, une épreuve de convenance comprenant la préparation du support et l'application des produits, dans les conditions du chantier, sur une surface représentative de l'ouvrage (choisie par le titulaire en accord avec le maître d'œuvre). Cette épreuve a pour but de vérifier, de façon contradictoire, l'aptitude du personnel et des moyens à satisfaire les conditions du marché.

Ces essais sont à réaliser avec les mêmes personnes qui ont participé à la réunion préparatoire. Ils portent sur :

- la qualité de la préparation du support ;
- l'applicabilité des produits ;
- la qualité du béton projeté.

Si les résultats obtenus au cours de cette épreuve de convenance ne sont pas probants, le maître d'œuvre demande au titulaire de réaliser à ses frais, une nouvelle épreuve en apportant les modifications nécessaires à l'obtention du résultat recherché.

Toutes les tâches principales doivent faire partie de l'essai de convenance dès la préparation de surface.

Ces essais doivent être réalisés à l'aide des matériaux, matériels et porte-lance prévus pour l'exécution des travaux.

Le mode de prélèvement des échantillons et les essais à réaliser sont exécutés comme il est précisé ci-après.

Le nombre des essais pour une épreuve de convenance est de 3.

Les essais de compression (selon la norme NF EN 14488-2) et d'adhérence (selon la norme NF EN 14488-4+A1) sont réalisés sur des échantillons de béton durci prélevés suivant les prescriptions de la norme NF EN 14488-1, de façon à prélever six (6) éprouvettes (3 carottes à 7 jours et 3 carottes à 28 jours).

Dans le cas où ces essais ne donnent pas des résultats satisfaisants, le titulaire est tenu de proposer à l'agrément du maître d'œuvre une nouvelle composition de béton et de procéder à ses frais à une nouvelle série d'essais de convenance.

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

4.14.6. SUIVI DE CHANTIER

Le chantier peut démarrer lorsque les modalités du plan des contrôles sont précisément établies et acceptées par le maître d'œuvre.

Dans le cadre du suivi de chantier, les contrôles portent sur :

- le personnel ;
- la préparation du support ;
- la réception du béton avant projection ;
- la projection du béton, avec prélèvements d'échantillons : la projection dans des caisses est définie dans les normes NF P 95-102 et NF EN 14488-2. Les prélèvements sont effectués à la demande du maître d'œuvre avec un minimum d'un (1) prélèvement pour deux cents (200) mètres carrés de surface traitée par projection de béton, ou un (1) par chantier. Pendant le délai de stockage des caisses, le titulaire est tenu d'assurer toutes les protections nécessaires à la bonne conservation des prélèvements, en particulier la cure et la protection contre toutes les souillures provenant des projections voisines ou éventuels produits de cure ;
- l'épaisseur mise en œuvre : le contrôle selon la norme NF EN 14488-6 de l'épaisseur minimale à mettre en œuvre fixée par le présent CCTP est effectué au moyen de piges ou de tout autre dispositif adapté. Comme précisé dans le PAQ, le titulaire doit préciser comment il contrôle le respect des épaisseurs ;
- l'adhérence au support : les conditions de réalisation des essais d'adhérence sont définies dans la norme NF EN 14488-4+A1.

Le lendemain de la projection, le maître d'œuvre procède à un sondage au marteau sur les parements projetés. Toutes les parties reconnues défectueuses (zones sonnant le creux ou anormalement fissurées) sont démolies puis reconstituées aux frais du titulaire après remise en état des surfaces.

Le maître d'œuvre peut aussi faire réaliser un essai de traction directe, en laboratoire, sur une carotte prélevée dans le revêtement à tester.

Tous les contrôles énumérés ci-dessus font partie du contrôle intérieur à la charge du titulaire.

4.14.7. CONTRÔLE EXTÉRIEUR

Le maître d'œuvre s'assure de l'application du PAQ et de l'exécution du contrôle intérieur par des contrôles inopinés.

4.14.8. DERNIÈRES OPÉRATIONS PRÉALABLES À LA RÉCEPTION DU BÉTON PROJETÉ

Après la fin de la projection, une vérification est effectuée par le maître d'œuvre ou son représentant pour s'assurer que :

- toutes les surfaces prévues ont bien été traitées ;
- les parties traitées ne présentent pas d'amorce de décollement ; de fissuration anormale ou de traces d'humidité ;
- le nettoyage des parties voisines des zones traitées a été correctement effectué.

De plus, cette vérification permet de valider les plans de récolement destinés au dossier de l'ouvrage réparé.

4.15. ACHÈVEMENT DES TRAVAUX

Toute imperfection (défaut géométrique, défaut de nettoyage ou d'aspect...) du fait du titulaire est reprise aux frais du titulaire.

4.16. REMISE EN ÉTAT DES LIEUX ET NETTOYAGE FINAL

Article 37 du CCAG-T, article 4.5 du fascicule 65 du CCTG

Outre la remise en état des lieux conformément à l'article 37 du CCAG, le titulaire est tenu d'assurer le nettoyage de l'ouvrage conformément à l'article 4.5 du fascicule 65 du CCTG. Notamment, les parements de l'ouvrage sont nettoyés et débarrassés de toutes les souillures et salissures du fait des travaux.

En fin de chantier, et après repliement du matériel, le titulaire doit remettre en état les talus, les rives, les abords de l'ouvrage et le lit de la rivière.