



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

DRIAT-IF

Direction des Routes Île-de-France

MARCHÉ PUBLIC DE TRAVAUX

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES (CCTP)

(CCTP N° DRIAT-DIRIF-AOO-24-046)

L’acheteur exerçant la maîtrise d’ouvrage

Direction Régionale et Interdépartementale de l’Environnement, de
l’Aménagement et des Transports d’Île-de-France
Direction des routes d’Île-de-France

Représentant du Maître d’ouvrage (RMO)

Madame la Directrice Régionale et Interdépartementale de
l’Environnement, de l’Aménagement et des Transports d’Île-de-France
par délégation du Préfet de la région d’Île-de-France, Préfet de Paris
(arrêté n°IDF-2023-04-19-00003 du 19 avril 2023)

Objet du marché

Travaux de renforcement structurel de la tranchée couverte sur l’axe
RN13 Zones 1 à 3 dans la commune de Neuilly-sur-Seine

SOMMAIRE

Chapitre 1. DISPOSITIONS GÉNÉRALES ET DESCRIPTION DE L’OUVRAGE.....4

Article 1.1. PRÉAMBULE.....	4
Article 1.2. OBJET DU MARCHÉ ET RÉPARTITION EN TRANCHES.....	4
Article 1.3. DONNÉES GÉNÉRALES.....	8
Article 1.4. DONNÉES CONCERNANT L’OUVRAGE EXISTANT.....	10
Article 1.5. DESCRIPTION DES TRAVAUX A RÉALISER.....	15
Article 1.6. CONSISTANCE DES TRAVAUX.....	35
Article 1.7. CONTRAINTES PARTICULIÈRES IMPOSÉES AU CHANTIER.....	35
Article 1.8. JOURNAL DE CHANTIER.....	42

Chapitre 2. PRÉPARATION ET ORGANISATION DU CHANTIER.....43

Article 2.1. STIPULATIONS PRÉLIMINAIRES.....	43
Article 2.2. DOCUMENTS À FOURNIR PAR LE TITULAIRE.....	43
Article 2.3. PROGRAMME D’EXÉCUTION DES TRAVAUX.....	44
Article 2.4. SÉCURITÉ ET PROTECTION DE LA SANTE.....	44
Article 2.5. MANAGEMENT DE LA QUALITÉ DES PARTIES EN BETON.....	44
Article 2.6. PLAN QUALITÉ - GÉNÉRALITÉS.....	45
Article 2.7. NOTE D’ORGANISATION GÉNÉRALE DU CHANTIER.....	50
Article 2.8. PROCÉDURES D’EXÉCUTION.....	50
Article 2.9. PLAN DE RESPECT DE L’ENVIRONNEMENT.....	62
Article 2.10. DOCUMENTS DE SUIVI D’EXÉCUTION.....	62
Article 2.11. PROGRAMME DES ÉTUDES D’EXÉCUTION.....	62
Article 2.12. ÉTUDES D’EXÉCUTION - GÉNÉRALITÉS.....	62
Article 2.13. BASES DES ÉTUDES D’EXÉCUTION.....	63
Article 2.14. TEXTES RÉGLEMENTAIRES ET RÈGLEMENTS DE CALCUL.....	64
Article 2.15. COMBINAISONS D’ACTIONS.....	64
Article 2.16. ACTIONS ET SOLlicitATIONS.....	66
Article 2.17. JUSTIFICATION DES RENFORCEMENTS.....	67

Article 2.18. PLANS D’EXÉCUTION ET NOTES TECHNIQUES.....	68
Article 2.19. DOSSIER DES OUVRAGES EXÉCUTES.....	68

Chapitre 3. PROVENANCE, QUALITÉ ET PRÉPARATION DES MATÉRIAUX.....69

Article 3.1. GÉNÉRALITÉS.....	69
Article 3.2. REMBLAIS DES FOUILLES ET REMBLAIS CONTIGUS AUX OUVRAGES.....	71
Article 3.3. REPÈRES DE NIVELLEMENT.....	72
Article 3.4. TRAITEMENT DE SURFACE.....	72
Article 3.5. PRODUITS POUR LES RAGRÉAGES.....	72
Article 3.6. PRODUITS DE TRAITEMENT DE FISSURES DU BETON.....	73
Article 3.7. PRODUITS DE SCELLEMENT, DE CALAGE, DE RAGRÉAGE, DE BOUCHAGE ET DE REPROFILAGE.....	76
Article 3.8. ACIERS POUR BÉTON ARMÉ.....	76
Article 3.9. BÉTONS ET MORTIERS HYDRAULIQUES.....	78
Article 3.10. BÉTON PROJETÉ.....	88
Article 3.11. MATÉRIAU COMPOSITE POUR RENFORCEMENT.....	100
Article 3.12. SIGNALISATION VERTICALE (BALISAGE DE CHANTIER).....	104
Article 3.13. TERRE VÉGÉTALE.....	105
Article 3.14. DÉCHETS.....	105

Chapitre 4. EXÉCUTION DES TRAVAUX.....107

Article 4.1. TRAVAUX PRÉPARATOIRES.....	107
Article 4.2. OUVRAGES PROVISOIRES.....	108
Article 4.3. IMPLANTATIONS DE DÉTAIL.....	109
Article 4.4. RELEVÉS DES FISSURES.....	109
Article 4.5. RAGRÉAGES.....	109
Article 4.6. TRAITEMENT DE FISSURES DU BETON.....	113
Article 4.7. CALFEUTREMENT : MODE OPÉRATOIRE.....	116
Article 4.8. PURGE PAR HYDRODÉMOLITION : MODE OPÉRATOIRE.....	117
Article 4.9. REGENERATION DE LA SOUS-FACE : MODE OPÉRATOIRE.....	119
Article 4.10. INJECTION : MODE OPÉRATOIRE.....	128
Article 4.11. COFFRAGES.....	130
Article 4.12. ACIERS POUR BÉTON ARMÉ.....	132
Article 4.13. BÉTONS.....	135
Article 4.14. MATÉRIAU COMPOSITE POUR RENFORCEMENT.....	137

Article 4.15. ÉTANCHEMENT.....	139
Article 4.16. OPÉRATION DE VÉRINAGE.....	142
Article 4.17. ACHÈVEMENT DES TRAVAUX.....	143
Article 4.18. REMISE EN ETAT DES LIEUX ET NETTOYAGE FINAL.....	144

CHAPITRE 1. DISPOSITIONS GÉNÉRALES ET DESCRIPTION DE L’OUVRAGE

ARTICLE 1.1. PRÉAMBULE

Le présent CCTP suppose l’utilisation des fascicules du CCTG en vigueur.

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

Dans un objectif de clarté, l’ensemble des éléments concernant la partie Exploitation Sous Chantier du présent marché ont été intégrés à l’annexe 1 au présent CCTP. Cette annexe est donc à considérer par le titulaire au même titre que le présent document.

ARTICLE 1.2. OBJET DU MARCHÉ ET RÉPARTITION EN TRANCHES

1.2.1. Objet du marché

Les travaux faisant l’objet du présent marché concernent des prestations de renforcement structural de la tranchée couverte (TC) sur l’axe RN13 à Neuilly-sur-Seine (92200).

Les prestations, objet de la présente consultation relèvent de la catégorie 2 au sens du Code du Travail (loi n° 93-1418 du 31 décembre 1993).

Cela comprend notamment :

- Recalcul complet de l’ouvrage (zones 1 à 3), analyse des déficits et dimensionnement des renforcements ;
- Études d’exécution, plans et DESC pour la mise en place des balisages lourds (voir annexe 1 au CCTP et DESC)
- Études d’exécution et plans relatifs aux renforcements
- Études d’exécution et plans relatifs à l’étalement de soutien de la dalle par le dessus, avec vérinage ou non
- Mise en place des installations de chantier, d’une base-vie et de GBA et clôtures pour délimiter l’emprise chantier
- Rehausse et mise à la cote des émergences DiRIF : grilles de ventilation et accès usine de ventilation

Mise en place de balisages lourds et déviations de voies (voir Annexe 1 au CCTP)

- Mise en place et retrait, dans le tunnel de nuit sous fermeture, de balisage lourd (BT4 avec bardage et LED de remplacement provisoire d'éclairage des voies) pour fermeture de voies + surveillance et entretien ;
- Dépose puis repose de l'éclairage dans le tunnel ;
- Réalisation de déviations de voies et marquages au sol ;
- Mise en œuvre dans le tunnel de nuit sous fermeture, de séparations hermétiques (protection anti-projection) entre une demi-zone circulée en journée de la demi-zone de travaux ;
- Mise en œuvre d'enrobés
- Dépose et repose de GBA

Renforcement des aciers inférieurs de la dalle nord :

- Repérage radar des aciers inférieurs de la dalle nord depuis la sous-face et l'intérieur du tunnel ;
- Installation d'un étaieement de soutien de la dalle nord par le dessus lors de l'ajout d'aciers inférieurs transversaux en sous-face de la dalle nord, avec vérinage ou non ;
- Réalisation de percements et de scellement d'armatures
- Réalisation de saignées dans la sous-face de la dalle nord par hydrodémolition ;
- Réalisation de scellement d'armatures tout le long des saignées pour tenir les aciers transversaux ajoutés ;
- Pose d'aciers de renfort dans les saignées de la sous-face de la dalle nord ;
- Mise en œuvre de béton projeté pour reboucher les saignées en conservant le gabarit du tunnel
- Pose et dépose de plaques de protection au feu au plafond du tunnel
- Mise en œuvre de renfort type composite sur la sous-face de la dalle dans les zones où la création de saignées n'est pas possible (zone de recouvrement des aciers inférieurs longitudinaux de la dalle) ;
- Déplacement de l'étaieement de soutien d'une zone travaux à une autre ;

Renforcement du haut des piédroits centraux :

- Mise en œuvre d'armatures de béton armé verticales en haut des piédroits centraux depuis la gaine de ventilation du tunnel et depuis une voie du tunnel fermée sous balisage lourd ;
- Mise en œuvre d'aciers de renforcement verticaux traversant la dalle et scellés horizontalement au-dessus de la dalle ;
- Repérage radar des aciers de la dalle centrale ;
- Percement et scellement d'armatures ;
- Réalisation de surépaisseur de voile en béton armé sur piédroits existants ;
- Réalisation de dalle en béton armé sur traverses existantes ;
- Installation de cloisons étanches dans la gaine de ventilation ;

Renforcement en composite de la dalle Nord, de l'angle Nord et de l'angle Sud du cadre

- Dépose et évacuation d'équipements urbains ;
- Dévoiement de réseaux et déplacement d'éclairage public ;
- Démolition de dalles et béton grossier ;
- Terrassements contre le piédroit Sud ;
- Nettoyage de parement en béton ;
- Ragréage de parement en béton ;
- Calfeutrement de fissures sur une structure en béton ;
- Injection de fissures sur une structure en béton ;

- En cas de fissures visibles sur la face supérieure de la dalle Nord, réalisation de saignées par hydrodémolition, remplacement des aciers et rebouchage ;
- Pose de renforts de type composite sur la dalle Nord et sur l'angle Nord dans le sens transversal et longitudinal, après repérage radar ;
- Pose de renforts de type composite sur l'angle Sud du cadre après repérage radar ;
- Pose de mortier de protection des renforcements en composite ;
- Étanchement de parement ;
- Remblaiement.

Les plans des renforcements (coupes, vue en plan et profil en long) sont disponibles au dossier 1.8 du Bordereau 1.

Lieux d'exécution :

Les travaux seront exécutés dans le département des Hauts-de-Seine (92), sur la commune de Neuilly-sur-Seine. En surface, la TC porte l'avenue Charles de Gaules, les aménagements des Allées de Neuilly et la gare routière RATP « Pont de Neuilly ». La TC permet le franchissement sous-terrain de cette zone urbaine par la RN13. Plus en profondeur, la structure présente un tunnel exploité par la RATP pour la ligne de métro n°1 et le RER A. Les installations de chantier seront installées sur la traverse Sud en zone 2 de l'ouvrage, à proximité immédiate des zones de renforts, sur la commune de Neuilly-sur-Seine. L'accès à ces installations se fera par le Nord depuis la contre-allée de la RN13, l'avenue Charles de Gaules.

Note : Pour simplifier la rédaction, nous adopterons les abréviations suivantes :

- TC RN13 pour désigner l'ouvrage à réparer,
- NSS pour désigner la ville de Neuilly-sur-Seine.

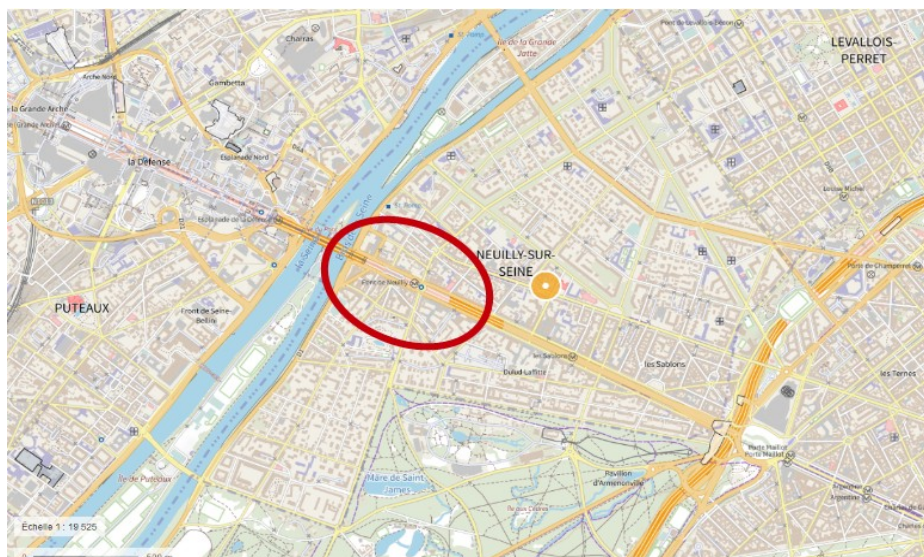


Figure 1: Localisation de l'ouvrage

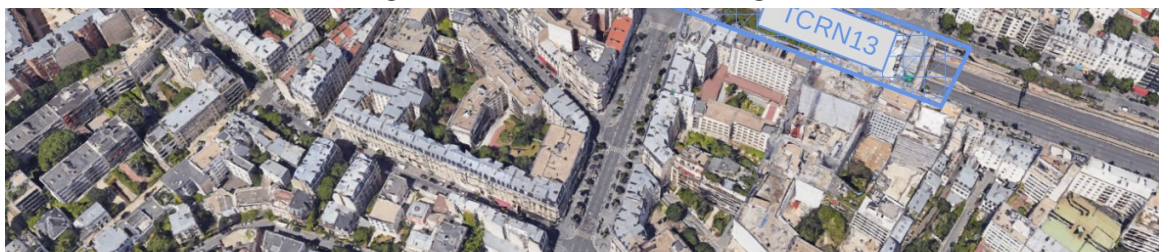


Figure 2: Localisation des travaux

1.2.2. Décomposition en tranches et en lots

Le marché comporte une tranche et deux tranches optionnelles désignées ci-après :

Désignation des tranches	
Tranche ferme (TF)	<ul style="list-style-type: none"> - Renforcement dans le tunnel RN13Y, en sous-face de la dalle nord; - Renforcement dans la gaine de ventilation en partie haute du voile central côté RN13Y depuis la gaine de ventilation, et traversant la dalle au-dessus.
Tranche optionnelle 1 (TO1)	<ul style="list-style-type: none"> - Renforcement dans le tunnel RN13W en partie haute du piedroit central côté RN13W depuis la RN13W, et traversant la dalle au-dessus ; - Renforcement en surface de la dalle supérieure, aux niveaux de l’angle sud partie haute ;
Tranche optionnelle 2 (TO2)	- Renforcement en surface de la dalle nord.

L’opération de travaux n’est pas allotie.

Le présent CCTP concerne les travaux à effectuer contre les voiles, sur les traverses de la tranchée couverte et sous les traverses. Il définit les spécifications des matériaux et produits, ainsi que les conditions d’exécution des travaux.

Description des tranches :

Le tunnel de Neuilly a été réalisé entre 1987 et 1992 par un groupement d’entreprises constitué par BOUYGUES-SGE-TPI-FOUGEROLLE-CITRA-QUILLERY, sous la maîtrise d’œuvre de la RATP dans le cadre du prolongement de la ligne 1 à la Défense. Il a été scindé en 13 zones dont l’origine correspond à l’entrée en souterrain côté Porte Maillot (Paris, Zone 1). C’est donc un assemblage de cadre double en béton armé comprenant une galerie centrale de longueur quasiment constante sur les zones 1 à 5 puis s’évasant à partir de la zone 6. Les zones 4 à 7 ne sont pas des cadres mais sont constituées de dalle en appui sur les voiles (non encastrés). La largeur totale de l’ouvrage est de 456 m, qui correspond à la longueur du tunnel.

Le présent marché concerne le renforcement des zones 1 à 3, de largeur respective 21.5m, 40m et 28m. Ces zones à l’Est de l’ouvrage correspondent en surface à une zone piétonne de la Ville de Neuilly-sur-Seine, en face du parvis de l’Église Saint Jean-Baptiste.

Le présent marché s’inscrit dans le programme global des allées de Neuilly porté par la Ville de Neuilly-sur-Seine. En effet, les travaux de renforcement des zones 1 à 3 décrits dans le présent CCTP doivent être terminés avant que la Ville ne puisse procéder à l’installation des aménagements finaux. En conséquence, le présent marché comporte des exigences en termes de durée de travaux, et devra être terminé impérativement pour fin septembre 2025.

Au niveau du phasage et de la répartition en tranche, les travaux de la TF, à savoir les travaux de renforcement en sous-face de la dalle Nord, et les travaux depuis la gaine de ventilation, devront être terminés avant de pouvoir débiter les travaux de la TO2. Les travaux de la TO1 sont indépendants des autres travaux, et pourront donc avoir lieu simultanément.

Le phasage global des travaux prévus sur la TC (Ville de Neuilly-sur-Seine, RATP et DiRIF) est disponible en bordereau 2 du présent DCE. Les délais contractuels du présent marché traduisent ces exigences et leurs tenus est impérative.

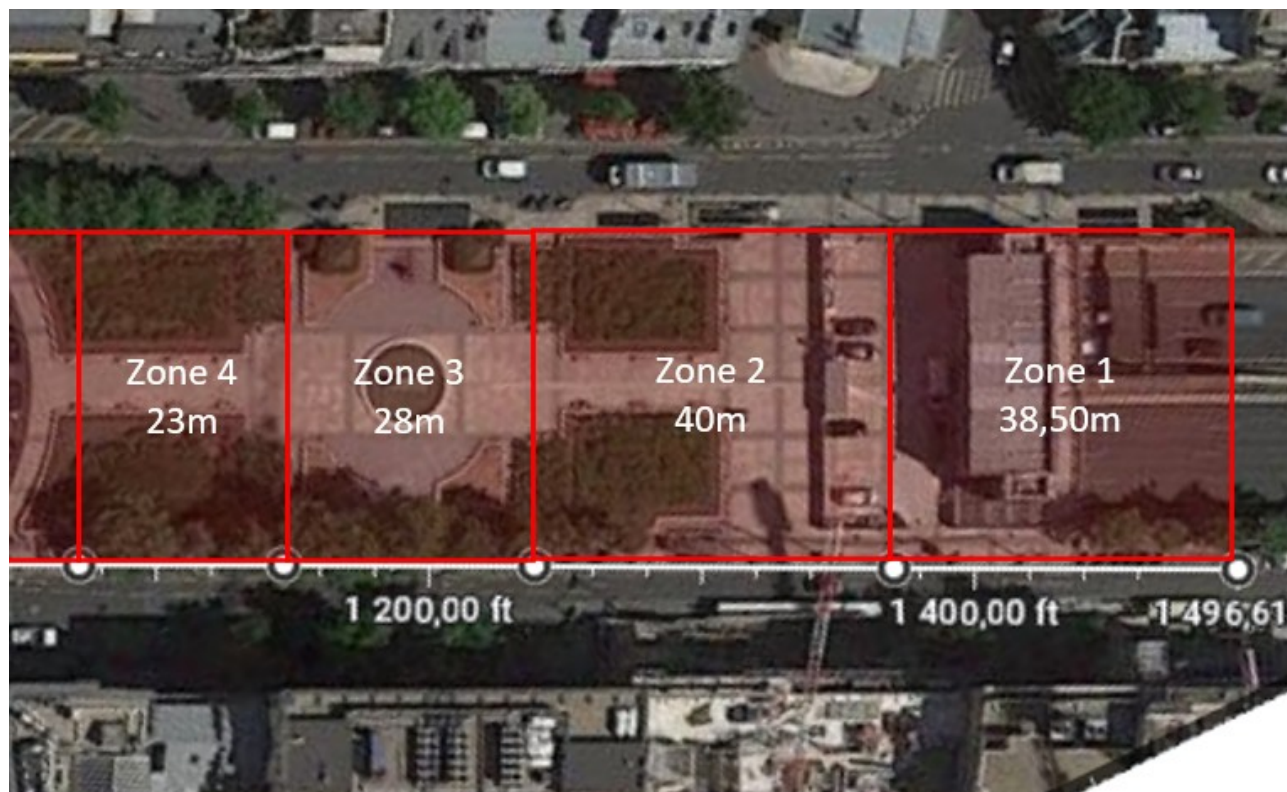


Figure 4: Localisation des zones

La description des travaux propres à chaque tranche est détaillée dans le chapitre 1.5 du présent CCTP

ARTICLE 1.3. DONNÉES GÉNÉRALES

1.3.1. Planimétrie et altimétrie

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 RGF93CC.

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.

Les plans de l’ouvrage nécessaires à la bonne réalisation des renforcements sont à réaliser par l’entreprise.

1.3.2. Données hydrauliques

Sans objet.

1.3.3. Données géotechniques

Des sondages ont été réalisés en 2018 sur la tranchée couverte et sont joint en bordereau n°2.

1.3.4. Réseaux de concessionnaires

Les Déclarations de projet de Travaux au sens du décret n°2012-970 du 20 août 2012 sont jointes au présent CCTP (bordereau n°2) ainsi que les réponses des concessionnaires.

Les consignes relatives aux réseaux de concessionnaires sont à respecter scrupuleusement et aucun branchement ou raccordement n’est autorisé sans l’accord préalable du maître d’œuvre et du concessionnaire intéressé. Le déplacement éventuel de réseaux est effectué à la charge du concessionnaire. Les sujétions liées à ces déplacements sont incluses dans les prix du titulaire.

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 fréquent.

1.3.5.2. Classe d’exposition à l’environnement climatique

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

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

Pour la détermination des enrobages des armatures, les classes d’exposition associées aux différents parements, parois et surfaces non coffrées, sont précisées au chapitre 2 du présent CCTP.

1.3.5.3. Niveau de prévention vis-à-vis des risques liés à l’alcali-réaction

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

Pour l’application de ces documents, le niveau de prévention des risques liés à l’alcali-réaction est le niveau de précautions exceptionnelles (niveau C des recommandations du fascicule de documentation FD P18-464).

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

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

Pour l’application de ce document, le niveau de prévention de chaque partie de l’ouvrage est déterminé grâce au tableau 3 de ce document en retenant la catégorie d’ouvrage et la classe d’exposition XH précisées ci-dessous.

L’ouvrage est de catégorie III au sens du tableau I du document intitulé « Recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne » édité par l’IFSTTAR en octobre 2017.

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

1.3.5.5. Conditions sismiques

L’ouvrage est situé en zone de sismicité 1 au sens du décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique et du décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010, modifié par le décret n° 2015-5 du 6 janvier 2015, portant délimitation des zones de sismicité du territoire français. Dans ce contexte, aucune disposition parasismique particulière n’est à prévoir.

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 aciers (passifs et actifs) et 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

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 et 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).

1.3.7.2. Plan de respect de l'environnement

Le titulaire devra fournir pendant la phase de préparation de chantier, un Plan de Respect de l'Environnement (PRE) pour l'ensemble des travaux. Le PRE sera établi à partir des contraintes générales et particulières définies dans les pièces marchés. Le PRE sera articulé conformément au SOPRE. Le titulaire doit mettre en œuvre le PRE selon les modalités définies au chapitre 2 du présent CCTP.

ARTICLE 1.4. DONNÉES CONCERNANT L'OUVRAGE EXISTANT

1.4.1. Données géométriques et fonctionnelles

Un dossier d'ouvrage partiel de la tranchée couverte (TC) est fourni au titulaire du marché. Il décrit notamment le ferrailage et les coffrages des voiles et des dalles de la tranchée couverte, pour les zones concernées. Il est cependant demandé au titulaire du marché de produire les plans manquants nécessaires à la bonne réalisation des études et travaux de réparation de cet ouvrage.

Le calage de l'implantation est donné à titre indicatif sur les plans joints au présent dossier sous réserve des opérations de vérifications d'implantation et nivellement, à la charge titulaire, à réaliser avant tous travaux et à soumettre à l'accord du Maître d'Œuvre.

D'une façon générale, et en particulier pour les réseaux existants, (chemins de câbles, tampons avaloirs, garde-corps, séparateur GBA/DBA, ...) les implantations ne pourront être considérées comme définitives qu'après relevé en place de tous les obstacles rencontrés et vérifications de la compatibilité entre le projet et ces obstacles existants et les projets de déviations de ces obstacles.

De même, le titulaire sera tenu de réaliser un levé des ouvrages d'art exécutés antérieurement à ce marché et de vérifier la compatibilité entre le projet et ces ouvrages : relevé topographique, dimensions de l'ouvrage (cohérence des plans d'exécution avec l'ouvrage exécuté). Les niveaux du terrain existant ainsi relevés, ainsi que les côtes de nivellement, ouvrages, parties d'ouvrages et réseaux seront reportées sur les profils en long, tracé en plan, plans de coffrage, plans de câblage, plans de ferrailage, plans de terrassement, ... à fournir par le titulaire.

Le tunnel de Neuilly a été réalisé entre 1987 et 1992 par un groupement d'entreprises constitué par BOUYGUES-SGE-TPI-FOUGEROLLE-CITRA-QUILLERY, sous la maîtrise d'œuvre de la RATP dans le cadre du prolongement de la ligne 1 à la Défense.

Il a été scindé en 13 zones dont l'origine correspond à l'entrée en souterrain côté Porte Maillot (Paris, Zone 1). C'est donc un assemblage de cadre double en béton armé comprenant une galerie centrale de largeur quasiment constante sur les zones 1 à 5 puis s'évasant à partir de la zone 6. Les zones 4 à 7 ne sont pas des cadres mais des dalles en appui sur les voiles (non encastrées). La largeur totale de l'ouvrage (dans le sens Est-Ouest) est de 456 m, qui correspond à la longueur du tunnel.

La largeur des cadres (selon l'axe Nord-Sud) varie peu et dépend de la longueur de la galerie centrale. La TC est solidaire d'un cadre RATP du métro L1 sous les zones 13 à 10. Un tunnel RATP pour le RER ligne A est présent sous l'ouvrage mais n'impacte pas celui-ci.

Les traverses de couverture ont une épaisseur de 55 ou 70 cm (voir plans) et présentent une pente de 2,5 % vers l'extérieur.

Les voiles d'extrémité, désignés V1 et V4 avec V1 au sud (côté Bois de Boulogne), ont une épaisseur de 50 cm. Les centraux (V2 et V3) ont une épaisseur de 35 cm.

Pour la zone 1, du fait de déport dans les voiles d'extrémité, la numérotation des voiles est différente, le voile V1 est le voile d'extrémité Sud et présente un déport appelé V2. Les voiles centraux sont V3 et V4. Le voile d'extrémité Nord est le voile V5 et présente un déport appelé V6.

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

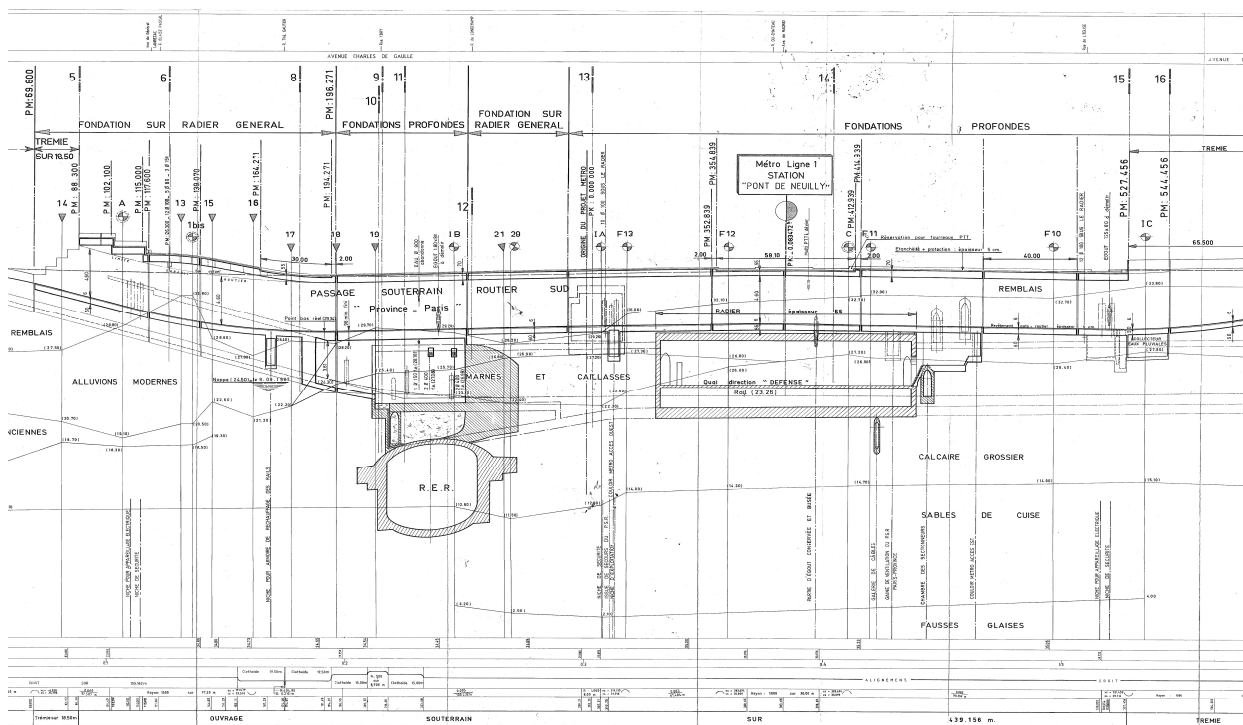


Figure 5: Profil en long - sens Province-Paris

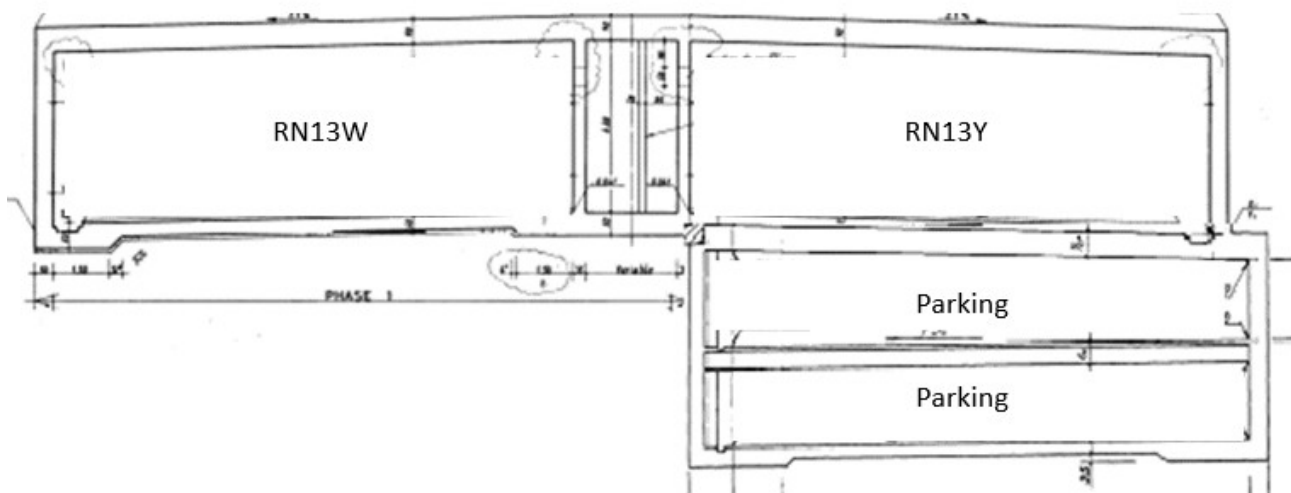


Figure 6: Coupe type zones 1 et 2 avec le parking souterrain

Contrairement aux zones 1 et 2, la zone 3 est très hétérogène au niveau de sa coupe transversale. En effet, à cause des différents ouvrages extérieurs qui se succèdent, la coupe transversale de la zone 3 varie beaucoup.

Sur les 3m les plus à l'Est de la zone 3 (limite Z2), se trouve juste en dessous des voies de la RN13, l'accès au métro (il s'agit de la coupe B-B sur l'image ci-dessous). En dessous de cet accès RATP, se trouve la fin du parking présent en Z1 et Z2.

Une fois le parking et l'accès RATP passé, c'est la centrale de ventilation qui se trouve en dessous du sens Paris-Province, et également à côté du voile V4 (voir toutes les autres coupes de l'image ci-dessous).

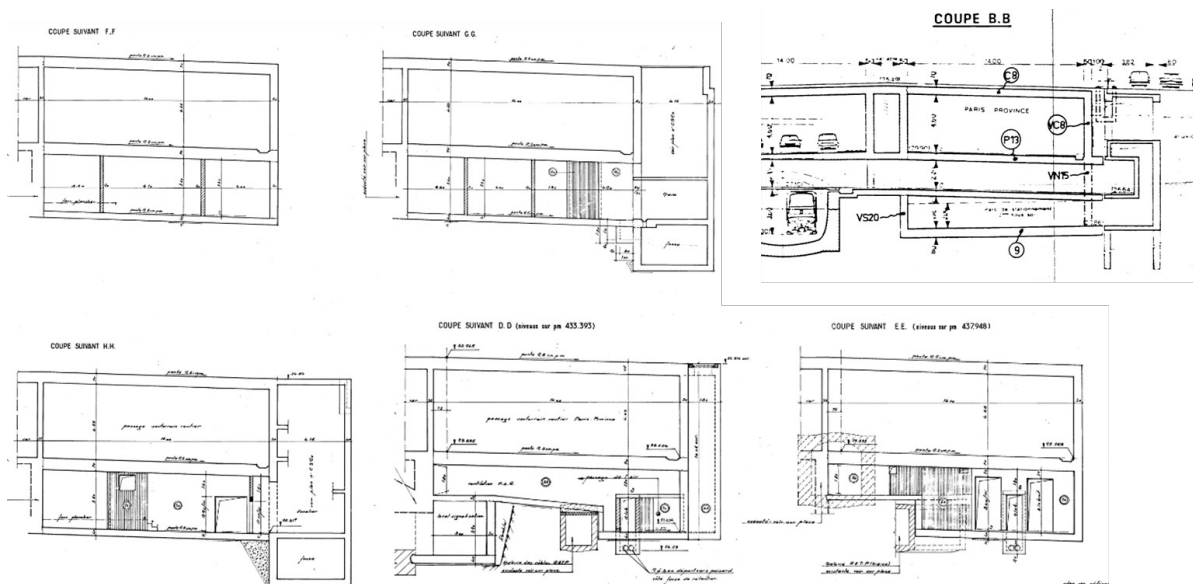


Figure 7: Les différentes coupes qui se succèdent en zone 3 en commençant par le coupe B-B en haut à droite si l'on regarde depuis l'Est (limite Z2)

1.4.2. Désordres constatés sur l'ouvrage

1.4.2.1. Description des désordres

L'ouvrage présente des désordres importants.

Nous disposons de deux rapports concernant les désordres de la structure : une inspection de 2003 et une inspection de 2009 réalisée par le CEREMA, et dont les planches sont disponibles dans le bordereau 2 – IDP et dans les APROA de chaque zone.

Les planches présentées sont issues du rapport du CEREMA consécutif à l'inspection de 2009 et présente l'évolution des fissures (fissures de 2003 en noir, et fissures de 2009 en rouge).

Zone 1 :

En travée Nord (sens Paris-La Défense), on observe une fissuration importante, avec notamment des fissures transversales de 0,5 ou 0,6mm au niveau des piédroits.

On observe également l'apparition de fissures longitudinales de 0,2mm entre 2003 et 2009.

Zone 2 :

Pour la planche de la travée Nord Ouest de la zone 2, étant donné qu'il s'agissait de la partie de l'ouvrage avec les plus gros désordres, une nouvelle inspection a eu lieu en 2019 pour suivre l'évolution des fissures.

En travée Nord-Ouest (sens Paris-La Défense), on observe une fissuration très importante avec une aggravation au cours des dernières années. Cette zone correspond à la zone des jardinières pour lesquelles le poids de l'aménagement est beaucoup plus important qu'ailleurs. On observe de nombreuses fissures de plus d'1mm et dans toutes les directions.

La travée Sud-Ouest, qui présente le même aménagement que celle Nord-Ouest avec les jardinières, est quant-à-elle pas fissurée. Cela s'explique par un ferrailage plus important mis en place dans les travées Sud.

La travée Nord-Est présente des fissures transversales à proximité des piédroits, et quelques fissures longitudinales.

La travée Sud-Est est peu fissurée.

Zone 3 :

En travée Nord-Est (sens Paris-La Défense), on observe une fissuration importante. Cette zone correspond à la zone des jardinières pour lesquelles le poids de l'aménagement est beaucoup plus important qu'ailleurs. On observe de nombreuses fissures de plus de 0,5mm principalement dans la direction transversale à proximité des piédroits.

La travée Sud-Est, qui présente le même aménagement que celle Nord-Est avec les jardinières, est quant-à-elle moins fissurée. Cela s'explique par un ferrailage plus important mis en place dans les travées Sud. Elle comporte tout de même des fissures longitudinales de 0,3mm

Le Nord-Ouest de la zone 3 est moins fissuré que le Nord-Est.

Conclusion de l'IDP 2009 avant mise en œuvre de panneaux pare-feu :

La structure présente une fissuration dont le schéma est caractéristique du fonctionnement du béton armé (retrait, fissures de flexion et maillage). Sur l'ensemble de l'ouvrage ce type de fissuration évolue normalement, cependant, on relève depuis les dernières inspections détaillées des ouvertures de fissures très importantes approchant souvent 1 mm.

On constate l'évolution d'anciennes fissures transversales et biaises qui étaient déjà très ouvertes en 2003. En 2009, ces fissures approchent voire dépassent 1 mm d'ouverture et semblent actives (écaillages des lèvres).

L'ouverture excessive de ces fissures peut être aussi la conséquence d'un excès d'enrobage des armatures. De ce fait, la fibre inférieure de la traverse, ne supporte pas suffisamment la flexion.

Les zones à traiter sont validées, au début des travaux, lors d'un relevé contradictoire entre l'entreprise et le maître d'œuvre.

1.4.2.2. Origine des désordres

Les différentes IDP réalisées et l'analyse faite suggèrent un manque de résistance à la flexion transversale des traverses ainsi qu'un manque de résistance à la flexion des voiles centraux.

Les plans de recollements illustrent un problème de conception dans le ferrailage des piédroits centraux. L'apparition des fissures semble liée à un ferrailage insuffisant dans certaines zones notamment dans le sens transversal, notamment par rapport à la présence de jardinières beaucoup plus lourde que les zones piétonnes (1600kg/m² contre 900kg/m²).

Dans le cadre de l'APROA, la DiRIF a mené une évaluation structurale de la TC jointe en bordereau du présent DCE. Cette évaluation confirme ces hypothèses.

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

L'ouvrage présente plusieurs galeries permettant d'accéder aux différentes parties de l'ouvrage. La galerie centrale comporte l'usine de ventilation du tunnel et est accessible depuis une trappe sur la dalle de la Zone 1. Cette galerie permet de visiter les voiles V2 et V3. Des évacuations d'urgence du tunnel sont présentes aux travers des piédroits V1 et V4. Depuis l'intérieur des tubes de la TC, des plaques coupes-feu ne permettent pas d'observer facilement la structure.

ARTICLE 1.5. DESCRIPTION DES TRAVAUX A RÉALISER

1.5.1. Généralités

Les travaux s'inscrivent dans un projet d'aménagement de la ville de Neuilly-sur-Seine sur la tranchée couverte ou d'autres travaux ont lieu à proximité immédiate. Le marché présente des enjeux temporels fort et une co-activité élevée.

Certains des travaux sont également dépendants de l'obtention des fermetures de nuit du tunnel. D'autres devront être réalisés sous balisage lourd tout en laissant le tunnel ouvert à la circulation. Aussi, les travaux seront séparés selon plusieurs phases pour les trois tranches.

1.5.2. Tranche ferme : Renforcement de la sous-face de la dalle Nord depuis le tunnel RN13Y

Il est procédé aux travaux suivants :

1.5.2.1. Période de préparation

- Relevé topographique sur et sous l'ouvrage : au plus tôt. Les référentiels dans lesquels doivent être donnés les plans sont les suivants : Lambert 93 pour la planimétrie, NGF-IGN1969 pour l'altimétrie. En outre, les dimensions de l'ouvrage (poutres, rives épaisseur, hourdis, piles) seront relevées sur place de manière à effectuer les corrections nécessaires sur les plans d'exécution (le cas échéant) ;
- Études d'exécution liée à l'installation de la base vie sur la structure (la structure doit être en mesure de supporter le poids de cette base-vie)
- Mise en place des installations de chantier, d'une base-vie et de GBA et clôtures pour délimiter l'emprise chantier
- Recalcul complet de l'ouvrage zones 1 à 3 ;
- Études d'exécution relatives à la mise en place des balisages lourds du sens Y :
 - Plans d'installation, d'exploitation et de retrait du balisage lourd prenant les 2VL du sens Y ;
 - Plans d'installation, d'exploitation et de retrait du balisage lourd prenant les 2VR du sens Y
 - Note de calcul (géométrie, visibilité, ...)
 - DESC, étude de la conformité du positionnement des panneaux ;
 - le piquetage et l'implantation précise par un topographe de chaque élément de signalisation et de balisage et la mise en place de repères correspondants (panneaux, marquage...) sur place ;
- Plans d'exécution et Notes de calcul relatifs à la mise en œuvre d'un étalement de soutien de la dalle Nord par le dessus, avec vérinage ou non, lors de la réalisation de saignées par hydrodémolition en sous-face et l'ajout d'aciers inférieurs transversaux ;
- Études d'exécution relatives aux renforcements de la sous-face de la traverse Nord :
 - Plans d'exécution et Notes de calcul relatif à l'ajout d'aciers inférieurs transversaux depuis la sous-face de la dalle Nord ;

- Plans d'exécution et Notes de calcul relatif à la mise en place d'un renfort de type composite sur la sous-face dans la dalle dans les zones où la création de saignées n'est pas possible (zone de recouvrement des aciers inférieurs longitudinaux de la dalle) ;
- Les fournitures liées et procédures d'exécution liées doivent bien entendu avoir été validées par le Maître d'Oeuvre ;
- Études des bétons : Le choix des fournisseurs, le choix de la formulation et les épreuves d'études et de convenance doivent avoir été effectuées en période de préparation pour principaux types de béton ;
- Études des bétons projeté ou mortier : Le choix des fournisseurs, le choix de la formulation et les épreuves d'études et de convenance doivent avoir été effectuées en période de préparation pour principaux types de béton ;
- Études des produits de scellements des aciers dans la dalle ou dans les voiles béton ;
- Études du matériau composite : Le choix des fournisseurs et les épreuves d'études et de convenance doivent avoir été effectuées en période de préparation.

1.5.2.2. 1ère phase : Mise en place des balisages lourds et déviations de voies sous fermeture du sens Y

- Installation de BT4 en suivant le plan de balisage pour dévier les voies de la RN13Y, de façon à neutraliser les deux VR, ou les deux VL alternativement ;
- Pose de la signalisation verticale (panneaux et socles, Radar de chantier, Atténuateurs de choc, K5c, ...)
- Mise en place, le long de la zone travaux, de BT4 avec bardage pour délimiter l'emprise travaux ;
- Mise en place d'un système d'éclairage LED du fait de l'obstruction de l'éclairage existant du tunnel ;
- Mise en place de protection anti-projection de façon à pouvoir mettre en œuvre le béton projeté sous balisage lourd sans impacter les voies circulées ;
- Effacement et réalisation de marquage au sol pour signaler aux véhicules la déviation de voies ;
- Retrait ou déplacement du balisage lourd pour prendre les deux autres voies
- Mise en œuvre d'enrobés pour rendre circulaire les deux VL.

1.5.2.3. 2ème phase : Mise en place d'un étaieement de soutien de la dalle Nord lors de l'ajout d'acier inférieurs transversaux

- Réalisation d'essais de résistance en traction de scellements dans le dessus de la dalle ;
- Réalisation d'un étaieement de soutien de la dalle Nord par le dessus, avec vérinage ou non, qui sera appuyé sur le voile central Nord et sur le voile d'extrémité Nord (14m de portée) ;
- Réalisation de percements et scellements d'armatures dans la dalle Nord depuis le dessus de celle-ci pour la soutenir grâce à l'étaieement installé.

1.5.2.4. 3ème phase : Renforcement des aciers inférieurs de la dalle Nord

- Dépose des plaques de protection au feu sur le plafond du sens Y
- Réalisation d'essais d'arrachement du matériau composite ;
- Repérage radar des aciers inférieurs transversaux de la dalle Nord depuis la sous-face du tunnel
- Réalisation de saignées par hydrodémolition entre les aciers inférieurs transversaux existant en sous-face de la traverse Nord (sous fermeture de nuit) ;
- Nettoyage des voies des projections dues à l'hydrodémolition avant réouverture de la route en fin de nuit ;
- Réalisation de scellement d'armatures tout le long des saignées pour tenir les aciers transversaux ajoutés ;
- Pose d'aciers de renfort dans les saignées réalisées (sous balisage lourd)
- Mise en œuvre de béton ou mortier projeté pour reboucher les saignées en conservant le gabarit du tunnel (sous balisage lourd) ;
- Nettoyage de la sous-face de la dalle en béton ;
- Ragréage de parement en béton ;
- Calfeutrement et injection de fissures sur une structure en béton ;
- Mise en œuvre du renfort en composite sur la sous-face de la dalle dans les zones où les saignées n'ont pas pu être réalisées :
 - Percements de la dalle et du voile pour l'installation des mèches d'ancrage après repérage radar des aciers de la dalle ;
 - Mise en œuvre de la section utile du composite pour renforcer longitudinalement la dalle au niveau du voile Sud, et pour renforcer verticalement le haut du piédroit Sud ;
 - Injection de colle dans les trous réalisés, scellement des mèches et incorporation dans le composite ;
- Repose des plaques de protection au feu
- Enlèvement ou déplacement du système de soulèvement de la dalle dans la prochaine zone de travaux ;

1.5.3. Tranche ferme : Renforcement du haut du voile central Nord depuis la gaine de ventilation

Il est procédé aux travaux suivants :

1.5.3.1. Période de préparation

- Relevé topographique sur et sous l'ouvrage : au plus tôt. Les référentiels dans lesquels doivent être donnés les plans sont les suivants : Lambert 93 pour la planimétrie, NGF-IGN1969 pour l'altimétrie. En outre, les dimensions de l'ouvrage (poutres, rives épaisseur, hourdis, piles) seront relevées sur place de manière à effectuer les corrections nécessaires sur les plans d'exécution (le cas échéant) ;
- Installation de la base-vie avec une grue depuis la chaussée sous fermeture de nuit ;

- Études d'exécution relatives aux renforcements du voile central Nord depuis la gaine de ventilation :
 - Plans d'exécution et Notes de calcul relatif à la création de cloisons étanches dans la gaine de ventilation de façon à pouvoir faire les travaux sans avoir besoin de consigner la ventilation du tunnel (cloisons devant être en mesure de résister à 3kPA, qui est la pression maximale en sortie de ventilateur), ;
 - Plans d'exécution et Notes de calcul relatif à la création d'un renforcement du haut du voile central Nord depuis la gaine de ventilation, renforcement à priori traversant la dalle au-dessus pour un ancrage horizontal ;
- Les fournitures liées et procédures d'exécution liées doivent bien entendu avoir été validées par le Maître d'Oeuvre ;
- Études des bétons : Le choix des fournisseurs, le choix de la formulation et les épreuves d'études et de convenance doivent avoir été effectuées en période de préparation pour principaux types de béton ;
- Études des produits de scellements des aciers dans la dalle ou dans les voiles béton ;

1.5.3.2. Renforcement du haut du voile central Nord depuis la gaine de ventilation

- Déplacement des chemins de câbles , équipements et plaques de protection au feu gênantes pour la réalisation des travaux (voir photos bordereau 2.10) ;
- Nettoyage de la gaine de ventilation
- Installation de deux cloisons étanches dans la gaine de ventilation de façon à pouvoir faire les travaux sans avoir besoin de consigner la ventilation du tunnel ;
- Ragréage de parement en béton ;
- Calfeutrement et injection de fissures sur une structure en béton ;
- Réalisation d'essais de scellement dans le voile et sur le dessus de la dalle ;
- Réalisation de percement à travers la dalle centrale (le toit de la gaine) de façon à pouvoir y faire passer les aciers de renfort du voile, et pouvoir les ancrer horizontalement le long de la surface de la dalle ;
- Percement et installation de scellement d'armatures dans le voile depuis l'intérieur de la gaine et sur le dessus de la dalle, après repérage radar des aciers de la dalle centrale ;
- Injection de résine dans les percements de la dalle centrale avant l'installation des aciers de renfort ;
- Installation d'aciers de renforcements verticaux pour le haut du voile, traversant la dalle centrale et disposer horizontalement le long de la dalle ;
- Installation d'un ferrailage horizontal
- Réalisation d'un coffrage vertical contre le haut du voile et horizontal sur le dessus de la dalle ;
- Coulage du béton via des ouvertures dans le coffrage ;
- Décoffrage
- Repose des plaques de protection au feu déposées
- Dépose des cloisons étanches dans la gaine de ventilation.

1.5.4. Tranche optionnelle 1 : Renforcement du haut du voile central Sud depuis la RN13W

Il est procédé aux travaux suivants :

1.5.4.1. Période de préparation

- Relevé topographique sur et sous l'ouvrage : au plus tôt. Les référentiels dans lesquels doivent être donnés les plans sont les suivants : Lambert 93 pour la planimétrie, NGF-IGN1969 pour l'altimétrie. En outre, les dimensions de l'ouvrage (poutres, rives épaisseur, hourdis, piles) seront relevées sur place de manière à effectuer les corrections nécessaires sur les plans d'exécution (le cas échéant) ;
- Études d'exécution relatives à la mise en place du balisage lourd de la VR du sens W :
 - Plans d'installation, d'exploitation et de retrait du balisage lourd de la VR du sens W ;
 - Note de calcul (géométrie, visibilité, ...)
 - DESC, étude de la conformité du positionnement des panneaux ;
 - le piquetage et l'implantation précise par un topographe de chaque élément de signalisation et de balisage et la mise en place de repères correspondants (panneaux, marquage...) sur place,
- Études d'exécution relatives aux renforcements du voile central Sud depuis la RN13W :
 - Plans d'exécution et Notes de calcul relatif à la création d'un renforcement du haut du voile central Nord depuis la gaine de ventilation, renforcement à priori traversant la dalle au-dessus pour un ancrage horizontal ;
- Les fournitures liées et procédures d'exécution liées doivent bien entendu avoir été validées par le Maître d'Œuvre ;
- Études des bétons : Le choix des fournisseurs, le choix de la formulation et les épreuves d'études et de convenance doivent avoir été effectuées en période de préparation pour principaux types de béton ;
- Études des produits de scellements des aciers dans la dalle ou dans les voiles béton ;

1.5.4.2. 1ère phase : Mise en place du balisage lourd de la VR et déviation de voies sous fermeture du sens W

- Installation de BT4 en suivant le plan de balisage pour dévier les voies de la RN13W, de façon à neutraliser la VR ;
- Mise en place, le long de la zone travaux, de BT4 avec bardage pour délimiter l'emprise travaux ;
- Pose de la signalisation verticale (panneaux et socles, Radar de chantier, Atténuateurs de choc, K5c, ...)
- Mise en place d'un système d'éclairage LED car l'éclairage de ce côté du tunnel sera déposé pour les travaux ;

- Effacement et réalisation de marquage au sol pour signaler aux véhicules la déviation de voies ;

1.5.4.3. 2nd phase : Renforcement du haut du voile central Sud depuis le balisage lourd

- Dépose de l'éclairage du tunnel ;
- Dépose des plaques de protection au feu ;
- Nettoyage du haut du voile central Sud ;
- Ragréage de parement en béton ;
- Calfeutrement et injection de fissures sur une structure en béton ;
- Réalisation d'essais de scellement dans le voile et sur le dessus de la dalle ;
- Réalisation de percement à travers la traverse Sud (le toit de la RN13W) de façon à pouvoir y faire passer les aciers de renfort du voile, et pouvoir les ancrer horizontalement le long de la surface de la dalle ;
- Percement et installation de scellement d'armatures dans le voile depuis l'intérieur de la RN13W et sur le dessus de la dalle, après repérage radar des aciers de la dalle Sud ;
- Injection de résine dans les percements de la dalle Sud avant l'installation des aciers de renfort ;
- Installation d'aciers de renforcements verticaux pour le haut du voile, traversant la dalle centrale et disposer horizontalement le long de la dalle ;
- Installation d'un ferrailage horizontal
- Réalisation d'un coffrage vertical contre le haut du voile et horizontal sur le dessus de la dalle ;
- Coulage du béton via des ouvertures dans le coffrage ;
- Décoffrage
- Étanchement du parement
- Repose des plaques de protection au feu
- Repose de l'éclairage du tunnel

1.5.5. Tranche optionnelle 1 : Renforcement en composite en surface de la dalle Sud, de l'angle du cadre et du haut du voile Sud respectivement dans le sens longitudinal et vertical

Il est procédé aux travaux suivants :

1.5.5.1. Période de préparation

- Relevé topographique sur et sous l'ouvrage : au plus tôt. Les référentiels dans lesquels doivent être donnés les plans sont les suivants : Lambert 93 pour la planimétrie, NGF-IGN1969 pour l'altimétrie. En outre, les dimensions de l'ouvrage (poutres, rives épaisseur, hourdis, piles) seront relevées sur place de manière à effectuer les corrections nécessaires sur les plans d'exécution (le cas échéant) ;
- Réalisation des DICT pour le terrassement le long du piedroit Sud ;
- Études d'exécution relatives aux renforcements en composite de la surface de la dalle Sud et du haut voile Sud respectivement dans le sens longitudinal et vertical :

- Plans d’exécution et Notes de calcul relatif à la création d’un renforcement en composite de la surface de la dalle Sud et du haut voile Sud respectivement dans le sens longitudinal et vertical ;
- Les fournitures liées et procédures d’exécution liées doivent bien entendu avoir été validées par le Maître d’Œuvre ;
- Études du matériau composite : Le choix des fournisseurs et les épreuves d’études et de convenance doivent avoir été effectuées en période de préparation.

1.5.5.2. Renforcement en composite en surface de la dalle Sud, de l’angle du cadre et du haut du voile Sud respectivement dans le sens longitudinal et vertical

- Mise en place de GBA pour isoler la circulation de la zone travaux au niveau de la contre-allée Sud sur 90m ;
- Dépose et évacuation d’équipements urbains ;
- Dévoiement de réseaux et déplacement d’éclairage public ;
- Démolition de dalles et béton grossier ;
- Décroustage d’asphalte et d’étanchéité existante au droit du voile Sud ;
- Terrassements contre le piédroit Sud ;
- Installation d’un blindage de fouille sur toute la longueur des zones 1 à 3 (environ 90m) ;
- Nettoyage de parement en béton ;
- Ragréage de parement en béton ;
- Calfeutrement et injection de fissures sur une structure en béton ;
- Percements de la dalle et du voile pour l’installation des mèches d’ancrage, après repérage radar des aciers de la dalle et du voile ;
- Mise en œuvre de la section utile du composite pour renforcer dans le sens longitudinal la dalle au niveau du voile Sud, et pour renforcer verticalement le haut du piédroit Sud ;
- Injection de colle dans les trous réalisés, scellement des mèches et incorporation dans le composite ;
- Mise en place d’une épaisseur de mortier de 4cm sur le renfort en composite sur la dalle pour le protéger ;
- Réalisation d’une pente de 1,5 % sur 4,5m en mortier vers le centre de la dalle pour atténuer la pente et permettre l’écoulement des eaux ;

1.5.6. Tranche optionnelle 2 : Renforcement en composite en surface de la dalle Nord dans le sens transversal, longitudinal et dans le sens vertical le long du piédroit V4

Il est procédé aux travaux suivants :

1.5.6.1. Période de préparation

- Relevé topographique sur et sous l’ouvrage : au plus tôt. Les référentiels dans lesquels doivent être donnés les plans sont les suivants : Lambert 93 pour la planimétrie, NGF-

IGN1969 pour l'altimétrie. En outre, les dimensions de l'ouvrage (poutres, rives épaisseur, hourdis, piles) seront relevées sur place de manière à effectuer les corrections nécessaires sur les plans d'exécution (le cas échéant) ;

- Études d'exécution relatives aux renforcements en composite de la surface de la dalle Nord dans le sens transversal :
 - Plans d'exécution et Notes de calcul relatif à la création d'un renforcement en composite de la surface de la dalle dalle Nord dans le sens transversal ;
- Les fournitures liées et procédures d'exécution liées doivent bien entendu avoir été validées par le Maître d'Oeuvre ;
- Études du matériau composite : Le choix des fournisseurs et les épreuves d'études et de convenance doivent avoir été effectuées en période de préparation.

1.5.6.2. Renforcement en composite en surface de la dalle Nord dans le sens transversal

- Détection de fissures sur le dessus de la dalle Nord ;
- En cas de fissure, réalisation de saignées par hydrodémolition dans les zones concernées, et remplacement des aciers transversaux endommagés et rebouchage du béton
- Percements de la dalle pour l'installation des mèches d'ancrage après repérage radar des aciers de la dalle ;
- Mise en œuvre de la section utile du composite pour renforcer transversalement la dalle ;
- Mise en œuvre de la section utile du composite pour renforcer longitudinalement le Nord de la dalle Nord sur les 5m de la jardinière en Z1 ;
- Terrassements contre le piédroit Nord sur 5m le long de la jardinière ;
- Installation d'un blindage de fouille sur 5m ;
- Percements dans le haut du voile V5 pour son renforcement vertical en composite, après repérage radar des aciers du voile ;
- Injection de colle dans les trous réalisés, scellement des mèches et incorporation dans le composite ;
- Mise en place d'une épaisseur de mortier de 4cm sur le renfort en composite sur la dalle pour le protéger ;
- Rehausse et mise à la cote des émergences DiRIF : grilles de ventilation et accès usine de ventilation

1.5.7. Mise en place des balisages lourds et déviations de voies sous fermeture du sens Y

Cette prestation consiste à mettre en place, lors de nuits de fermeture réalisées par la DiRIF, ou par un prestataire de la DiRIF, un dispositif de balisage lourd avec des BT4 pour isoler alternativement les deux VL ou les deux VR.

Ces balisages lourds devront permettre de réaliser sous circulation, l'installation d'aciers de renforts transversaux (soit dans la direction de circulation) dans les saignées réalisées, et le rebouchage de ces saignées par béton projeté.

Un dispositif de protection anti-projection devra être mis en place sur le balisage lourd de façon à pouvoir mettre en œuvre le béton projeté sans impacter les voies circulées.

Le marquage au sol sera à modifier pour les voies déviées, et un éclairage LED provisoire sera à installer sur le balisage car la présence du dispositif anti-projection risque de masquer l'éclairage existant aux usagers.

Le balisage lourd sera à déplacer deux fois entre la prise des deux VL et celles des deux VR.

Avant le déplacement du balisage lourd des deux VL vers les deux VR, il sera nécessaire de procéder à la mise en œuvre d'enrobés dans certaines zones des deux VL afin de les rendre circulables.

1.5.8. Mise en place d'un étaielement de soutien de la dalle Nord par le dessus, avec vérinage ou non, lors de l'ajout d'aciers inférieurs transversaux

Cette prestation consiste à mettre en place sur le dessus de la dalle Nord dans le sens longitudinal, un étaielement capable de soutenir la dalle à partir du moment où commencera la réalisation des saignées en sous-face, et jusqu'à la prise du béton ou mortier projeté après ajout des aciers.

Cet étaielement est nécessaire du fait de la fragilisation de l'ouvrage induite par la réalisation des saignées en sous-face.

Cet étaielement sera composé de profilés (de type HEB par exemple) de portée 14m reposant sur le voile central Nord et sur le voile Nord. Sur ces profilés seront fixés des scellements d'armatures verticaux qui seront également scellés dans la dalle Nord.

Ces scellements réalisés depuis la surface de la structure, devront eux pouvoir résister à une température de 100°C.

Lors de ses études et dimensionnement de l'étaielement, le titulaire devra estimer si le soulèvement de la dalle par des verins est nécessaire ou si le seul soutien passif de la dalle est suffisant pour assurer la pérennité de la structure pendant les travaux de renforcement.

Ce soutien devra permettre de soulager partiellement la dalle à partir de l'ouverture des saignées et jusqu'à la prise de leur rebouchage.

L'étaielement devra être installé d'abord de façon à soutenir en même temps toute la zone 1 et toute la zone 3, de respectivement 21.5m et 28m de largeur. Les étaielements seront ensuite déplacés pour soutenir toute la zone 2 de 40m de largeur.

Lors de l'étaielement de la dalle, la flèche devra être suivie constamment par le titulaire.

L'étaielement mis en place devra être dimensionné par le titulaire afin d'avoir une limitation de la flèche de la dalle de $L/1000$ depuis la réalisation des saignées et jusqu'à la régénération de celles-ci.

Lors de son dimensionnement de l'étaielement, le titulaire devra prendre toutes les mesures nécessaires pour éviter tout déversement. Un attelage des profilés deux par deux est une solution qui peut être envisagée.

Ci-dessous un exemple de calcul de la flèche avec les hypothèses suivantes :

- 2 poutres HE500B liaisonnées tous les 2m
- Reprise de 20 % du poids propre de la dalle et
- Charges uniformément réparties (en admettant qu'il y a des suspentes régulièrement espacées pour supporter la dalle)

Limitation flèche étaielement <u>TCRN13</u> Neuilly-sur-Seine			
Portée	14 m		
ep dalle	0,70 m		
p	17,5 kN/m ²		
Ec	30000 Mpa		
flèche poids propre	10,21 mm		
Hypothèse part charge reprise par étaielement	20 %		
	G (kg/m)	Iy (cm ⁴)	Es (Mpa)
<u>HEB500</u>	187	107200	200000
Nombre	2 liaisons		
espacement	2 m		
Poutres <u>HEB500</u>	Charge		
	(kN/m ²)		
charge dalle	3,50		
Flèche étaielement	8,17 mm		

1.5.9. La dépose et repose de plaque coupe-feu

Afin de permettre la réalisation des travaux, des plaques coupes-feu, dont le nombre et l'implantation seront définis contradictoirement, seront à déposer (de nuit), stocker puis reposer (de nuit) à l'intérieur du tunnel.

Il s'agit des plaques de protection au feu se trouvant fixée sur les zones à renforcer. Principalement sur la sous-face de la dalle mais également quelques-unes sur les pénétrations centrales.

1.5.10. Renforcement des aciers inférieurs transversaux de la dalle Nord

Le renforcement des aciers inférieurs transversaux de la dalle Nord sera réalisé de deux manières, par ajout d'aciers et par renforcement en composite quand l'ajout d'acier est impossible.

En utilisant les plans de ferrailage disponibles, les zones de recouvrements des aciers inférieurs longitudinaux seront identifiées. Dans ces zones, il ne sera pas réalisé de saignées par hydrodémolition pour éviter de dégrader l'efficacité des aciers en place. C'est dans ces zones que le renforcement en composite aura lieu une fois le renforcement par ajout d'aciers terminé.

Pour l'ajout d'aciers, les saignées d'hydrodémolition pourront être réalisées une fois que l'étaielement sera installé.

Les saignées seront réalisées dans les règles de l'art sur toute la largeur des zones avec étaielement lors de nuits de fermeture successives. De jour, la moitié du tunnel sera réouverte à la circulation mais les deux VL resteront accessibles car elles auront été neutralisées pendant la 1ère nuit avec un

balisage lourd. Il sera impératif de rendre propre pour la réouverture les zones du tunnel encore circulées de jour (les deux VR).

Les saignées devront être réalisées dans les zones situées entre les aciers transversaux inférieurs de la dalle afin de ne pas les découvrir et donc dégrader leur capacité résistante. Ces zones entre les aciers devront être confirmées par repérage radar. Les espacements entre les aciers sont de 0,2m ou 0,3m en fonction des zones.

La profondeur des saignées devra être définie par le titulaire de manière à être suffisante pour réaliser la mise en œuvre des nouveaux aciers ainsi que pour réaliser par la suite la régénération de la sous-face de la dalle. L'enrobage des aciers de la dalle est de 3cm.

De la même façon, la largeur des saignées devra être définie par le titulaire de manière à être suffisante pour réaliser la mise en œuvre des nouveaux aciers ainsi que pour réaliser par la suite la régénération de la sous-face de la dalle, tout en s'assurant de ne pas découvrir les aciers transversaux existant.

Afin d'éviter d'hydrodémolir en dehors de ces saignées d'une largeur définie, des guides pourront être utilisés. Ces guides seront constitués de plaques de métal ayant des ouvertures correspondant pile à une bande de la même largeur que celle définie par le titulaire pour les saignées.

Le renforcement se fera selon le même phasage que l'étalement, à savoir d'abord en même temps toute la zone 1 et toute la zone 3, de respectivement 21.5m et 28m de largeur, et ensuite toute la zone 2 de 40m de largeur.

Une fois les saignées réalisées, les nouveaux aciers de renfort pourront y être installés. Les saignées seront alors rebouchées et la sous-face régénérée par utilisation du moyen le plus adapté à la situation en conservant le gabarit du tunnel (béton ou mortier projeté par voie sèche ou humide, injection, ou autre). Le béton ou mortier utilisé devra être sans retrait.

L'ajout d'aciers et la régénération de la sous-face se feront sous circulation en deux phases, d'abord sur les deux VL quand elles seront neutralisées par le balisage lourd, et ensuite sur les deux VR quand le balisage lourd y aura été déplacé.

Avant la régénération, il devra être mis en place sur le balisage lourd d'une protection anti-projection entre la zone de travaux et les voies circulées.

La sous-face de la dalle devra être nettoyée une fois que la régénération aura été effectuée.

Dans les zones où l'ajout d'aciers n'aura pas eu lieu, les fissures apparentes devront être calfeutrées et injectées avant installation du renfort en composite.

Pour la mise en place du composite, des percements devront être réalisés dans la dalle pour l'installation des mèches d'ancrage, après repérage radar des aciers. La section de composite pourra alors être installée, de la colle sera injectée dans les trous et les mèches scellées et incorporées dans le composite.

Les plaques de protections au feu devront être reposées et la fin du soulèvement de la dalle pourra avoir lieu, et il sera alors possible de passer à la zone suivante.

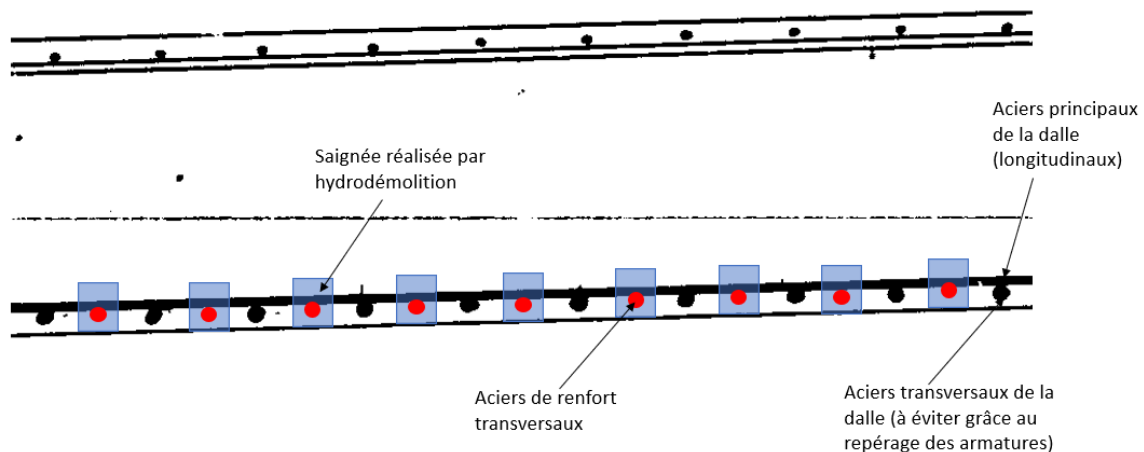


Figure 8: Représentation schématique du renfort de la sous-face de la dalle avec la position des saignées par rapport aux aciers existant

1.5.11. Renforcement du haut du voile central Nord depuis la gaine de ventilation

Des photos prises depuis la gaine de ventilation sont disponibles au bordereau 2.10.

En haut du voile central Nord, les aciers verticaux tendus et qui présentent des déficits sont les aciers côté Sud/intérieur de la gaine.

Ces aciers devront être renforcés depuis l'intérieur de la gaine de ventilation.

Pour accéder à la gaine, il y a une trappe à l'Est de la dalle de la zone 1. La zone 1 sera accessible constamment et dès le début du marché car elle n'est pas ventilée.

Pour accéder à la gaine des zones 2 et 3 qui sont quant à elles ventilées, deux cloisons étanches devront être créées et devront supporter la charge de ventilation pour permettre d'isoler de la ventilation ces deux zones. Ces travaux de création de cloison auront lieu de nuit sous fermeture du tunnel et consignation de la ventilation. Une fois ces cloisons réalisées, le reste des travaux pourra avoir lieu de jour sans nécessité de fermeture. Ces cloisons devront être en mesure de résister à 3kPA, qui est la pression maximale en sortie de ventilateur.

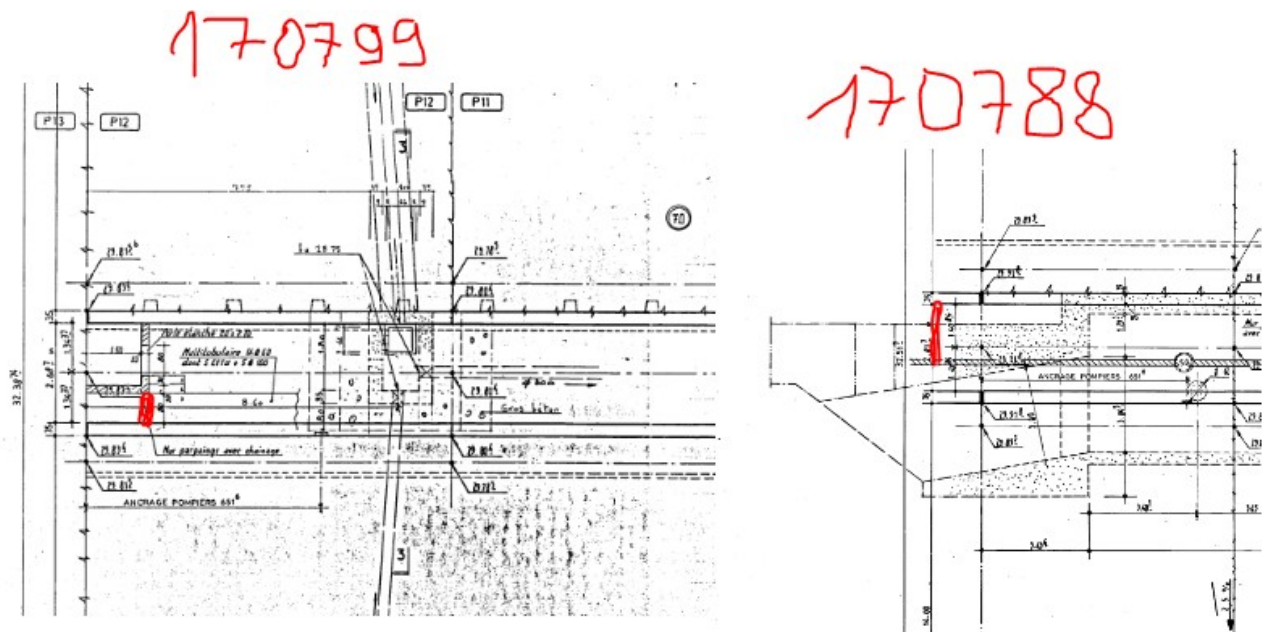


Figure 9: Représentation des deux cloisons étanches à installer dans la gaine de ventilation sur les vue en plan des radiers zones 2 et 3 (plans 170799 et 170788)

La gaine devra être nettoyée au niveau du futur renforcement. Les chemins de câbles et les équipements gênants devront être déplacés. Les plaques de protection au feu gênantes devront être déposées puis reposées en fin de travaux.

Dans le haut du voile, les fissures apparentes devront être calfeutrées et injectées avant installation du renfort en béton.

Des essais de scellement devront être réalisés dans le voile.

Des percements à travers la dalle centrale (le toit de la gaine) devront être réalisés de façon à pouvoir y faire passer les aciers de renfort du voile, et pouvoir les ancrer horizontalement le long de la surface de la dalle (voir schéma sur la figure ci-dessous). Ces percements devront être réalisés après le repérage radar des aciers de la dalle centrale.

Des percements et installations de scellement d'armatures (par injection de résine) devront être réalisés dans le voile depuis l'intérieur de la gaine et sur le dessus de la dalle.

Les scellements depuis l'intérieur du tunnel et de la gaine de ventilation devront être dimensionnés pour pouvoir résister à une température de 200°C. Ceux réalisés depuis la surface de la structure, devront eux pouvoir résister à une température de 100°C.

Les aciers de renfort verticaux du voile devront être installés depuis le dessus de la dalle à travers les percements de la dalle centrale, avant le coffrage et le coulage du renfort.

Du fait de la présence de bouches de soufflage à intervalle régulier, le renfort devra être interrompu régulièrement pour ne pas obstruer ces bouches de soufflage.

Le coffrage mis en place par le titulaire devra également intégrer les dispositions pour faire en sorte que ces bouches de soufflage soit exclues des renforts BA (démontage et remontage grille de ventilation, coffrage autour des ouvertures).

Du fait de la nature de l'aménagement final et principalement de la présence de bordures de jardinières, le renfort en béton devra être interrompu régulièrement sur des largeurs d'environ

90cm. Le renfort devra également être interrompu sur 60cm au niveau des joints de dilation séparant les différentes zones.

Une fois le renfort installé, les équipements devront être reposés, et les cloisons étanches déposées.

Au-dessus de la dalle, pour des questions d'écoulement des eaux et d'étanchéité, la dalle de 12cm, comprenant les ancrages horizontaux des aciers de renforts des hauts voiles centraux, devra être continue et ne pas laisser d'interruption dans le sens transversal.

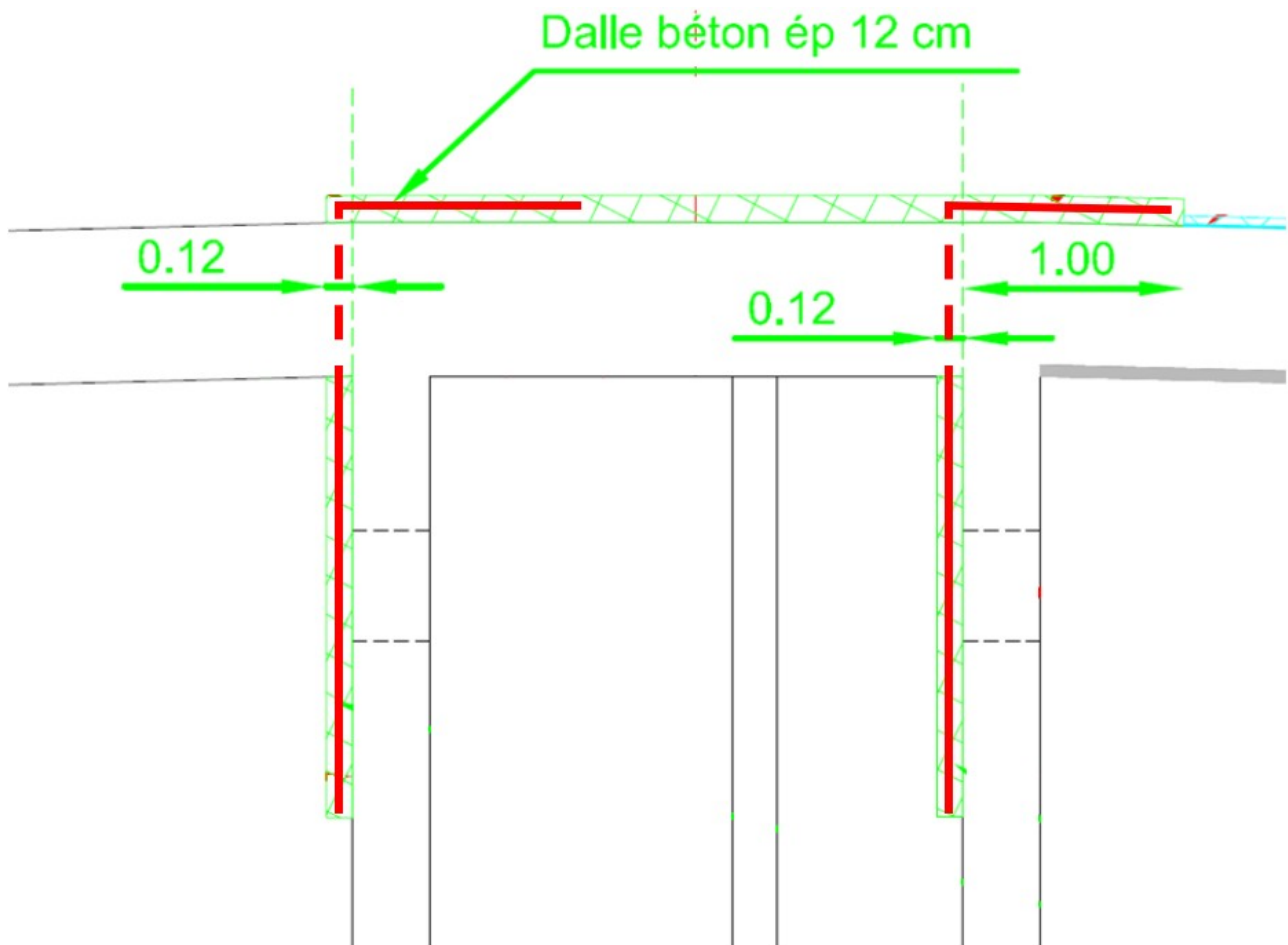


Figure 10: Représentation des aciers de renfort principaux des piédroits centraux (aciers traversant la dalle)

1.5.12. Mise en place des balisages lourds et déviations de voies sous fermeture du sens W

Cette prestation consiste à mettre en place, lors de nuits de fermeture réalisées par la DiRIF, ou par un prestataire de la DiRIF, un dispositif de balisage lourd avec des BT4 pour isoler la VR du sens W. Ce balisage lourd devra permettre de réaliser sous circulation, le renforcement du haut du voile central Sud par un parement en béton d'épaisseur 12cm.

Le marquage au sol sera à modifier pour les voies déviées, et un éclairage LED provisoire sera à installer sur le balisage car la dépose de l'éclairage du tunnel côté VR sera déposé pour réaliser les travaux.

Le balisage lourd sera à retirer une fois les travaux terminés.

1.5.13. Renforcement du haut du voile central Sud depuis la RN13W

En haut du voile central Sud, les aciers verticaux tendus et qui présentent des déficits sont les aciers côté Sud/RN13W.

Ces aciers devront être renforcés depuis la VR de la RN13W de la même manière que le voile central Nord (voir schéma ci-dessus).

Une fois la VR de la RN13W neutralisée sous balisage lourd, il faudra procéder à la dépose des équipements gênants pour le renforcement, à savoir les éventuelles plaques de protection au feu et l'éclairage du tunnel.

Dans le haut du voile, les fissures apparentes devront être calfeutrées et injectées avant installation du renfort en béton.

Des essais de scellement devront être réalisés dans le voile.

Des percements à travers la dalle Sud (le toit de la RN13W) devront être réalisés de façon à pouvoir y faire passer les aciers de renfort du voile, et pouvoir les ancrer horizontalement le long de la surface de la dalle (voir schéma sur la figure ci-dessous). Ces percements devront être réalisés après le repérage radar des aciers de la dalle Sud.

Des percements et installations de scellement d'armatures (par injection de résine) devront être réalisés dans le voile depuis l'intérieur de la RN13W et sur le dessus de la dalle.

Les scellements depuis l'intérieur du tunnel et de la gaine de ventilation devront être dimensionnés pour pouvoir résister à une température de 200°C. Ceux réalisés depuis la surface de la structure, devront eux pouvoir résister à une température de 100°C.

Les aciers de renfort verticaux du voile devront être installés depuis le dessus de la dalle à travers les percements de la dalle Sud, avant le coffrage et le coulage du renfort.

Du fait de la présence de bouches de soufflage à intervalle régulier, le renfort devra être interrompu régulièrement pour ne pas obstruer ces bouches de soufflage.

Le coffrage mis en place par le titulaire devra également intégrer les dispositions pour faire en sorte que ces bouches de soufflage soit exclues des renforts BA (démontage et remontage grille de ventilation, coffrage autour des ouvertures).

Du fait de la nature de l'aménagement final et principalement de la présence de bordures de jardinières, le renfort en béton devra être interrompu régulièrement sur des largeurs d'environ 90cm. Le renfort devra également être interrompu sur 60cm au niveau des joints de dilation séparant les différentes zones.

Une fois le renfort installé, le parement devra être étanché et les équipements devront être reposés (plaques de protection au feu et éclairage).

Au-dessus de la dalle, pour des questions d'écoulement des eaux et d'étanchéité, la dalle de 12cm, comprenant les ancrages horizontaux des aciers de renforts des hauts voiles centraux, devra être continue et ne pas laisser d'interruption dans le sens transversal.

1.5.14. Renforcement en composite en surface de la dalle Sud, de l'angle du cadre et du haut du voile Sud respectivement dans le sens longitudinal et vertical

Le haut du voile Sud ne devra être renforcé en composite que sur une largeur 5m du fait de la présence de la jardinière en zone 1. Sur les zones 2 et 3, et sur le reste de la zone 1, le haut du voile ne nécessite pas de renforcement en composite, cependant, pour l'accroche du composite de renfort de la dalle Sud, il sera nécessaire de venir appliquer du composite le long du piédroit Sud.

Afin de permettre les travaux, des GBA devront être installées pour isoler la zone travaux de la circulation sur la contre-allée Sud.

Le long du piédroit Sud se trouve un accès RATP. Si cet accès est gênant pour les travaux (fouilles, blindages), la MOA pourra demander à la RATP sa fermeture pendant la durée des travaux, cependant il est nécessaire de s'y prendre suffisamment à l'avance (3 mois). Cette question devra donc être traitée pendant la période de préparation.

Les équipements urbains (éclairage public) présents dans la zone travaux devront être dévoyés et déplacés. Les arbres devront être évacués.

Le long du piédroit Sud devra être réalisé un terrassement suffisamment profond pour installer le composite nécessaire au renforcement de l'ouvrage (3m maximum à priori). Un blindage de fouille devra être réalisé pour tenir les terres et travailler en toute sécurité.

Le haut du voile devra être nettoyé, et l'étanchéité présente décroûtée.

En cas de présence de fissure, celles-ci devront être calfeutrées et injectées avant installation du renfort en composite.

Pour la mise en place du composite, des percements devront être réalisés dans la dalle et dans le voile pour l'installation des mèches d'ancrage. Un repérage radar des aciers devra avoir lieu avant le percement.

La section de composite pourra alors être installée, de la colle sera injectée dans les trous et les mèches scellées et incorporées dans le composite.

Une fois le composite mis en place, une épaisseur de mortier de 4cm devra être installée pour protéger le mortier contre la chaleur lors de l'installation par une autre entreprise de l'étanchéité. Pour le composite le long du piédroit, aucun mortier ne pourra être installé mais l'entreprise en charge de l'étanchéité traitera cette zone d'une autre manière (sans chaleur).

Au niveau de l'arrêt du renforcement sur la dalle Sud, afin de permettre l'écoulement des eaux malgré la surépaisseur de 4,5cm ainsi créée, une pente en mortier de 1,5 % sur 4,5m sur tout le long du renforcement en composite devra être réalisée vers le centre de la dalle.

1.5.15. Renforcement en composite en surface de la dalle Nord, de l'angle du cadre et du haut du voile Nord dans le sens transversal, longitudinal et vertical

La dalle Nord nécessite d'être renforcée en composite dans le sens transversal sur presque l'ensemble des zones 1 et 2. La dalle Nord nécessite d'être renforcée en composite dans le sens longitudinal à proximité du voile V4, uniquement sur une largeur 5m du fait de la présence de la jardinière en zone 1. Du fait de ce renforcement longitudinal au niveau de la jardinière, il sera nécessaire, pour l'accroche du composite de renfort de la dalle Nord, de venir appliquer du composite le long du piedroit Nord.

Avant le renforcement en composite, une détection des fissures devra avoir lieu sur la dalle Nord en zone 2. En cas d'observation de fissures, cela signifie que les aciers en-dessous ne sont pas en bon état et de nouveaux aciers transversaux devront être ajoutés grâce à des saignées faites par hydrodémolition.

Les saignées seront réalisées sur toute la largeur des zones fissurée de jour.

Les saignées devront être réalisées dans les zones situées entre les aciers transversaux supérieurs de la dalle afin de ne pas les découvrir et donc dégrader leur capacité résistante. Ces zones entre les aciers devront être confirmées par repérage radar. Les espacements entre les aciers sont de 0,2m ou 0,3m en fonction des zones.

La profondeur des saignées devra être définie par le titulaire de manière à être suffisante pour réaliser la mise en œuvre des nouveaux aciers ainsi que pour réaliser par la suite la régénération de la surface de la dalle. L'enrobage des aciers de la dalle est de 3cm.

De la même façon, la largeur des saignées devra être définie par le titulaire de manière à être suffisante pour réaliser la mise en œuvre des nouveaux aciers ainsi que pour réaliser par la suite la régénération de la surface de la dalle, tout en s'assurant de ne pas découvrir les aciers transversaux existant.

Afin d'éviter d'hydrodémolir en dehors de ces saignées, des guides pourront être utilisés.

Une fois les saignées réalisées, de nouveaux aciers de renfort pourront y être installés. Les saignées seront alors rebouchées avec du béton en conservant le niveau haut de la dalle.

Le long du piedroit Nord sur 5m, il devra être réalisé un terrassement suffisamment profond pour installer le composite nécessaire au renforcement de l'ouvrage (2/3m maximum). Un blindage de fouille devra être réalisé pour tenir les terres et travailler en toute sécurité.

Le haut du voile devra être nettoyé, et l'étanchéité présente décroûtée.

En cas de présence de fissure, celles-ci devront être calfeutrées et injectées avant installation du renfort en composite.

Pour la mise en place du composite, des percements devront être réalisés dans la dalle et dans le voile pour l'installation des mèches d'ancrage. Un repérage radar des aciers devra avoir lieu avant le percement.

La section de composite pourra alors être installée, de la colle sera injectée dans les trous et les mèches scellées et incorporées dans le composite.

Une fois le composite mis en place, une épaisseur de mortier de 4cm devra être installée pour protéger le mortier contre la chaleur lors de l'installation par une autre entreprise de l'étanchéité.

Pour le composite le long du piédroit, aucun mortier ne pourra être installé mais l'entreprise en charge de l'étanchéité traitera cette zone d'une autre manière (sans chaleur).

1.5.16. La réalisation de saignées par hydrodémolition

Cela consiste en la réalisation de nuit sous fermeture de saignées réalisées dans le sens transversal (dans le sens de circulation de la RN13). Ces saignées devront être réalisées dans les règles de l'art entre les armatures transversales inférieures existantes de la dalle, afin de ne pas perdre leur capacité résistante. Les armatures existantes auront été repérées et marquées au préalable.

Pour réaliser ces saignées avec précision, le titulaire devra faire les bons réglages au niveau de la lance pour doser la profondeur des saignées. Ces réglages seront validés avec le maître d'œuvre via des essais de convenance.

La profondeur des saignées devra être définie par le titulaire de manière à être suffisante pour réaliser la mise en œuvre des nouveaux aciers ainsi que pour réaliser par la suite la régénération de la sous-face de la dalle. L'enrobage des aciers de la dalle est de 3cm.

De la même façon, la largeur des saignées devra être définie par le titulaire de manière à être suffisante pour réaliser la mise en œuvre des nouveaux aciers ainsi que pour réaliser par la suite la régénération de la sous-face de la dalle, tout en s'assurant de ne pas découvrir les aciers transversaux existant.

Pour respecter la largeur des saignées, le titulaire aura la possibilité de réaliser des guides métalliques à fixer sur la dalle. Ces guides comprendront une ou plusieurs ouvertures correspondant à la dimension des saignées souhaitée afin d'être sûr de ne pas abîmer le béton existant en dehors de ces saignées. Ces guides peuvent aussi être des plaques métalliques fixées et disposées sur la sous-face de la dalle de façon à laisser entre elles juste l'espacement correspondant à la largeur des saignées voulues.

Ces saignées seront réalisées de nuit sous fermeture complète du sens concerné. Cependant, deux voies de circulation devant être réouverte en fin de nuit, le titulaire devra faire le nécessaire pour que la route soit nettoyée à chaque fin de nuit. Sur les deux autres voies, du fait de la présence du balisage lourd (emprise chantier), leur nettoyage n'est pas impératif.

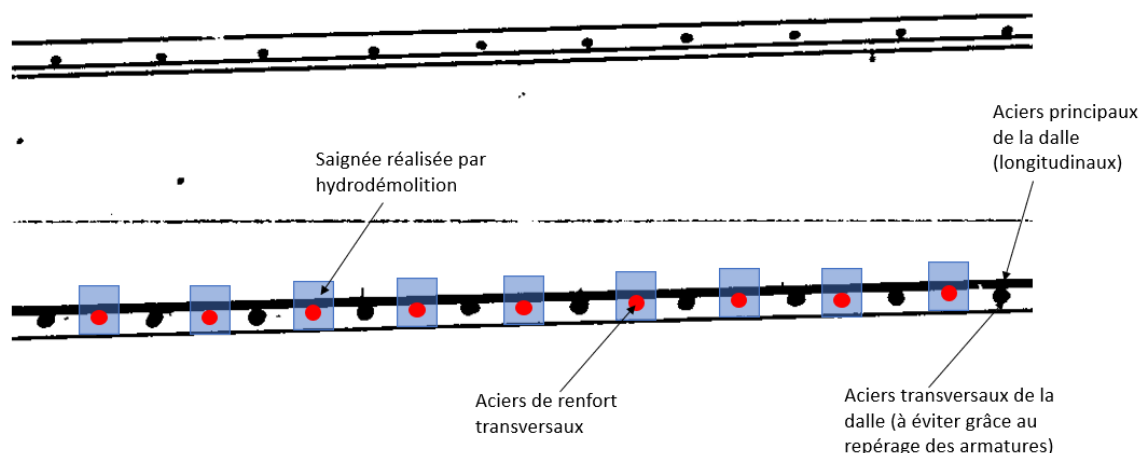


Figure 11: Représentation schématique du renfort de la sous-face de la dalle avec la position des saignées par rapport aux aciers existant

1.5.17. Le décroûtage de l'asphalte et de l'étanchéité existante

Cela consiste en la purge du complexe d'étanchéité existant et dégradé de la TC, sur les zones amenées à être renforcées. Sans dégrader la structure béton armée des traverses et voiles de la TC, quelques centimètres d'étanchéité bitume+film aluminium seront à purger et évacuer.

1.5.18. Les terrassements

Ils consistent en la réalisation des fouilles, après dépose des éléments de voiries, au droit des voiles V1 et V4 de la TC, nécessaire à la réalisation des renforts en composite en haut de voile. Sur environ 5m au Nord en zone 1 et sur environ 90m au Sud sur toute la longueur des zones 1 à 3. Le blindage pourra venir en appui sur le piédroit en laissant libre le parement béton. Une attention particulière devra être apportée en zone sud (voile V1) compte tenu des réseaux et autres structures souterraines à proximité immédiate du voile (principalement l'accès RATP). Aussi, compte tenu des végétaux à proximité et des usages des avoisinants, il est probable que les sols en place, à excaver, soient pollués (renouée asiatiques...). Ces terres devront être évacuées dans le respect des clauses environnementales. Le déblai pourra être stocké sur zone dans la mesure du possible, compte-tenu des contraintes d'espace détaillés dans le présent dossier.

1.5.19. Les réparations béton (nettoyage, ragréage, calfeutrement et injection de fissure)

Ces réparations consistent à rétablir les sections et le monolithisme de la structure, par des ragréages, bétonnages et injection de fissure sur tout béton mise à nu dégradé et fissuré. Cela concerne donc les parements des voiles et les zone de renfort de la dalle. Seules les fissures d'ouverture supérieure à 0,3 mm seront à injecter. Des constats contradictoires détermineront les zones et quantités à traiter, un nettoyage haute pression des surfaces sera nécessaire pour l'observation des pathologies à traiter.

1.5.20. L'étanchement des renforcements en béton

Cet étanchement consiste en l'application d'un enduit sur toute hauteur mise à nu des voiles de renfort de la TC. Celui-ci devra être mis en œuvre après réparations et renforcement des voiles.

1.5.21. Le remblaiement

Une fois le renforcement composite réalisé, les fouilles seront remblayées et compactées selon les règles de l'art. Le matériau utilisé sera celui qui a été excavé si ce dernier n'est pas pollué et demeure de bonne qualité (visa MOE). Dans le cas contraire, du remblai soumis à visa MOE sera mis en œuvre jusqu'à l'arase des traverses de la TC.

1.5.22. Le renforcement par matériau composite

Les renforcements par matériau composite auront lieu à différents endroits de la structure :

En sous-face de la dalle Nord

Sur les zones 1 à 3 dans les endroits où la réalisation des saignées par hydrodémolition n'est pas possible, principalement dans les zones de recouvrement des aciers longitudinaux.

Dans ces zones, le renforcement en matériau composite se fera dans le sens transversal (le sens de circulation, le même que les saignées).

Afin de respecter le gabarit dans le tunnel, le matériau composite mis en œuvre ne sera protégé que par les plaques de protection au feu.

En haut du voile V1 et sur la dalle proche du piédroit V1

Sur les zones 1 à 3, l'angle Sud de la structure sera renforcé par du matériau composite dans le sens longitudinal.

Sur la totalité du linéaire des zones 1 à 3, la dalle à proximité du piédroit V1 présente un déficit en flexion, et sera donc renforcée avec du matériau composite. Pour ancrer ce renforcement, il sera nécessaire de prolonger le composite le long du haut du voile V1. Le matériau composite utilisé devra donc être en mesure d'être mis en œuvre sur des angles.

Dans la partie de la structure située sous la future jardinière de 5m de large en zone 1, le déficit au niveau de la dalle proche du piédroit V1 est beaucoup plus important et il apparaît également un déficit au niveau du haut du voile V1. Ainsi, dans cette zone, le renforcement de la dalle sera plus important, et la nécessité de renforcer le haut du voile fera que le matériau composite descendra de façon plus importante le long du haut du voile V1.

La partie au-dessus de la dalle de ce renforcement sera recouvert d'une épaisseur de 4cm de mortier pour éviter que la chaleur, dégagée lors de l'application future de l'étanchéité, n'abîme le renforcement en composite. Une pente en mortier sera réalisée au-delà du renforcement en matériau composite afin de recréer une pente pour permettre l'écoulement des eaux.

En haut du voile V4 et sur la dalle proche du piédroit V4

Dans la partie de la structure située sous la future jardinière de 5m de large en zone 1, il apparaît un déficit au niveau de la dalle proche du piédroit V4. Ainsi, dans cette zone, l'angle Nord de la structure sera renforcé par du matériau composite dans le sens longitudinal.

Pour ancrer ce renforcement, il sera nécessaire de prolonger le composite le long du haut du voile V4. Le matériau composite utilisé devra donc être en mesure d'être mis en œuvre sur des angles.

La partie au-dessus de la dalle de ce renforcement sera recouvert d'une épaisseur de 4cm de mortier pour éviter que la chaleur, dégagée lors de l'application future de l'étanchéité, n'abîme le renforcement en composite.

En surface de la dalle Nord

Sur les zones 1 et 2, la dalle est sous-ferraillée au niveau de ces aciers supérieurs transversaux.

Dans ces zones, le renforcement en matériau composite se fera dans le sens transversal (le sens de circulation).

Ce renforcement sera recouvert d'une épaisseur de 4cm de mortier pour éviter que la chaleur, dégagée lors de l'application future de l'étanchéité, n'abîme le renforcement en composite.

Estimation des déficits à l'ELU et quantités pour calcul des prix BPU/DE

Lors de l'APROA, les déficits à l'ELU ont été évalués et ont notamment permis d'estimer les quantités de matériau composite nécessaire au renforcement de la structure.

En effet, ce tableau comprend pour chaque zone de renforcement, la quantité de m² à couvrir avec le niveau de renforcement qui devra être installé, et indique donc quelle tranche de résistance de matériau composite tel que définis dans les prix TF6000 est nécessaire (idem pour TO1 et TO2 du BPU).

Ces valeurs sont données à titre indicatif sur la base de l'APROA du maître d'œuvre afin de permettre un chiffrage des travaux. Les quantités réelles de renforcement à mettre en œuvre seront obtenues suite aux études EXE (recalcul de l'ouvrage, étude des déficits et des renforcements à mettre en œuvre) rémunérées au titre des prestations TF1020, TO1-1020 et TO2-1020.

Zone	Localisation	Épaisseur voile/dalle	Déficit acier cm ² à l'ELU	Effort actuel kN.m	Effort maximal sans déficit kN.m	Effort à reprendre par plat carbone kN.m	Niveau de renforcement	Quantités m ²	
1	Haut voile V1 sous jardinière	0,5	1,53	589,08	560	29,08	<30kN.m	15	T01
1	Dalle proche V1 hors jardinière	0,7	1,55	502,03	466	36,03	<40kN.m	85	T01
1	Dalle proche V1 sous jardinière	0,7	5,34	589,08	466	123,08	<130kN.m	25	T01
1	Dalle proche V5 sous jardinière	0,7	0,46	385,9	375	10,9	<20kN.m	21	T02
1	Aciers transversaux inférieur dalle Nord	0,7	0,89	183,17	161	22,17	<30kN.m	44	TF
1	Aciers transversaux supérieur dalle Nord	0,7	Pas de déficit mais comparaison avec dalle Sud	Effort pouvant être repris par 10,05cm ² : 241 kN.m	Effort pouvant être repris par 3,14cm ² : 76 kN.m	165	<170kN.m	198	T02
2	Dalle proche V1	0,7	1,55	502,03	466	36,03	<40kN.m	200	T01
2 – C12D	Aciers transversaux supérieur proche piédroit V4	0,7	0,12	63,86	60	3,86	<10kN.m	21	T02
2	Aciers transversaux inférieur dalle Nord	0,7	Pas de déficit mais comparaison avec Z1/2				<30kN.m	80	TF
2	Aciers transversaux supérieur dalle Nord	0,7	Pas de déficit mais comparaison avec dalle Sud	Effort pouvant être repris par 10,05cm ² : 241 kN.m	Effort pouvant être repris par 3,14cm ² : 76 kN.m	165	<170kN.m	360	T02
3	Dalle proche V1	0,7	0,51	478,14	466	12,14	<20kN.m	140	T01
3	Aciers transversaux inférieur dalle Nord	0,7	Pas de déficit mais comparaison avec Z1/2				<30kN.m	56	TF

1.5.23. Rehausse des émergences DiRIF

Rehausse et mise à la cote des grilles de ventilation

Sur le trottoir Nord au niveau de la zone 3 se trouve une ouverture dans le trottoir de dimensions 10m de longueur par 4m de largeur (voir photo ci-dessous). Cette ouverture, recouverte par des grilles de ventilation est la sortie sur l'extérieur de la ventilation du tunnel. Dans le cadre de ce marché, du fait du réaménagement en surface par la ville de Neuilly, ces grilles devront être rehaussées d'une hauteur comprise entre 30cm et 50cm et mises à la cote définie sur les futurs plans de nivellement définitif de la Ville.



Figure 12: Grilles de ventilation à rehausser

Rehausse et mise à la cote de l'accès à l'usine de ventilation

Sur le trottoir Nord au niveau de la zone 2 se trouve une ouverture dans le trottoir de dimensions 4m de longueur par 1m de largeur (voir photo ci-dessous). Cette ouverture, recouverte par des trappes métalliques est l'accès à l'usine de ventilation du tunnel. Dans le cadre de ce marché, du fait du réaménagement en surface par la ville de Neuilly, ces trappes d'accès devront être rehaussées d'une hauteur comprise entre 30cm et 50cm et mises à la cote définie sur les futurs plans de nivellement définitif de la Ville.



Figure 13: Trappes d'accès à rehausser

ARTICLE 1.6. CONSISTANCE DES TRAVAUX

1.6.1. Travaux compris dans l’entreprise

D'une manière générale, l'entreprise comprend toutes les fournitures et mises en œuvre nécessaires à la complète réalisation des 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.

1.6.2. Traitement des parements

(normes NF EN 13670/CN, art. 5.4 du fasc. 65 du CCTG)

Les parements doivent respecter les exigences issues des normes NF EN 13670/CN et les exigences complémentaires définies au chapitre 4 du présent CCTP, en partie issues du chapitre 5 du fascicule 65 du CCTG. Pour ce faire, les différents parements de l’ouvrage sont classés comme suit :

Partie d’ouvrage	Classe de parement au sens du fascicule 65 du CCTG
Dalle de renfort horizontale	Parements fins
Voile de renfort vertical	Parements fins

ARTICLE 1.7. CONTRAINTES PARTICULIÈRES IMPOSÉES AU CHANTIER

1.7.1. Installations de chantier et conditions d'accès au site

Le chantier est accessible par l’avenue Charles de Gaulle à Neuilly-sur-Seine.

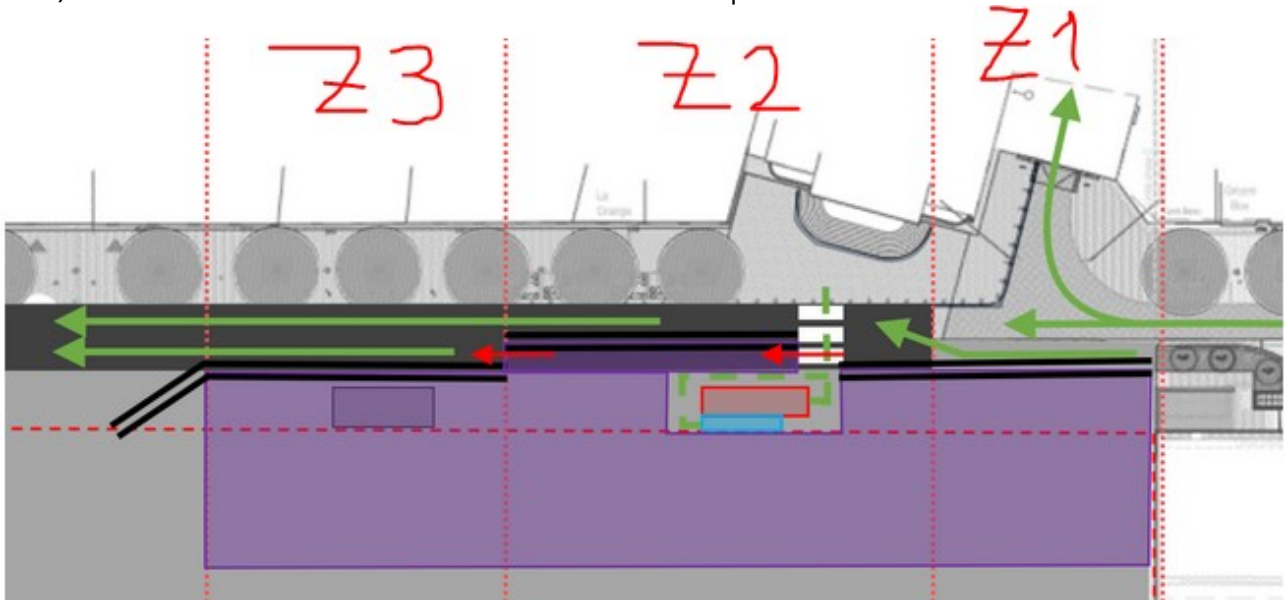
Accès chantier, zone base-vie, prise de voies et interfaces avec la RATP :

Du fait des travaux de la ville de NSS, la zone des travaux de la TCRN13 (la dalle) ne sera pas accessible depuis le Sud de la dalle. Tous les accès à la dalle devront se faire par le Nord.

Pour les besoins du chantier, la voie de gauche de l’avenue Charles de Gaulle Nord (qui sera passée à deux voies) sera neutralisée sur une partie de la zone 2 dans le cadre de ce marché. Le titulaire disposera donc de cette zone, ainsi que des trottoirs Nord des zones 1 et 3 (largeur environ 4,5m) pour lui servir de zone travaux hors dalle

Au milieu de cette zone travaux hors dalle, se trouve un accès RATP et un accès parking. Ces accès devront être maintenus pendant toute la durée des travaux.

Sur le schéma ci-dessous, il a été représenté la configuration de l'emprise travaux au Nord ainsi que la façon dont l'entrée et la sortie des véhicules dans l'emprise base-vie sera traitée.



Pour l'installation de la base-vie, cela devra être fait à l'aide d'une grue depuis la chaussée sous fermeture de nuit.

La base-vie pourra être installée sur la dalle Sud en zone 2. Cette zone a été choisie car elle présente peu de déficits et présente des zones sans renforcement où l'installation est alors possible sans gêner les travaux.

La base-vie pourra également être installée sur les zones hors dalle au Nord, en fonction de la place disponible.

Les installations de chantier peuvent être implantées sur la structure, sous réserve de la réalisation d'une Note de calcul justifiant la tenue de la structure. Cette Note sera réalisée par le titulaire pendant la période de préparation de la tranche ferme et soumise à validation du maître d'œuvre.

Les lieux de stockage des engins et matériaux pour les chantiers sont soumis à la même note détaillant les capacités de charge et laissés à l'appréciation du titulaire du marché, avec visa du maître d'œuvre.

Le titulaire fera son affaire personnelle de l'aménagement y compris la viabilisation et le raccordement aux réseaux des installations et de l'entretien des accès au chantier, sur la surface des zones 1 à 3 de la TCRN13, et sur les zones travaux hors dalle au Nord et au Sud de la TC. Il devra les remettre en état à la fin des travaux.

Il sera aussi procédé à des états des lieux contradictoires :

- Avant installation ;

- Après repliement.

Le titulaire fera son affaire des occupations temporaires supplémentaires éventuelles.

Le titulaire du présent marché est tenu d’entretenir les rues et de procéder à leur remise en état après achèvement des travaux.

Constructions avoisinantes

L’attention du titulaire est attirée sur l’existence, au voisinage immédiat du chantier, de la ligne métro 1, de la gare routière et de multiples installations RATP, dont les comportements ne doivent pas être perturbés. Les aménagements de part et d’autre de la zone chantier ne sauront être perturbés par les travaux. Des réunions de coordination seront organisées avec la ville de Neuilly-sur-Seine et la RATP pour le bon fonctionnement du chantier.

1.7.2. Réseaux concessionnaires

L’attention titulaire est attirée sur l’existence de réseaux.

le titulaire a à sa charge la reconnaissance des réseaux.

La RN13 appartient à l’État et est gérée par l’Unité d’Exploitation de la Route de Nanterre. Il appartient au titulaire du marché de se concerter avec l’Unité d’Exploitation de la Route et le Poste de Contrôle Tunnels et Trafic (PCTT) pour réglementer la circulation sur le réseau routier géré par l’État et intervenir en cohérence avec l’exploitation du tunnel.

Les terrains situés à proximité de la TC et l’avenue Charles de Gaulle appartiennent à la ville de Neuilly-sur-Seine.

Les DT réalisées par le maître d’œuvre et présentent en bordereau 2 du présent DCE révèlent la présence de divers réseaux. Le dévoiement des réseaux gênants pour la réalisation des travaux sera assuré par le titulaire.

Le réseau d’assainissement des traverses sera démoli et remplacé provisoirement par le titulaire pour toute la durée du chantier, afin d’éviter le déversement des eaux de pluie dans les fouilles.

La présence de l’accès RATP Sud-Est nécessite de trouver une solution pour l’ancrage du renforcement en composite différente de l’ancrage le long du voile.

Ces éléments sont :

Partie d’ouvrage	Exploitant	Emplacement
Escalier de secours TC	DiRIF	Zone 5/6 - Voile 4
Usine de ventilation Est	DiRIF	Zone 2/3 – Voile 4
Accès RATP Nord-Est	RATP	Zone 2/3 – Voile 4

Accès RATP Sud-Est	RATP	Zone 2 – Voile 1
Accès parking	Parking Indigo	Zone 2 – Voile 4

Hormis les réseaux eau de la ville de NSS, tous les réseaux sont maintenus en exploitation pendant les travaux.

1.7.3. Phasage des travaux et ordre d'exécution

Le phasage des travaux suivant est défini selon les modalités de co-activité et d'avancement imposées aux travaux, l'ordre d'exécution des phases principales est critique et devra être respecté:

Phase 0 : Mise en place des installations de chantier, base-vie, GBA et clôtures de délimitation d'emprise chantier

Les travaux de la **tranche ferme** (renforcement de la sous-face de la dalle Nord, et renforcement du haut du voile central depuis la gaine de ventilation) pourront avoir lieu simultanément. Ces travaux commenceront avec l'obtention des fermetures nécessaires aux travaux.

Si les effectifs disponibles ne permettent d'avancer que l'un ou l'autre des renforcements de la TF à un moment donné, la priorité devra être mise sur le renforcement de la sous-face de la dalle Nord. En effet, avoir terminé ce renforcement est nécessaire pour commencer les travaux de la TO2, le renforcement en surface de la dalle Nord).

Pour la tranche ferme et les travaux de renforcement de la sous-face de la dalle Nord, de nombreuses nuits de fermetures sont nécessaires pour la réalisation des travaux. Ces nuits permettront notamment de basculer d'une phase à une autre. Ainsi, le planning travaux du titulaire devra impérativement concorder avec les nuits de fermetures prévues au planning annuel 2025. Le titulaire devra également mettre les moyens humains et matériels suffisants pour respecter ce planning. Le planning annuel est diffusé dans sa version définitive en début d'année. Les nombres de nuits inscrits dans le tableau ci-dessous représentent donc des nombres de nuit prévisionnels. Le nombre de nuit réellement disponible pourra être amené à évoluer suite à la parution du planning annuel de fermeture de l'exploitant DiRIF.

Pour la tranche ferme, les travaux des tâches n° 1 et 2 auront lieu pendant la période de préparation. À partir du moment où le titulaire sera prêt à réaliser ces travaux (plans de balisage des deux VL du sens Y validé par le maître d'œuvre), un OS notifiera au titulaire de procéder à l'installation du balisage lourd des deux voies lentes du sens Y (le titulaire aura à sa disposition deux nuits de fermeture), puis de procéder à la dépose des plaques de protection au feu accessible depuis les deux VL sous balisage lourd.

Démarrer ces travaux le plus tôt en cours de la période de préparation permettra au titulaire et au maître d'œuvre de bien se rendre compte de la configuration de la dalle sur site, de son état, et donc de préparer au mieux les travaux de renforcement de la sous-face de la dalle à venir.

Pour le renforcement de la dalle Nord en sous-face, le phasage ci-dessous devra être respecté. La représentation schématique de ce phasage est jointe en annexe 3 du présent CCTP :

N° tâche	Nature des travaux de la tâche	Nombre de nuits disponibles (sous réserve de modification de la part de l’exploitant DiRIF)
1	Mise en place sous fermeture du balisage lourd pour neutraliser les deux VL (sous fermeture)	2 nuits
2	Dépose de jour des plaques de protection au feu des zones 1, 2 et 3 situées au-dessus des deux VL et de l’éclairage du tunnel si nécessaire	De jour sous balisage lourd
2bis	Mise en place d’un étaielement de soutien de la dalle Nord en zone 1 et 3	De jour sous balisage lourd
3	Dépose de nuit des plaques de protection au feu des zones 1 et 3 situées au-dessus des deux VR (sous fermeture)	2 semaines soit 8 nuits
4	Réalisation des saignées par hydrodémolition sur toute la sous-face de la dalle Nord en zones 1 et 3 (sous fermeture)	2 semaines soit 8 nuits (les mêmes que pour la tâche 3)
5	Ajout d’aciers dans les saignées de la dalle Nord situés au-dessus des deux VL en zone 1 et 3, et rebouchage de ces saignées au béton projeté	De jour sous balisage lourd
6	Déplacement du balisage lourd et déviations de voies sous fermeture pour neutraliser les deux VR (sous fermeture)	4 nuits
7	Ajout d’aciers dans les saignées de la dalle Nord situés au-dessus des deux VR en zone 1 et 3, et rebouchage de ces saignées au béton projeté.	De jour sous balisage lourd
7bis	Dépose de jour des plaques de protection au feu de la zone 2 situées au-dessus des deux VR et de l’éclairage du tunnel si nécessaire	De jour sous balisage lourd
8	Déplacement de l’étaielement de soutien de la dalle Nord vers la zone 2	De jour
9	Réalisation des saignées par hydrodémolition sur toute la sous-face de la dalle Nord en zone 2 (sous fermeture)	4 nuits
10	Ajout d’aciers dans les saignées de la dalle Nord situés au-dessus des deux VR en zone 2, et rebouchage de ces saignées au béton projeté.	De jour sous balisage lourd
10bis	Repose de jour des plaques de protection au feu des zones 1, 2 et 3 situées au-dessus des deux VR et de l’éclairage du tunnel s’il avait été déposé.	De jour sous balisage lourd

11	Déplacement du balisage lourd et déviations de voies sous fermeture pour neutraliser les deux VL (sous fermeture)	2 nuits
12	Ajout d'aciers dans les saignées de la dalle Nord situés au-dessus des deux VL en zone 2, et rebouchage de ces saignées au béton projeté.	De jour sous balisage lourd
12bis	Repose de jour des plaques de protection au feu des zones 1, 2 et 3 situées au-dessus des deux VR et de l'éclairage du tunnel s'il avait été déposé.	De jour sous balisage lourd
13	Retrait de l'étalement	De jour
14	Retrait du balisage lourd et remise en état de la route (sous fermeture)	2 nuits

Nuits de fermeture, phasage, durées et délais distincts											
Phase :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Délai distinct :			DD1	DD2	DD3	DD4	DD5	DD6	DD7	DD8	
Nombre de nuits de fermeture :	2 nuits		2 semaines		1 semaine		1 semaine		2 nuits		2 nuits
Tâche :	1	2 2bis	3 4	5	6	7 7bis 8	9	10 10bis	11	12 12bis 13	14
Durée entre les nuits :		Au moins 1 mois		4 semaines		4 semaines		4 semaines		4 semaines	

Les travaux de la **tranche optionnelle 1** (renforcement du haut du voile central Sud depuis le sens W et renforcement en composite en surface de la dalle Sud) pourront avoir lieu simultanément.

Ces travaux ne sont pas sur le chemin critique et commenceront dès affermissement de la TO1.

Ces travaux pourront avoir lieu en même temps que les travaux de la TF cependant si utiliser pour les travaux de la TF les effectifs prévus pour ceux de la TO1 permet d'augmenter les cadences des travaux de la TF, alors la priorité devra aller sur les travaux de la TF.

Pour les travaux de renforcement du haut du voile central Sud, la mise en place du balisage lourd sous fermeture devra avoir lieu avant de pouvoir commencer les travaux de jour.

Les travaux de la **tranche optionnelle 2** (renforcement en surface de la dalle Nord) pourront commencer dès la fin des travaux de renforcement de la sous-face du tunnel (après affermissement).

Ces travaux pourront avoir lieu en même temps que les travaux tous les autres travaux TF et TO1 (hors renforcement de la sous-face).

Au niveau de la répartition des effectifs, si une priorisation des travaux peut avoir lieu, alors il faudra choisir celle qui permettra de finir au plus tôt l'ensemble des travaux restants.

Phase finale : Nettoyage et replis de chantier

1.7.4. Maintien des circulations

Au Nord et au Sud, une largeur de 4,5m à partir de la fin de la dalle, et correspondant aux trottoirs actuels, sera condamnée et réservée à la réalisation des travaux. Dans les deux cas, les accès RATP et parking devront être maintenus et entraîneront donc une interruption des zones disponibles pour les travaux.

Dans l'ouvrage, le titulaire disposera de fermetures de nuit et de neutralisations de voies pour réaliser les travaux. Concernant les contre-allées de la RN13 en surface, pour les besoins du chantier, la voie de gauche de l'avenue Charles de Gaulle Nord (qui sera passée à deux voies) pourra être neutralisée dans le cadre de ce marché le long de la zone 2 et servir de zone travaux hors dalle. Cette neutralisation de voie sur l'avenue Charles de Gaulle Nord complètera la largeur de 4,5m déjà réservée pour les travaux.

Le titulaire, dans la mise en place, le déplacement, le stockage et l'évacuation des BT4 et de l'intégralité de ses opérations, doit tenir compte des maintiens de circulation conformément aux stipulations du CCAP.

1.7.5. Éclairage

Les éclairages existants des Allées de Neuilly sont à maintenir en exploitation, au moyen de dévoiement, de dépose des mâts existant et remplacement par des candélabres et mats d'éclairage provisoires placés en cohérence avec les besoins des travaux.

1.7.6. Moyens mis en œuvre

Le titulaire réalise les travaux en tenant compte de la nécessité d'éviter toute action susceptible d'endommager l'ouvrage. L'utilisation de Brise Roche Hydraulique (BRH) est soumise à visa du maître d'œuvre et est strictement interdite sur l'ouvrage.

1.7.7. 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 aux chapitres 2 et 4 du présent CCTP.

Les actions qu’il entreprend doivent être exécutées en tenant compte notamment de la nécessité :

- D’évacuer les eaux usées en tenant compte des contraintes liées à la loi n°94-374 du 3 janvier 1992 sur l’eau ainsi que la nomenclature définie dans le décret n°93-743 du 29 mars 1993 ;
- De protéger l’environnement de l’ouvrage contre toute pollution due au chantier ;
- De limiter l’émission de poussières compte tenu de la proximité de voies maintenues en circulation et la présence d’habitations dans un périmètre rapproché.

Toute conséquence de la non-observation de ces sujétions par le titulaire est à sa charge.

Il est rappelé que le titulaire du marché est réputé en mesure d’estimer les quantités de déchets afin de pouvoir vérifier :

- Les filières de recyclage proches du site pouvant recevoir ces déchets ;
- Les décharges pour déchets inertes pouvant accueillir ces déchets ;
- Les utilisations possibles hors emprise.

Le titulaire doit mettre en œuvre un schéma d’organisation du plan de respect de l’environnement (SOPRE) ainsi qu’un schéma d’organisation et de gestion des déchets (SOGED), selon les modalités définies au chapitre 2 du présent CCTP.

1.7.8. Sécurité et protection de la santé

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

Les modalités d’élaboration des documents relatifs à la sécurité et à la protection de la santé, conformément aux lois en vigueur, sont définies dans le 9.4.3 du CCAP.

1.7.9. Signalisation sur chantiers

La signalisation des installations de chantier sur la voirie locale est à la charge titulaire qui doit en assurer le maintien et l’entretien, en particulier des BT4. (24 h/24 – week-end et jours fériés)

le titulaire titulaire doit soumettre tout projet de signalisation (conformément au volume 3 (VU) du manuel du chef de chantier – type 4-09) à l’acceptation du maître d’œuvre et de l’exploitant.

ARTICLE 1.8. JOURNAL DE CHANTIER

Le titulaire sera tenu de faire établir quotidiennement par un de ses représentants une fiche de chantier où seront indiqués :

- Les travaux et opérations réalisés, avec évaluation des quantités effectuées ;
- Les conditions météorologiques constatées (vent, température, précipitations, etc.) ;
- Les incidents ou détails présentant quelque intérêt du point de vue de la tenue ultérieure des ouvrages, du calcul des prix de revient et de la durée réelle des travaux ;
- Les observations faites et les prescriptions imposées au titulaire sur le plan technique ;
- Les résultats des différents essais et contrôles ;
- Les observations ou prescriptions du maître d’œuvre concernant notamment la sécurité des personnels et des tiers.

À cette fiche, sera annexé, chaque jour, un compte rendu détaillé établi par un représentant titulaire spécialement désigné pour chacun des ateliers, sur lequel seront indiqués par poste de travail :

- Les horaires de travail, l’effectif et la qualification du personnel, le matériel présent sur le chantier et son temps de marche, la durée et la cause des arrêts de chantier, l’évaluation des quantités de travaux effectués chaque jour ;
- Les incidents de chantier et de travaux dont la rémunération n’est, selon l’entreprise, pas prévue dans le bordereau des prix ;
- Tout incident concernant la sécurité ou tout accident matériel ou corporel.

Cette fiche sera annexée au journal de chantier tenu par l’agent de l’administration chargé de la surveillance des travaux.

La non remise des documents, le lendemain avant douze heures, entraîne automatiquement l’application des pénalités prévues à l’article 5.4 du CCAP.

À ce journal pourront être annexés, chaque jour, tous les documents venant en complément des informations consignées dans la fiche de chantier (photographies, résultats d’essais, procès verbaux de constat, etc.).

En outre, pendant l’exécution des travaux, le titulaire devra adresser au maître d’œuvre des rapports « hebdomadaires » donnant :

- L’état d’avancement du chantier comparé à l’état prévu par « le programme d’ensemble » et par « le programme bimensuel » ;
- Le programme bimensuel réajusté.

La non remise des documents entraînera automatiquement l’application des pénalités prévues à l’article 5.4 du CCAP.

CHAPITRE 2. PRÉPARATION ET ORGANISATION DU CHANTIER

ARTICLE 2.1. STIPULATIONS PRÉLIMINAIRES

Le titulaire soumet à l’acceptation du maître d’œuvre toutes les dispositions techniques qui font ne 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.

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

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

ARTICLE 2.2. DOCUMENTS À FOURNIR PAR LE TITULAIRE

(norme NF EN 13670/CN, chapitre 3, 4 du fasc. 65 du CCTG, art. 2.1 du fasc. 66 du CCTG, art. 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,
- Les documents relatifs aux ouvrages provisoires de 2ème catégorie,
- Les documents de suivi du contrôle intérieur dont seul le cadre est soumis à son acceptation,
- Le dossier des ouvrages exécutés.

2.2.2. Liste des documents à fournir

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

- Le programme d’exécution des travaux ;
- Le Plan d’Assurance de la Qualité (PAQ) ;
- Les documents relatifs à la sécurité et à la protection de la santé ;

- Les documents de suivi de contrôle interne ;
- Le programme des études d'exécution ;
- Les documents liés aux propositions matériaux ;
- Le Schéma d'Organisation du Plan de Respect de l'Environnement (SOPRE) accompagné d'un Schéma d'Organisation de la Gestion des Déchets (SOGED) ;
- Les documents de suivi d'exécution et les documents de levée de points d'arrêt, les documents de levée de points d'arrêt environnementaux et les bordereaux de suivi des déchets ;
- Les études d'exécution, ainsi que les notes de calcul et les plans qui s'y rapportent (en version informatique Autocad ou en version papier) ;
- Plans topographiques des zones ;
- Le journal de chantier ;
- les documents nécessaires à la constitution du dossier d'intervention ultérieure sur l'ouvrage.

ARTICLE 2.3. PROGRAMME D'EXÉCUTION DES TRAVAUX

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

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

- Le calendrier prévisionnel des travaux ;
- La description générale des matériels et méthodes à utiliser ;
- Le projet des installations de chantier.

Pour l'établissement du programme d'exécution des travaux et pour l'organisation de son chantier, le titulaire devra tenir compte des contraintes figurant à l'article 1.7 du présent CCTP.

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.

Pour chaque tâche, il indiquera la date prévue pour son achèvement et la marge de temps disponible pour son exécution. Il indiquera les tâches critiques qui conditionnent le délai d'exécution des travaux.

ARTICLE 2.4. SÉCURITÉ ET PROTECTION DE LA SANTE

(art. 28.3 du CCAG-T, loi 93-1418 du 31 décembre 1993 et ses décrets d'application)

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

ARTICLE 2.5. MANAGEMENT DE LA QUALITÉ DES PARTIES EN BETON

(norme NF EN 13670/CN, 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.

ARTICLE 2.6. PLAN QUALITÉ - GÉNÉRALITÉS

(norme NF EN 13670/CN, art.4.2.2 fasc. 65 du CCTG)

2.6.1. Composition générale du Plan Qualité

Le Plan Qualité est constitué :

- De la note d'organisation générale du chantier (NOG), et le cas échéant, des procédures de maîtrise de la qualité qui la complètent,
- Des Plans Qualité des co-traitants et des sous-traitants,
- Des procédures d'exécution,
- Des cadres des documents de suivi d'exécution.
- Du cadre de fiche de non-conformité ;
- Des modalités de demande d’agrément des matériaux, composants et équipements.

Pour les parties en béton, il est conforme à l’article 4.2.2 du fascicule 65.

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

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

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

2.6.2. Points d'arrêt et points critiques

Le titulaire proposera dans son Plan d’Assurance Qualité l’ensemble des points d’arrêt et points critiques nécessaires au bon déroulement des travaux.

Point critique

Un point critique est un point de l’exécution qui nécessite une information préalable du maître d’œuvre, et donne lieu en outre à l’établissement d’un document de suivi (formalisation du contrôle interne). L’intervention du contrôle extérieur n’est pas nécessaire à la poursuite de l’exécution.

La liste des points critiques est présentée par le titulaire dans la note d’organisation générale du Plan d’Assurance Qualité, ils sont rappelés dans les procédures d’exécution concernées.

Point d’arrêt

Au cours de l’exécution des travaux, le maître d’œuvre procédera à des contrôles préalablement définis pour lesquels la poursuite des opérations par le titulaire est subordonnée 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 ;
- à des délais de réponse, délais au-delà desquels le titulaire peut poursuivre l’exécution en l’absence de manifestation du maître d’œuvre.

Aucune indemnité ne pourra être réclamée par le titulaire concernant les retards liés à ces délais.

La liste minimale des points d’arrêt pour chaque tranche comprend d’une part ceux définis dans le tableau ci-après et d’autre part ceux énumérés au fil des articles des chapitres du CCTP. Par ailleurs, des points complémentaires pourront être rajoutés lors de l’élaboration du Plan d’Assurance Qualité.

Dans le cadre des différentes procédures du Plan d’Assurance Qualité, le titulaire récapitulera tous les points d’arrêt ainsi que les délais de préavis associés.

La liste des points d’arrêt est donnée ci-dessous, sauf proposition particulière du titulaire acceptée par le maître d’œuvre ou son représentant.

Phases de travaux	Points d’arrêt	Délais de préavis	Délais de levé
Phase préparatoire	Acceptation du PAQ	5 jours ouvrés	10 jours ouvrés
Exploitation	Définition et acceptation du plan de balisage et signalisation	5 jours ouvrés	10 jours ouvrés
	Définition et acceptation du plan de balisage lourd	5 jour ouvré	10 jour ouvré
Démolition	Définition et acceptation des zones et éléments à démolir	1 jour ouvré	1 jour ouvré
Hydrodémolition	Définition et acceptation des zones à hydrodémolir	5 jour ouvré	5 jour ouvré
	Réception de l’épreuve de convenance d’hydrodémolition avant démarrage des travaux d’hydrodémolition sur l’ouvrage	5 jour ouvré	5 jour ouvré
Étalement et vèrniage	Définition et acceptation des zones et éléments à étayer	1 jour ouvré	1 jour ouvré
	Acceptation de l’épreuve de convenance des scellements d’armatures	2 jour ouvré	1 jour ouvré

Phases de travaux	Points d’arrêt	Délais de préavis	Délais de levé
	Acceptation de l’épreuve de convenance du verinage	2 jour ouvré	1 jour ouvré
Terrassements - déblais/remblais	Définition et acceptation du blindage provisoire (note de calcul)	5 jours ouvrés	10 jours ouvrés
	Implantation du blindage (étais, boutons, profondeur...)	3 jours ouvrés	3 jours ouvrés
	Contrôle de la qualité du compactage, de la répartition de l’effort de compactage	5 jours ouvrés	5 jours ouvrés
	Fond de forme : Contrôle visuel, sondage à la pelle	3 jours ouvrés	3 jours ouvrés
	Matériaux de remblai : contrôle visuel	5 jours ouvrés	5 jours ouvrés
	Réutilisation des remblais : production des Q/S	5 jours ouvrés	5 jours ouvrés
	Réception des remblais : production des Q/S	5 jours ouvrés	5 jours ouvrés
	Végétalisation : réception fournisseur, réceptions produits, définition et acceptation de l’implantation des éléments à mettre en œuvre	5 jours ouvrés	5 jours ouvrés
Ragréage	Définition et acceptation des zones à ragréer	1 jour ouvré	1 jour ouvré
	Réception de l’épreuve de convenance de ragréage	5 jours ouvrés	1 jour ouvré
Bétonnage parements de béton présentant des défauts	Définition et acceptation des zones à réparer par bétonnage	1 jour ouvré	1 jour ouvré
	Réception de l’épreuve de convenance de bétonnage	5 jours ouvrés	1 jour ouvré
Calfeutrement	Définition et acceptation des zones à calfeutrer	1 jour ouvré	1 jour ouvré
	Réception de l’épreuve de convenance de calfeutrement avant démarrage des travaux de	5 jours ouvrés	1 jour ouvré

Phases de travaux		Points d’arrêt	Délais de préavis	Délais de levé
		calfeutrement sur l’ouvrage		
Injection		Définition et acceptation des zones à injecter	1 jour ouvré	1 jour ouvré
		Réception de l’épreuve de convenance d’injection avant démarrage des travaux d’injection sur l’ouvrage	5 jours ouvrés	1 jour ouvré
Implantation	Renfort dalle	Acceptation de l’implantation du tracé en plan et en élévation du renfort sur dalle	5 jours ouvrés	5 jours ouvrés
	Renforts voiles	Acceptation de l’implantation du tracé en plan et en élévation des renforts des voiles	5 jours ouvrés	5 jours ouvrés
	Scellementts	Acceptation du positionnement des scellements après repérage des armatures passives et actives	5 jours ouvrés	5 jours ouvrés
Scellements des armatures en acier		Acceptation de l’épreuve de convenance	2 jours ouvrés	1 jour ouvré
Mise en œuvre des armatures aciers		Contrôle de la mise en œuvre	5 jours ouvrés	1 jour ouvré
		Essai de convenance sur la mise en œuvre.	5 jours ouvrés	1 jour ouvré
Bétonnage		<ul style="list-style-type: none"> • Réception des centrales à béton • Autorisation de réaliser les épreuves de convenance • Acceptation de l’épreuve de convenance • Acceptation de l’élément témoin de convenance • Autorisation de bétonnage d’une partie d’ouvrage 	5 jours ouvrés	5 jours ouvrés
Renforcement par matériau composite		<ul style="list-style-type: none"> • Définition et acceptation des zones à renforcer • Acceptation de l’état de 	5 jours ouvrés	5 jours ouvrés

Phases de travaux	Points d’arrêt	Délais de préavis	Délais de levé
	surface du support (essais d’adhérence) <ul style="list-style-type: none"> • Acceptation de l’élément témoin de convenance (essais d’adhérence) • Réception de la mise en œuvre des armatures composites (contrôle par caméra thermique). 		

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

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.

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

2.6.3. Phases d’établissement et d’application du PAQ

(article 4.2.2 du fascicule 65 du CCTG)

Les documents constituant et appliquant le PAQ sont établis en plusieurs étapes (se reporter au guide pour la « mise en œuvre des Plans d’Assurance de la Qualité » du SETRA de décembre 1991, page 15).

2.6.3.1. À la remise des offres

Remise par le titulaire du cadre du PAQ, des principales dispositions du document d’organisation générale, de la liste des procédures d’exécution prévues.

En particulier :

- L’extrait du manuel « qualité », (c’est-à-dire le manuel d’assurance de la qualité relatif au chantier) ;
- Les principaux responsables du chantier ;
- La liste des principaux sous-traitants (ou exécutants) chargés :
 - Du contrôle des implantations ;
 - De la réalisation des ouvrages provisoires ;
 - Le bureau d’études ;
 - Le bureau des méthodes.
- Les principaux fournisseurs.

2.6.3.2. Avant la signature du marché

- Mise au point du cadre du PAQ ;
- Agrément de la liste des principaux sous-traitants et fournisseurs ;
- La liste des cadres des documents de suivi.

2.6.3.3. Pendant la période de préparation des travaux

- Mise au point du document d’organisation générale ;
- Agrément des principaux sous-traitants et fournisseurs dans les 15 jours après le début de la période de préparation ;
- Établissement des procédures d’exécution et des cadres des documents de suivi (plan de contrôle, fiches de suivi, tableau récapitulatif des contrôles effectués) sauf pour les tâches les plus éloignées lorsqu’elles n’influent pas sur les précédentes et après autorisation du maître d’œuvre ;
- Présentation au maître d’œuvre du plan d’assurance de la qualité du bureau d’études. Une attention particulière sera apportée au contrôle interne et aux interfaces « Entreprise/bureau d’études » et « Entreprise/bureau méthodes » ;
- Le PAQ, dûment complété et comprenant notamment :
 - Liste et type de matériels employés ;
 - Fiches techniques des produits ;
 - Fiches techniques relatives aux équipements ;
 - Épreuves de convenances.
- La réalisation des convenances béton

2.6.3.4. En cours de travaux, mais avant toute phase d’exécution et conformément aux délais prescrits par le marché

- La rectification et compléments éventuels à apporter aux procédures d’exécution et aux cadres des documents de suivi d’exécution correspondants qui ont été mis au point pendant la période de préparation des travaux.

2.6.3.5. Pendant l’exécution

- L’établissement des procédures d’exécution, des cadres des documents de suivi d’exécution correspondants qui n’ont pas été mis au point pendant la période de préparation des travaux et les procédures d’essai et de contrôle à effectuer par le laboratoire ;
- Le renseignement des documents de suivi et remise sur le chantier au maître d’œuvre d’un double, les originaux étant conservés sur le chantier jusqu’à la fin des travaux.

2.6.3.6. À l’achèvement des travaux

- Le regroupement et remise au maître d’œuvre de l’ensemble des originaux des documents « qualité » pour intégration au dossier d’ouvrage (ces documents sont fournis en un seul exemplaire facilement reproductible).

ARTICLE 2.7. NOTE D’ORGANISATION GÉNÉRALE DU CHANTIER

(norme NF EN 13670/CN, art. 4.2.2 du fascicule 65 du CCTG)

La liste et l’organigramme des responsables sur le chantier concernant l’ensemble des entreprises, sous-traitants inclus.

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

- Calendrier de fourniture des documents ;
- Nombre 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.

ARTICLE 2.8. PROCÉDURES D’EXÉCUTION

2.8.1. Liste des procédures d'exécution

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

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

- Procédure générale sur la réception des fournitures, matériaux et composants sur le chantier ;
- Détails des épreuves de convenance (déroulement, moyens humains et matériels mis en œuvre) ;
- Démolition, dépose et évacuation des équipements urbains ;
- Terrassements, exécution des fouilles, gestion du déblai et blindages contre les piédroits ;
- Ragréage et bétonnage de parement en béton ;
- Calfeutrement et injection de fissures dans une surface en béton ;
- Mise en place/déplacement et retrait de balisages lourds ;
- Réalisation et déplacement d’un étalement de soutien ;
- Réalisation de saignées en sous-face de la dalle par hydrodémolition ;
- Mise en œuvre de la régénération de la sous-face de la dalle suite à la réalisation des saignées ;
- Réalisation de cloisons étanches dans la gaine de ventilation ;
- Réalisation de dalle en béton armé sur dalle existante ;
- Réalisation de renfort béton sur piédroit existant ;
- Mise en œuvre de l’enduit d’étanchéité sur voiles.
- Remblaiement et compactage contre les piédroits ;
- Mise en œuvre de matériau composite collé.

2.8.2. Documents annexés aux procédures d'exécution

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

- Le plan de phasage des travaux de 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 à l’entreprise consultables par le maître d’œuvre sur le chantier.

2.8.3. Assurance de la qualité pour les implantations

Le PAQ précise les dispositions adoptées pour respecter les implantations des réparations. Il précise également les dispositions prises pour la conservation des dépôts.

2.8.4. Assurance de la qualité pour le ragréage

Le Plan Qualité définit :

- le mode d’équarrissage,
- le mode de ragréage utilisé.

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

- des documents précis rédigés par le formulateur des produits de ragréage, 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.

2.8.5. Assurance de la qualité pour les produits de ragréage

Le Plan Qualité définit :

- la nature des produits prêts à l’emploi utilisés,
- les caractéristiques répondant aux exigences de performance des produits de ragréage définies au chapitre 3 du présent CCTP.

2.8.6. Assurance de la qualité pour les purges à la lance d’hydrodémolition

Le plan qualité définit :

- les différentes zones à traiter : sous-face de la dalle Nord, surface de la dalle Nord
- les moyens humains et matériels utilisés,
- l’organisation générale de l’atelier d’hydrodémolition
- les principales règles de sécurité,
- les Équipements de Protections Individuels,
- les Équipements de Protections Collectifs (filets à maille fine par exemple,...),

Concernant le traitement de la sous-face et de la surface de la dalle Nord :

- que la méthode de purge est conforme aux Règles de l’Art :
 - aucun morceau non adhérent ne doit être laissé à l’issue des purges,
- que les purges doivent être phasées et réalisées par bandes horizontales transversales de 5cm sur toute la largeur d’une zone (saignées) pour la sous-face de la dalle Nord
- que les zones en dehors des saignées doivent être protégées par l’utilisation d’un guide ou tout autre moyen permettant de maîtriser précisément la largeur des saignées et de les restreindre à 5cm.
- que les profondeurs de purge sont définies par le Maître d’œuvre et que celles-ci doivent être maîtrisées
- que des essais doivent régulièrement avoir lieu pour évaluer la conformité de la profondeur de purge par rapport aux objectifs
- que dans tous les cas les gravats doivent être collectés et les voies circulées en journée doivent être nettoyées avant réouverture en fin de nuit

La procédure comprendra en plus tout ce que le titulaire ou la maîtrise d’œuvre jugeront nécessaire d’ajouter.

2.8.7. Assurance de la qualité pour la régénération par voie projetée

La mise en place du béton par projection devra se faire par du personnel qualifié. Une certification ASQUAPRO (Association pour la qualité de la projection des mortiers et bétons) est demandée. Des portes-lances hautement qualifiés ASQUAPRO sont demandés.

Le plan Qualité définit :

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

Le plan Qualité précise :

- les conditions de réalisation des épreuves,
- 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 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 l’entreprise, en accord avec le maître d’œuvre, doit prendre en compte l’éventualité de résultats négatifs des épreuves nécessitant un ajustement possible sur un des points évoqués ci-dessus et permettre tous les réglages en fonction des paramètres du chantier.

2.8.8. Assurance de la qualité pour les traitements de fissures du béton

Par traitement de fissures, on entend les opérations de calfeutrement et/ou d'injection.

Le Plan Qualité définit :

- la méthode de préparation du support,
- le mode de réparation utilisé,
- la fonction et la nature du contrôle intérieur,
- les références du personnel.

Il 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.

2.8.9. Assurance de la qualité pour les produits de calfeutrement et d’injection de fissures

Le PAQ définit pour *les coulis de ciment* :

- La catégorie, la classe, la sous-classe, la provenance des ciments et le dosage ;
- La nature, le dosage et la provenance des adjuvants si besoin est ;
- Les caractéristiques du sable employé (fiche produit) ;
- La nature des produits prêts à l’emploi utilisés ;
- La méthode d’application.

Le PAQ définit pour *les coulis d’injection* :

- La catégorie, la classe, la sous-classe, la provenance des ciments et le dosage ;
- La nature, le dosage et la provenance des adjuvants si besoin est ;

- Les caractéristiques du sable employé (fiche produit) ;
- La nature des produits prêts à l’emploi utilisés ;
- La méthode d’application.

Le PAQ définit pour *les produits à base de résine synthétique* :

- La catégorie, la provenance et le dosage ;
- La méthode d’application.

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

2.8.10. Assurance de la qualité pour le renforcement par matériaux composites

2.8.10.1. Assurance de la qualité pour l’approvisionnement des matériaux

Le PAQ devra comprendre les pièces suivantes :

- La procédure générale des achats dans l’entreprise ;
- Le bon de commande spécifique à l’achat ;
- Le bon de livraison spécifique à l’approvisionnement des matériaux constitutifs du composite ;
- Les certificats de conformité, par lot, des fournisseurs (matériaux renfort et résines) ;
- L’attestation de provenance des matériaux depuis une fabrication certifiée ISO ou possédant un plan d’assurance qualité particulier.

Bon de commande

Le bon de commande doit comprendre au minimum les renseignements suivants :

- Le nom et l’adresse de livraison ;
- Le nom et l’adresse de l’ouvrage et la partie de l’ouvrage à renforcer ;
- Le numéro de bon de commande ;
- Les dates de commande et de livraison ;
- Les conséquences entraînées par un retard de livraison ou une non-conformité des matériaux ;
- La dénomination et la nature exacte, le conditionnement et la quantité du renforcement commandé (longueur, largeur, épaisseur, poids d’un rouleau et nombre de rouleaux) ;
- La dénomination et la nature exacte, le conditionnement et la quantité des résines commandées. (nombre de composants et poids d’un ensemble ; nombre d’ensembles) ;
- L’accusé de réception de commande ;
- La demande des certificats de conformité.

Bon de livraison

Ce bon de livraison reprendra les même rubriques que le bon de commande. En plus de la conformité du bon de commande au bon de livraison, ce dernier précisera les éléments d’identification et de traçabilité.

Il y sera joint les certificats de conformité (engagement).

Approvisionnement à partir du stock de l’entreprise

Dans ce cas particulier, les ordres internes de commande et de livraisons comporteront les mêmes renseignements que les bons de livraison correspondant en externe.

Le retour des surplus de chantier fera l’objet d’un contrôle visuel de leur état, d’un « bon de retour » indiquant très précisément l’identification des matériaux.

De plus, les renforts entamés verront leur étiquetage complété par la quantité restante, la date de retour et la provenance.

Contrôles à la réception des matériaux

Les points de contrôle à réaliser sont les suivants :

- La conformité des indications entre le bon de commande, le bon de livraison ou de sortie ;
- Magasin et les étiquetages en identité, quantité et numéros de lot ;
- L’état du renfort par contrôle visuel ;
- La date de péremption des résines ;
- L’état des bidons de résine avant utilisation.

Les numéros des produits livrés pour le renforcement sont relevés.

L’ensemble de ces contrôles fera l’objet d’une formalisation écrite.

Non-conformité et action corrective

En cas de non-conformité :

- Les matériaux ne sont en aucun cas utilisés ;
- Une fiche de non-conformité est ouverte ;
- Une action corrective est formulée auprès du fournisseur.

2.8.10.2. Assurance de la qualité vis-à-vis des conditions de mise en œuvre

Pour un chantier donné, les intervenants, les contrôles retenus et leur fréquence sont définis dans un PLAN d’EXÉCUTION et de CONTRÔLE appartenant à l’entreprise applicatrice et sont effectués dans le cadre de l’autocontrôle.

Les contrôles suivants seront formalisés sur des fiches dont le cadre est soumis à l’acceptation du maître d’œuvre.

Constat contradictoire de l’état du support

Ce constat portera sur les points suivants :

- Accessibilité du support :

Il faut vérifier que le support est facilement accessible pour exécuter correctement les opérations de préparation du support et la mise en place du renfort. Il faut contrôler l’absence d’obstacle le long du renfort et notamment à ses extrémités.

- Qualité et résistance du support :

Les éventuels défauts internes (carbonatation, aciers corrodés, taux de chlorures élevé, etc.) doivent avoir fait l’objet d’une étude préalable par des organismes compétents.

En l’absence de contrôle possible du cisaillement, la cohésion superficielle du béton support est évaluée à partir d’essais de traction directe suivant la norme P 18-852, version du 1993-04-01. Elle doit être supérieure ou égale 1,5 MPa en l’absence de justifications particulières, et conforme aux hypothèses prises en compte dans la note de calcul. Le nombre et la location des essais devront être justifiés et seront soumis à l’approbation du maître d’œuvre.

Le béton ne doit pas présenter de dégradation superficielle.

- Continuité de la peau :

Le support qui reçoit le renfort doit être continu. Il ne doit pas comporter de corps étranger, de zones ségrégées, d’excroissance, de cavité, de bullage important, de fissure d’ouverture supérieure à 0,3 mm, d’arête ou d’angle rentrant ne respectant pas les prescriptions de la fiche technique du procédé.

- Planéité du support :

La planéité du support doit être conforme à celle d’un parement simple selon les critères du fascicule n°65.

Les tolérances sur les points singuliers et les courbures sont conformes aux spécifications des kits concernés.

- Humidité du support :

Avant la mise en œuvre du procédé, le support ne doit comporter ni ruissellement, ni zone humide brillante et son éventuelle humidité doit être contrôlée (cf. §4.3.5).

Conditions climatiques ou d’environnement

Il faut s’assurer que l’ensemble des matériaux ne soit pas exposé à la pluie ou à la poussière (vent, préparation du support, présence d’autres corps d’état, etc.).

Pour permettre la bonne adhérence et polymérisation de l’adhésif, les paramètres suivants sont contrôlés :

- La température du support doit être supérieure à + 5 °C et inférieure à la température maximale mentionnée sur la fiche technique du kit ;
- Si l’hygrométrie est inférieure à 80 %, le risque de condensation est faible. On vérifie en début de journée que la température du support dépasse de 3° C celle du point de rosée ;
- Si l’hygrométrie est supérieure à 80 %, le risque de condensation est élevé et on effectue la mesure toutes les heures ou on procède à un enregistrement en continu muni d’un système d’alarme.

2.8.10.3. Assurance de la qualité lors de la mise en œuvre

Généralités

Un essai de convenance est réalisé sur une zone témoin de l'ouvrage, avec les quantités de résines à mélanger en fonction de la mise en œuvre et des conditions climatiques précisées dans le système qualité de l'entreprise. Cet essai sert à vérifier entre autres que le conditionnement des résines est adapté au chantier.

Après l'ouverture des conditionnements, il convient de vérifier que la coloration des composants est celle décrite par le fabricant.

En fin de mélange des composants, préalablement stockés selon les recommandations du fabricant, on vérifie l'homogénéité de la teinte par l'absence de marbrures.

Un prélèvement conservatoire de résine d'une épaisseur d'au moins 3 mm est réalisé pour vérifier l'évolution de la dureté shore D à 48 heures et à 7 jours.

Mise en œuvre d'un plat carboné

Préalablement à l'encollage du plat, il convient de vérifier que le marquage de ce dernier sera visible après application.

Le double encollage permet le maintien du plat dès son application.

Lors du marouflage à la roulette, un cordon continu de résine doit apparaître de part et d'autre du plat.

Mise en œuvre d'un tissu imprégné

L'épaisseur de la couche d'encollage sur le support sera contrôlée à l'aide d'un peigne d'épaisseur (possibilité aussi de faire le rapprochement entre la quantité de résine utilisée et la surface couverte).

Selon le procédé, la face à coller doit être identifiée.

Un contrôle visuel doit permettre de s'assurer :

- Du bon ressuage de la résine au travers et sur les côtés de la bande de tissu, lors du marouflage au rouleau débulleur ;
- De la bonne imprégnation du tissu (brillance à contre jour par exemple).

Mise en œuvre d'un tissu sec

On vérifie l'épaisseur de la couche d'encollage déposée sur le support au moyen d'une jauge d'épaisseur pour produit visqueux et le sens de pose du tissu.

Après marouflage au rouleau sec, la résine doit ressuer légèrement au travers du tissu (état poisseux).

La couche de fermeture écrasée à la spatule lisse doit avoir un aspect uniforme.

Dans les conditions limites d’application, un échantillon réalisé sur une plaque démoulante peut être conservé dans les conditions du site pour vérifier les caractéristiques du composite après durcissement (éprouvettes de contrôle).

2.8.10.4. Assurance de la qualité après polymérisation de la résine

Éprouvettes de contrôle

Conformément aux prescriptions du paragraphe 4.3.7, des éprouvettes de contrôle seront confectionnées en même temps que les travaux de renforcement de la structure (pour avoir des conditions de température et d’humidité identiques).

Ces éprouvettes doivent permettre de réaliser des essais spécifiques en laboratoire pour contrôler les principales performances techniques du renforcement, suivre leur évolution avec le temps, et s’assurer qu’elles sont conformes aux hypothèses prises en compte dans les notes de calcul.

Autres contrôles

Les contrôles suivants seront effectués :

- Mesure de la dureté shore D de la résine à 48 heures et à 7 jours pour juger de l’étude de réticulation du système mis en place ;
- Contrôle sonique par légers tapotements au moyen d’un maillet en bois ou en plastique ;
- Les zones sonnantes creux seront repérées par cerclage au crayon indélébile ;
- Vérification de l’existence et de la visibilité d’un indicateur signalant la présence d’un renfort.

2.8.11. Maîtrise de la conformité pour les parements

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

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

2.8.12. Maîtrise de la conformité des bétons

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

2.8.12.1. Nature et qualité des différents constituants

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

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

- leur provenance,
- leurs caractéristiques :

- 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+A1),
- 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 P18-594, FD P 18-542 et mode opératoire LPC n°37),
- sensibilité au gel-dégel (normes NF EN 1097-6 et NF EN 1367-1).

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

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

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

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 le LCPC en août 2007.

Alcali-réaction

Dispositions concernant le dossier d'étude des bétons

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

Si les granulats ne bénéficient pas du droit d'usage de la marque NF-Granulats mais si le producteur de granulats dispose d'un dossier carrière élaboré conformément aux prescriptions du document intitulé "Guide pour l'élaboration du dossier carrière" édité par le LCPC en juin 1994 et approuvé par le maître d'œuvre, le dossier d'étude des bétons doit contenir les extraits du plan qualité du producteur permettant de certifier la qualification vis-à-vis de l'alcali-réaction des granulats utilisés. Ces documents sont accompagnés des résultats des contrôles 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 P18-594 sont joints au dossier d'étude des bétons.

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

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

Dispositions concernant les procédures de bétonnage

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

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

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

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

Ces essais doivent être conduits sur la formule modifiée.

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

2.8.12.3. Mise en œuvre du béton sous conditions climatiques extrêmes

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

2.8.13. Maîtrise de la qualité pour les armatures de béton armé

(norme NF EN 13670/CN, art. 6.6 du fasc. 65 du CCTG)

Les dispositions en matière de maîtrise de 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 Plan Qualité précise leurs caractéristiques et leur provenance.

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

2.8.14. Maîtrise de la conformité pour les ouvrages provisoires - étaielements

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

2.8.14.1. 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.

Selon l'article 51 du fascicules 65 du CCTG, les ouvrages provisoires sont classés selon leur fonction:

- Les étaielements destinés à supporter ou à soutenir la structure en cours de réalisation,
- Les matériels spéciaux liés aux procédés d'exécution prévus, à l'exclusion des engins de manutention,
- Les échafaudages de service et plate-formes de travail, qui sont destinés à supporter seulement les déplacements du personnel, du matériel et des matériaux,
- Les dispositifs de protection vis-à-vis des risques de chutes d'éléments ou de matériels, et des risques de chocs accidentels.

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.

Le projet doit faire apparaître clairement la conception en ce qui concerne les descentes de charges, les contreventements, le montage et le démontage, il doit également faire apparaître et justifier les profils utilisés, avant et après déformation, tant du point de vue de la conformité et de l'aspect de l'ouvrage fini que du comportement mécanique de l'ouvrage provisoire et de l'ouvrage lui-même.

Les ouvrages provisoires sont dimensionnés en prenant en compte tout le poids de la structure à exécuter sans faire appel à la résistance d'aucune partie de celle-ci. Il faut 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.

2.8.14.2. Dessins des ouvrages provisoires

(art 5.1.4.2 du fasc. 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.

2.8.14.3. Règles de calcul

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

2.8.15. Maîtrise de la conformité pour les opérations de vérinage

Le titulaire soumet à l'acceptation du maître d'œuvre la désignation d'un "chargé des opérations de vérinage" appelé COV par la suite. Le COV est intégré à l'équipe titulaire dans les mêmes conditions que celles définies pour un "chargé des ouvrages provisoires" (COP) au sens des articles 51 et suivants du fascicule 65.

Le COV a la responsabilité :

- de la coordination des opérations nécessaires au bon déroulement de l'opération, qu'il s'agisse de conception, d'exécution ou de sécurité du personnel et des tiers.

- du contrôle interne pour les opérations de vérinage
- du visa des notes de calcul, plans et procédures avant information du maître d'œuvre
- de l'établissement d'un document de suivi attestant de la conformité des produits et matériels fournis
- de la bonne exécution de l'opération de vérinage et dévérinage

Le rôle de COP et de COV peut être attribué à une même personne si ses compétences le justifient et après accord du maître d'œuvre.

La procédure de vérinage doit expliciter :

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

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

ARTICLE 2.9. PLAN DE RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT

Pendant la période de préparation, le titulaire soumet au visa du maître d'œuvre un Plan de Respect de l'Environnement conforme au 4.2.3 du fascicule 65 du CCTG. Il comprend notamment une composante "déchets" qui décrit de manière détaillée :

- Les méthodes qu'il va employer pour ne pas mélanger les déchets ;
- Les méthodes qu'il va employer pour ne pas rejeter et disperser les déchets, notamment espèces invasives ou polluantes, dans la nature ;
- Les centres de stockage ou centres de regroupement ou unités de recyclage vers lesquels sont acheminés les différents déchets à éliminer ;
- Les moyens de contrôle, de suivi et de traçabilité qu'il va mettre en oeuvre pendant les travaux.

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

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

ARTICLE 2.10. DOCUMENTS DE SUIVI D'EXÉCUTION

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

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

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

ARTICLE 2.11. 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.

ARTICLE 2.12. ÉTUDES D'EXÉCUTION - GÉNÉRALITÉS

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

Les études d'exécution comprennent :

- Une note définissant les bases des études d'exécution ;
- Une étude de complément géotechnique type mission G3 pour les sols à terrasser;
- Un dossier d'étude de l'ouvrage comprenant notamment un recalcul des zones 1 à 3 de l'ouvrage ;
- Les documents d'exécution des ouvrages définitifs : notes de calculs et plan d'exécution pour toutes les réalisations prévues dans le cadre du marché.

L'entreprise a notamment la charge de refaire les plans des ouvrages à partir des données topométriques faites à partir des relevés exécutés en début de période de préparation.

L'entreprise est invitée à s'inspirer dans la mesure du possible des principes exposés dans les plans de renforcement joints au marché.

Il est précisé que les aciers en place au niveau des piédroits centraux en partie haute sont à ne pas prendre en compte dans le fonctionnement à terme de la structure.

Un calcul type butonnage est attendu pour les terrassements/blindages, en considération des poussées du sol et de la tenue de la structure attenante.

Il est attendu de l'entreprise qu'elle justifie par le calcul et dans le respect des clauses imposées au marché :

- les procédés proposés (renforts horizontaux par composite, renforts verticaux type béton armé) ;
- les détails d'exécution des renforts (ancrage des renforts...) ;
- les quantités/qualités et dimensions des renforts composite ou béton armé...

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.

ARTICLE 2.13. BASES DES ÉTUDES D'EXÉCUTION

(art 4.2.1.2 du fasc. 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.

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

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

ARTICLE 2.14. TEXTES RÉGLEMENTAIRES ET RÈGLEMENTS DE CALCUL

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

- les normes NF EN 1990 et NF EN 1990/A1 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1990/NA et NF EN 1990/A1/NA,
- les normes NF EN 1991-1-1, NF EN 1991-1-3 et son amendement A1, NF EN 1991-1-4 et ses amendements A1, NF EN 1991-1-5, NF EN 1991-1-6 et NF EN 1991-1-7 et son amendement A1 ainsi que leurs annexes nationales, les normes NF EN 1991-1-1/NA (NF P06-111-2), NF EN 1991-1-3/NA et son amendement A1, NF EN 1991-1-4/NA et ses amendements A1,A2,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 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 P18-717 d'application des normes NF EN 1992,
- les normes NF EN 1993-1-1 et son amendement A1, NF EN 1993-1-5 et son amendement A1, 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 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 A1, NF EN 1998-2 et ses amendements A1 et 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 »,
- la circulaire n° R/EG3 du 20 juillet 1983 : "Transports exceptionnels, définition des convois types et règles pour la vérification des ouvrages d'art" publiée par la Direction des Routes.

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 d'armatures dans le béton armé doivent respecter les recommandations du fascicule FD P 18-823.

ARTICLE 2.15. COMBINAISONS D'ACTIONS

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

L'évaluation de l'ouvrage et le dimensionnement des renforcements a été effectué par le maître d'œuvre à partir des combinaisons d'actions données à titre d'information dans le présent paragraphe. Le recalcul complet de l'ouvrage (zones 10 et 11) est à la charge du titulaire.

2.15.1. Rappel des notations adoptées

Actions générales

- **G_k** : effet du poids propre et des superstructures, considérés avec leur valeur caractéristique ;
- **T_k** : effet de la température considérée avec sa valeur caractéristique ;
- **LM1-cr** : effet du modèle LM1 de la norme NF EN 1991-2 considérés avec sa valeur caractéristique ;
- **LM1-fq** : effet du modèle LM1 de la norme NF EN 1991-2 considérés avec sa valeur fréquente.

Les effets du retrait et du fluage du béton ne figurent pas dans les combinaisons explicitées ci-dessous pour en simplifier le formalisme mais sont bien à prendre en compte dans tous les états limites avec une pondération unité.

L'ensemble des éléments et hypothèses d'études sont détaillés dans les APROA.

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

2.15.2.1. En exploitation, combinaisons caractéristiques

le titulaire considère les combinaisons d'actions suivantes :

$$G_k + (TS + UDL + q_{fk}) + 0.6 T_k$$

$$G_k + (0,75 TS + 0,4 UDL + 0,4 q_{fk}) + T_k$$

2.15.2.2. En exploitation, combinaisons fréquentes

le titulaire considère les combinaisons d'actions suivantes :

$$G_k + (0,75 TS + 0,4 UDL + 0,4 q_{fk}) + 0,5 T_k$$

$$G_k + 0,6 T_k$$

2.15.2.3. En exploitation, combinaisons quasi permanentes

le titulaire considère la combinaison d'actions suivantes :

$$G_k + 0,5 T_k$$

2.15.3. Combinaisons d'actions à l'état limite ultime de résistance**2.15.3.1. Combinaisons fondamentales, en exploitation**

le titulaire considère les combinaisons d'actions suivantes :

$$1,35 G_{k,sup} + G_{k,inf} + 1,35 (TS + UDL + q_{fk})$$

$$1,35 G_{k,sup} + G_{k,inf} + 1,35 \times (0,75 TS + 0,4 UDL + 0,4 q_{fk}) + 1,5 T_k$$

ARTICLE 2.16. ACTIONS ET SOLLICITATIONS**2.16.1. Charges permanentes****2.16.1.1. Poids propre des structures**

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

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

- Poids volumique du béton armé : 25 kN/m³.

2.16.1.2. Poids propre des équipements et de l'enrobé

Le poids des équipements et de l'enrobé est évalué en fonction des plans du dossier de l'ouvrage.

2.16.1.3. Retrait et fluage

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

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

Celles-ci sont déterminées à l'aide d'un calcul scientifique, c'est-à-dire tenant compte des lois d'évolution des matériaux en fonction du temps. Les effets du fluage sont évalués sous charges permanentes et avec la valeur moyenne de la précontrainte.

2.16.2. Charges d’exploitation

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

L’ouvrage à réparer est un pont route. Il supporte un trafic de classe 2 au sens de l’article 4.2.2 des normes NF EN 1991-2 et NF EN 1991-2/NA. La largeur de sa chaussée, telle que définie par l’article 4.2.3 de ces normes, est de 8,50 m.

2.16.3. Actions thermiques

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

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

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

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

Les APROA présentent des analyses des effets thermiques sur l’ouvrage.

ARTICLE 2.17. JUSTIFICATION DES RENFORCEMENTS

Les justifications des renforcements sont menées en se basant sur les recommandations du guide CEREMA « conception des réparations structurales et des renforcements des ouvrages d’art » de février 2016 et avec les hypothèses complémentaires exposées dans le présent CCTP.

2.17.1. Classes d’exposition et enrobages des aciers passifs

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

Le tableau ci-dessous précise les classes d’exposition des différents parements de la TC au sens des normes NF EN 206/CN, NF EN 1992-1-1, NF EN 1992-1-1/NA, NF EN 1992-2 et NF EN 1992-2/NA ainsi que l’enrobage des aciers passifs associés à ces parements.

Parement	Classe d’exposition	Enrobage des aciers passifs
Dalle de renfort	XC4	30 mm
Voiles de renfort piédroits	XC4	30 mm

2.17.1.1. Caractéristiques des matériaux en place

- Béton :
 - Densité = 2,50 t/m³

- Résistance à la compression $f_{ck} = 30 \text{ Mpa}$
- Aciers passifs :
 - Aciers : $f_{yk} = 420 \text{ Mpa}$

Pour rappel des prélèvements d'aciers sur l'ouvrage, accompagnés d'essais mécanique sur ces derniers permettront d'établir avec précisions la valeur f_{yk} à considérer.

2.17.1.2. Coefficients de calcul

- Béton :
 - $\Theta = 1$ (durée d'application supérieur à 24 heures)
 - $\gamma_b = 1,5$ (1,15 cas accidentel)
- Aciers :
 - $\gamma_s = 1,15$ (1 cas accidentel)

2.17.1.3. Règles de cumul des aciers

Pour la détermination de la section globale d'acier requise dans une section $A_{sup} + A_{inf}$, le cumul des aciers dus à l'effort tranchant, à la torsion, à la diffusion et à la flexion transversale sera effectué conformément à la règle exposée pages 172 et 173 du guide SETRA « Eurocode 2 » de juillet 2008.

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

ARTICLE 2.18. 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.

ARTICLE 2.19. DOSSIER DES OUVRAGES EXÉCUTES

(art. 40 du CCAG-T, norme NF EN 13670/CN, 4.2.4.2 du fasc. 65 du CCTG)

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

Il comprend en outre :

- Le programme et le calendrier réel d'exécution des travaux ;
- La documentation établie en cours d'exécution, conformément au 4.2.4.1 du fasc. 65 du CCTG ;
- Le journal de chantier ;
- Un rapport récapitulant l'ensemble des incidents du chantier et les calculs éventuels et actions correctives auxquels ils ont donné lieu ;
- Le PAQ accompagné de tous les résultats des contrôles épreuves et essais divers ;
- Plans et notes de calculs mis à jour ;
- Les procès-verbaux de réception des matériaux accompagnés des fiches produits ;
- Les procès-verbaux des essais, mesures et constatations ;
- 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 ;
- Le dossier photographique du chantier.

CHAPITRE 3. PROVENANCE, QUALITÉ ET PRÉPARATION DES MATÉRIAUX

ARTICLE 3.1. GÉNÉRALITÉS

(art. 21 à 25 du CCAG-T)

Il est rappelé que conformément au décret n°84.74 du 26 janvier 1984 relatif au statut de la normalisation qui a été modifié par les décrets n°90-653 du 18 juillet 1990 et 93-1235 du 15 novembre 1993, lorsqu’il est fait référence dans le présent marché à des normes françaises non issues de normes européennes, des normes étrangères en vigueur dans un État membre de l’Union Européenne ou de l’Espace Économique Européen peuvent être applicables sous réserve qu’elles soient reconnues équivalentes. Les mêmes principes peuvent s’appliquer lorsqu’il est fait référence à la marque d’un organisme certificateur agréé français ou à un agrément technique français.

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

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

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

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

- Aux résultats du contrôle intérieur qui porte sur leur identification (comparaison des bordereaux de commande et de livraison), sur l’examen des certificats de conformité ou d’agrément, sur des contrôles visuels et géométriques, sur leur conformité aux spécifications s’ils font l’objet d’essais spécifiques en usine sur le site de production ou lors de la réception sur le chantier et sur les conditions de transport, manutention et stockage. Le tout respectant les dispositions des normes, textes réglementaires et contractuels et le marché ;
- Aux résultats du contrôle extérieur.

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

- S’assurer de l’exercice du contrôle interne ;
- Exécuter les essais qu’il juge utiles ;
- Faire procéder à des prélèvements conservatoires.

En cas d’anomalies constatées sur les matériaux, produits composants et équipements avant leur mise en place dans l’ouvrage au niveau du contrôle intérieur ou dans le cadre du contrôle extérieur, il est fait application des articles 39 et 44 du CCAG.

Les différents matériaux, composants ou équipement, entrant dans la composition des ouvrages ou présentant des incidences sur leur aspect définitif, sont proposés par le titulaire et soumis à l'agrément du maître d'œuvre. Le plan d'assurance qualité (PAQ) définira les modalités de présentation à l'acceptation du maître d'œuvre lorsqu'elles ne sont pas fixées au marché. Le titulaire devra soumettre au maître d'œuvre les provenances des matériaux proposés dans un délai maximum de quinze jours avant leur mise en œuvre. Dans ce même délai, le titulaire devra fournir les noms et adresses de tous les fournisseurs, et s'assurer qu'aucun approvisionnement ne se fait sans l'accord préalable écrit du maître d'œuvre. Le titulaire ne pourra modifier la provenance des matériaux sans l'autorisation du maître d'œuvre.

Le PAQ précisera les conditions d'exécution de l'identification des matériaux.

Pour les fournitures visées par le fascicule 65 du CCTG, le PAQ doit rappeler ou définir les catégories, nuances et provenances des différents matériaux, produits ou composants et en préciser les modalités de contrôles. Pour les fournitures non visées par le fascicule 65 du CCTG, les stipulations de l'article 35 du dit fascicule restent applicables.

Conformément à l'article 38 du CCAG les essais et contrôles des ouvrages définis dans le marché sont à la charge titulaire.

Enfin, les matériaux, fournitures ou éléments de construction qui, bien qu'acceptés au lieu de provenance, seraient reconnus défectueux sur le chantier seront refusés et remplacés au frais du titulaire.

3.1.1. Conformité aux normes, marques et avis techniques français

(recommandations T1-99 et art. 23.2 et 24.2 du CCAG-T)

3.1.1.1. Possibilités d'équivalence

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

Conformément à l'article 23.2 du CCAG-T, le titulaire peut proposer d'autres matériaux ou produits à condition d'une part, qu'ils soient conformes à des normes en vigueur dans d'autres Etats parties à l'Accord sur les marchés publics de l'Organisation mondiale du commerce et d'autre part, qu'ils soient acceptés par le maître d'œuvre, ce dernier restant seul juge de l'équivalence.

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

Conformément à l'article 24.2 du CCAG-T, le titulaire peut proposer d'autres matériaux, produits ou services à condition que ceux-ci bénéficient d'une attestation délivrée par un organisme établi dans l'Espace économique européen et accrédité selon 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 European co-operation for Accreditation (EA), coordination européenne des organismes d'accréditation. Ces matériaux,

produits ou services doivent également être acceptés par le maître d'œuvre, ce dernier restant seul juge de l'équivalence.

3.1.1.2. 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.

ARTICLE 3.2. REMBLAIS DES FOUILLES ET REMBLAIS CONTIGUS AUX OUVRAGES

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

3.2.1. Origine des remblais des fouilles et des remblais contigus

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

Quels que soient les matériaux, le titulaire soumettra à l'approbation du maître d'œuvre leur nature et leur provenance.

3.2.2. Spécifications applicables aux remblais provenant d'apports extérieurs

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

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

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

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

- Une valeur de R_c après 14 jours de cure et 14 jours d'immersion supérieure ou égale à 0,7 MPa ;
- Une valeur de R_c à 2 jours supérieure ou égale à 0,1 MPa ;
- Une vérification de l'aptitude au traitement par essai d'aptitude ;
- Dans le cas d'un traitement à la chaux seule, un rapport $CBRI/IPI$ supérieur ou égal à un ;
- Une mesure de la cohésion et de l'angle de frottement à long terme (c' et f') déterminés à l'essai triaxial drainé ou éventuellement à la boîte de Casagrande.

ARTICLE 3.3. REPÈRES DE NIVELLEMENT

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

ARTICLE 3.4. TRAITEMENT DE SURFACE

(art. 8.8.3 du fasc. 65 CCTG)

L'ensemble des parements horizontaux et verticaux en béton au contact avec les terres et remblais seront obligatoirement protégés par un badigeon (enduit d'étanchéité).

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

ARTICLE 3.5. PRODUITS POUR LES RAGRÉAGES

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

3.5.1. Critères d'appréciation de la qualité du produit proposé

Les produits utilisés doivent être marqués CE conformément à la norme NF EN 1504-3 et bénéficier de la marque NF-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 :

- résistance à la compression selon la norme NF EN 12190 : elle doit être supérieure ou égale à 45 MPa
- teneur en ions chlorures déterminée selon la norme NF EN 1015-17 : elle doit être inférieure ou égale à 0,05%
- adhérence mesurée sur un support de référence (défini par la norme NF EN 1766) MC(0,40) selon la norme NF EN 1542 : elle doit être supérieure ou égale à 2,0 MPa
- module d'élasticité mesuré selon la norme NF EN 13412 : il doit être supérieur ou égal à 20000 MPa

- absorption capillaire mesurée selon la norme NF EN 13057 : elle doit être supérieure ou égale à $0,5 \text{ kg.m}^{-2}.\text{h}^{-0.5}$
- 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)
- 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 2,0 MPa

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

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+.

Des produits ou systèmes de produits équivalents aux deux familles citées ci-dessus peuvent être utilisés selon les prescriptions de l'article 3.1.1 du présent CCTP.

Les produits proposés par le titulaire doivent être compatibles avec les différents produits prévus dans le présent CCTP.

Les produits ou systèmes de produit proposés par le titulaire doivent avoir des références dans des domaines d'utilisation analogues.

3.5.2. Approvisionnement et conditionnement

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

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

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

3.5.3. Contrôle extérieur

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

ARTICLE 3.6. PRODUITS DE TRAITEMENT DE FISSURES DU BETON

(NF P 95-103, NF EN 1504-5, NF EN ISO 11600 et NF DTU 44.1 P1)

3.6.1. Critères d'appréciation de la qualité des produits ou systèmes de produits proposés

3.6.1.1. Les produits pour injection

(NF P 95-103, NF EN 1504-5)

Caractéristiques des produits

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 et cachetage sont soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

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). Il doit être de classe F1, définie 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 1,
- le produit d'injection doit pouvoir être utilisé aux températures minimale et maximale suivantes : + 5 °C et inférieure à la température ambiante à la période considérée,
- le produit d'injection doit pouvoir être utilisé pour les fissures non soumises à des mouvements quotidiens supérieurs ou soumis à des mouvements inférieurs 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.

Les produits d'injection doivent subir des cycles thermiques et d'humidification séchage. 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⁺.

3.6.1.2. Les produits pour calfeutrement

(NF P 95-103, NF EN ISO 11600 et NF DTU 44.1 P1)

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 la norme homologuée en trois parties NF DTU 44.1 P1.

Les produits mis en œuvre doivent calfeutrer efficacement des fissures présentant les caractéristiques présentées dans le dossier relatif aux inspections détaillées, fournie aux entreprises.

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.

3.6.2. 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 de la conformité

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.

3.6.3. 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.

ARTICLE 3.7. PRODUITS DE SCCELLEMENT, DE CALAGE, DE RAGRÉAGE, DE BOUCHAGE ET DE REPROFILAGE

Ces produits prêts à l'emploi sont destinés aux opérations de :

- Scellement d'armatures de béton armé sur les traverses et toute paroi verticale et horizontale pour les liaisons des renforts ou pour le remplacement d'armatures dans les zones réparées ;
- Ragrèages des surfaces (épaufures, nids de cailloux, etc.) ;
- Bouchage des défauts très locaux, inférieurs à 5 cm², (« bouche-pores ») ;
- Reprofilage des surfaces.

Les produits de scellement et de calage utilisés peuvent être à base de liants hydrauliques ou de résines synthétiques. Ils bénéficient :

- Soit du marquage CE conformément à la norme NF EN 1504-6 ;
- Soit du droit à l'usage de la marque NF 030 « Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique ».

Les produits de scellements proposés doivent justifier d'une tenue au feu (d'une température de 200°C pour les scellements réalisés depuis l'intérieur du tunnel ou de la gaine de ventilation, et d'une température de 100°C pour ceux réalisés depuis la surface de la structure).

Le produit de ragréage est un mortier de réparation à base de liant hydraulique et compatible avec le procédé. Il bénéficie :

- Soit du marquage CE conformément à la classe R4 de la norme 1504-3 ;
- Soit du droit à l'usage de la marque NF 030 de classe 3 mesuré selon les normes P18-858 et P18-859.

Les produits de reprofilage et de bouchage sont compatibles avec le procédé. Ils bénéficient :

- Soit du marquage CE conformément à la classe R4 de la norme 1504-3 ;
- Soit du droit à l'usage de la marque NF 030 de classe 3 mesuré selon les normes P18-858 et P18-859.

le titulaire soumet les produits à l'acceptation du maître d'œuvre.

ARTICLE 3.8. ACIERS POUR BÉTON ARMÉ

(normes NF EN 13670/CN, chapitre 6.1, 6.2 et 6.3 du fasc. 65 du CCTG, normes NF A 35-015, NF A35-080-1 et NF A35-080-2)

3.8.1. Exigences générales

(normes NF EN 13670/CN)

Les armatures de béton armé utilisées pour la construction de l'ouvrage doivent respecter les exigences générales définies dans les normes NF EN 13670 et NF EN 13670/NA.

Pour l'application du 6.2 (1) de la norme NF EN 13670, les armatures à haute adhérence sont conformes à la norme NF A35-080-1 et sont de nuance B 500B au sens de celles-ci.

Les armatures lisses sont conformes à la norme NF A 35-015.

Les treillis soudés sont conformes à la norme NF A35-080-2.

Pour l'application du 6.4 (1) de la norme NF EN 13670, toutes les armatures de béton armé utilisées sont soudables. Le recours à des armatures conformes aux spécifications de la norme NF A 35-017 est ainsi interdit.

3.8.2. Exigences complémentaires

(chapitres 6.1, 6.2 et 6.3 du fasc. 65 du CCTG)

Outre les exigences générales définies ci-dessus, les armatures de béton armé doivent respecter certaines exigences complémentaires. Celles-ci sont constituées par toutes les exigences des chapitres 6.1, 6.2 et 6.3 du fascicule 65 du CCTG ne contredisant pas celles des normes NF EN 13670 et NF EN 13670/NA et par les exigences définies ci-dessous.

3.8.2.1. Généralités

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

3.8.2.2. Treillis soudés

(norme NF A35-080-2)

L’utilisation de treillis soudés ou de fils tréfilés est interdite.

3.8.2.3. Ronds lisses

(norme NF A 35-015)

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

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

3.8.2.4. Armatures à haute adhérence

(norme NF A35-080-1)

Toutes les armatures à haute adhérence sont conformes à la norme NF A35-080-1 et sont de la nuance B 500B au sens de celle-ci.

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 6 m.

3.8.3. Les produits de scellement des armatures

(NF EN 1504-6, ETAG 001)

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

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

- L'essai d'arrachement conduit selon la norme NF EN 1881 conduit à un déplacement de la barre inférieur à 0,6 mm pour une charge de 75 kN ;
- L'ATE doit indiquer que les performances sont remplies y compris pour les chargements dynamiques ;
- 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 vitreuse mesurée selon la norme NF EN 12614 doit être supérieure ou égale à 200 °C pour les scellements depuis l'intérieur du tunnel ou de la gaine de ventilation
- La température vitreuse mesurée selon la norme NF EN 12614 doit être supérieure ou égale à 100 °C pour les scellements depuis la surface de la structure.
- L'essai de fluage en traction selon la norme NF EN 1544 doit conduire à un déplacement de la barre inférieur ou égal à 0,6 mm au bout de 3 mois, après application continue d'une charge de 50 kN.

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

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

Les produits mis en œuvre doivent être soumis à l'agrément du maître d'œuvre. Une convenance devra être réalisée par l'entreprise.

ARTICLE 3.9. BÉTONS ET MORTIERS HYDRAULIQUES

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

3.9.1. Généralités sur la définition des bétons

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

3.9.1.1. Exigences générales

(normes NF EN 13670/CN)

Les bétons utilisés dans la construction de l'ouvrage doivent respecter les exigences définies dans les normes NF EN 13670/CN. Pour l'application du 8.1 (1) de la norme NF EN 13670, les bétons sont spécifiés en conformité avec la norme NF EN 206/CN.

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.

3.9.1.2. Exigences complémentaires

(art. 8.1 du fascicule 65 du CCTG)

Outre les exigences générales définies ci-dessus, le béton doit respecter certaines exigences complémentaires. Celles-ci sont constituées par toutes les exigences du chapitre 8 du fascicule 65 du CCTG ne contredisant pas celles des normes NF EN 13670/CN et par les exigences définies ci-après et dans le sous-article « Définition des bétons ».

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. Par dérogation au fascicule 65 du CCTG, les désignations, les classes d'exposition, la classe de résistance au sens de la norme NF EN 206/CN, le dosage en liant, les destinations et les caractéristiques complémentaires exigées des différents bétons 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 15 (article 5.2.8) de la norme NF EN 206/CN.

3.9.2. Définition des bétons

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

Les spécifications destinées à assurer la durabilité du béton sont celles données dans la norme NF EN 206/CN et le fascicule 65 complétées par les indications des articles suivants en fonction des classes d'exposition des différentes parties d'ouvrage.

3.9.2.1. Bétons

Parties d'ouvrage	Classes d'exposition	Classe de résistance	Teneur minimale en liant équivalent vis-à-vis de la durabilité (1) (2)	Nature du ciment vis-à-vis de la durabilité	Caractéristiques complémentaires du ciment vis-à-vis de la durabilité	Eeff/Leq vis-à-vis de la durabilité (8)	Caractéristiques complémentaires (3)
Restauration de la structure	XC4	C30/37	300		CP (4)	0,55	RAG Bs
	XD3						
	XF2						
Dalle de	XC4	C40/45	350		CP (4) PM ou	0,45	RAG LCH

renfort	XD3 XF2				ES (10)		LRE Bs EQP
Renforts des piédroits	XC4 XF2 XD3	C40/45	350		CP (4) PM ou ES (10)	0,45	RAG LCH Bs EQP

Le maître d’œuvre vérifiera que les caractéristiques de porosité, perméabilité et diffusion des chlorures sont inférieures aux seuils suivants à 28 jours. Tout dépassement pourra entraîner un refus d’emploi.

Caractéristiques pour le béton :

- Béton sans retrait ;
- Classe d’affaissement : S4 ;

Les mortiers utilisés respectant les exigences de retrait et de prise lente ainsi que les classes d’exposition conviennent.

3.9.2.2. Mortiers

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

3.9.2.3. Commentaires concernant les spécifications fournies dans les tableaux précédents

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

(2) Les teneurs minimales en liant équivalent étant définies pour $D_{\max} = 20$ mm, la quantité de liant équivalent à ajouter ou à déduire en pourcentage de la valeur indiquée en fonction de la dimension nominale supérieure du plus gros granulat exprimée en mm est +10 % pour $D < 12,5$ mm, +7,5 % pour $D = 14$ mm, +5 % pour $D = 16$ mm, -2,5 % pour $D = 22,4$ mm et -10 % pour $D \geq 31,5$ mm.

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

- Caractéristique complémentaire « RAG » :

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

- Caractéristique complémentaire « Bs », « Cs », ou « Ds » :

Il s’agit de niveaux de prévention vis-à-vis de la réaction sulfatique interne du béton. Les prescriptions relatives à ces niveaux sont indiquées dans le guide technique édité en 2007 par le

LCPC et intitulé « Recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne ».

- Caractéristique complémentaire « LRE » :

Les bétons correspondants doivent faire l’objet des dispositions particulières relatives à la limitation des retraits.

- Caractéristique complémentaire « LCH » :

Les bétons correspondants doivent faire l’objet des dispositions particulières relatives à la limitation de la chaleur d’hydratation précisées dans la suite du présent CCTP.

- Caractéristique complémentaire « EQP » :

Les bétons correspondants doivent faire l’objet de dispositions particulières pour la qualité des parements précisées dans la suite du présent CCTP.

(8) En complément des dispositions du tableau NA.F.1 de la norme NF EN 206/CN, l’exigence relative au rapport Eeff/Leq est applicable à chaque gâchée de la charge.

3.9.2.4. Consistance et teneur en air des bétons

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

Les spécifications relatives à la consistance et à la teneur en air sont définies en termes de valeurs cibles (norme d’essai EN 12 350-7).

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.

3.9.3. Constituants des mortiers et bétons

(normes NF EN 13670/CN, art. 8.1.2 du fasc. 65 du CCTG)

3.9.3.1. Exigences générales

(normes NF EN 13670/CN)

Les constituants des bétons utilisés dans la réparation de l’ouvrage doivent respecter les exigences définies dans les normes NF EN 13670/CN.

Pour l’application du 8.1 (1) de la norme NF EN 13670/CN, les constituants des mortiers et bétons sont conformes aux normes visées par la norme NF EN 206/CN.

Pour l'application du 8.1 (3) de la norme NF EN 13670/CN, 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 20 mm et doit être adaptée à la dimension et à la densité du ferrailage des pièces à bétonner.

3.9.3.2. Exigences complémentaires

(art. 8.1.2 du fasc. 65 du CCTG)

Outre les exigences générales définies ci-dessus, les constituants du béton doivent respecter certaines exigences complémentaires. Celles-ci sont constituées par toutes les exigences du chapitre 8 du fascicule 65 du CCTG ne contredisant pas celles des normes NF EN 13670/CN et par les exigences définies ci-après.

3.9.3.3. Granulats

(art. 8.1.2.2 du fasc. 65 du CCTG, normes NF EN 12620+A1, NF P 18-545, FD P 18-464)

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 20 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.

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

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

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

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

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

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

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

Tous les granulats (gravillons et sables) doivent être qualifiés vis-à-vis de l'alcali-réaction, conformément aux prescriptions du fascicule de documentation FD P 18-464.

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 18-545, soit, dans le cas contraire, en appliquant les clauses relatives aux additions mentionnées au paragraphe « Additions pour bétons » du même sous-article du présent CCTP.

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

3.9.3.4. Ciments

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

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

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

L'ensemble des opérations de transport et de stockage des liants, à partir du lieu de livraison jusqu'à la mise en œuvre, doit être conçu de manière à éviter toute cause d'atteinte à leur qualité.

Contrôle interne

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

Contrôle extérieur

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

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

Dispositions particulières liées à la limitation de la chaleur d'hydratation LCH

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

Dispositions particulières liées à la limitation du retrait LRE

La teneur maximale en ciment est limitée à 385 kg/m³.

La résistance caractéristique du béton est d’au moins 30 MPa à 28 jours sur cylindres.

La valeur de retrait est limitée à $0,5 \times 10^{-4}$. Cette valeur sera à justifier par le titulaire dans ses notes de calculs.

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.

3.9.3.5. Adjuvants pour bétons

(art. 8.1.2.4 du fasc. 65 du CCTG, norme NF EN 934-2)

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

3.9.3.6. Additions pour bétons

(art. 8.1.2.6 du fasc. 65 du CCTG, normes NF EN 15167-1, NF EN 15167-2, NF P 18-508, NF P 18-509, NF EN 450, NF EN 13263-1+A1, FD P18-464)

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

Les fillers siliceux ne sont admis que sous réserve que la formule de béton proposée satisfasse à un critère de performance (essai de gonflement) conformément aux prescriptions du chapitre 6 du guide technique « Recommandations pour la prévention des désordres dus à l’alcali-réaction » édité par le LCPC en juin 1994 devenues FD P18-464.

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

3.9.3.7. Eau

(art. 8.1.2.3 du fasc. 65 du CCTG)

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

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

3.9.4. Généralités sur les épreuves d’études, de convenance et de contrôle

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

Les épreuves d'étude, de convenance et de contrôle des bétons utilisés dans la réparation de l'ouvrage doivent respecter les exigences définies dans les normes NF EN 13670/CN.

Pour l'application du 8.2 (2) de la norme NF EN 13670/CN, tous les bétons de classe supérieure ou égale à C25/30 sont soumis à des coulages d'essai respectant les spécifications des articles 8.2.1 (épreuves d'étude) et 8.2.3 (épreuves de convenance) du fascicule 65 du CCTG ne contredisant pas celles des normes NF EN 13670 et NF EN 13670/NA et les exigences définies dans les sous-articles ci-dessous.

Pour l'application du 8.3 (4) de la norme NF EN 13670/CN, tous les bétons de classe supérieure ou égale à C25/30 sont soumis à des épreuves de contrôle respectant les spécifications de l'article 86.1 (épreuves de contrôle) du fascicule 65 du CCTG ne contredisant pas celles des normes NF EN 13670/CN et les exigences définies dans les sous-articles ci-dessous.

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

3.9.5. Étude des bétons

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

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

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

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

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

Justification de la qualification des granulats

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

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

En l'absence de granulats titulaires de la marque NF-Granulats et d'un dossier carrière approuvé par le maître d'œuvre, le titulaire fait réaliser, à ses frais, les essais permettant la qualification des granulats conformément aux prescriptions du fascicule de documentation FD P 18-464. Les résultats de ces essais sont joints au dossier d'étude des bétons.

Justification de la possibilité d'utilisation des granulats

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

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

3.9.5.2. Dispositions particulières liées à la réaction sulfatique interne

Généralités

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

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

Température maximale pour le niveau de prévention Bs

Pour le niveau de prévention Bs, la température maximale dans le béton doit, d'une manière générale, rester inférieure à 75 °C. Si cette condition ne peut être respectée, elle doit obligatoirement rester inférieure à 85 °C et au moins une des six conditions suivantes doit être respectée :

- Le traitement thermique est maîtrisé, la durée de maintien de la température du béton au-delà de 75 °C ne doit pas excéder 4 heures et les alcalins équivalents actifs du béton doivent être en quantité inférieure à 3 kg/m³ (la durée de maintien est définie comme la période pendant laquelle la température est supérieure à 75 °C) ;
- Pour les éléments préfabriqués, le ciment utilisé est conforme à la norme NF P 15-319 (ES) avec, dans le cas des CEM I et CEM II/A, une limitation à 3 kg/m³ de la teneur en alcalins équivalents actifs du béton ;
- Pour les bétons de pièces critiques coulés en place, utilisation d'un ciment conforme à la norme NF P 15-319 (ES) excepté les ciments CEM I, CEM II/A-L et CEM II/A-LL ;

- Le ciment utilisé est un ciment non conforme à la norme NF P 15-319 (ES) de type CEM II/B-V, CEM II/B-S, CEM II/B-Q, CEM II/B-M (S-V), CEM III/A ou CEM V, dont la teneur en SO_3 n'excède pas 3 % et qui est fabriqué à partir d'un clinker dont la teneur en C_3A n'excède pas 8 % ;
- Le ciment, un CEM I, est utilisé en combinaison avec des cendres volantes conformes à la norme NF EN 450-1, de laitiers de haut fourneau moulus conformes à la norme NF EN 15167-1, ou encore de pouzzolanes naturelles calcinées. La proportion d'additions doit être d'au moins 20 % sous réserve de respecter les exigences des normes, en particulier de la norme NF EN 206/CN. Les teneurs en C_3A (rapportée au ciment) et en SO_3 sont respectivement inférieures ou égales à 8 % et 3 % ;
- Vérification de la durabilité du béton vis-à-vis de la réaction sulfatique interne à l'aide de l'essai de performance décrit dans les recommandations et par la satisfaction aux critères décisionnels.

3.9.6. Épreuves de convenance

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

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

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

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

le titulaire devra fournir au contrôle extérieur le nombre d'éprouvettes pour réaliser les essais de compression à 8 et 28 jours, les essais de porosité, de perméabilité à l'air et de diffusion de chlorure.

3.9.7. Fabrication, transport et manutention des bétons

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

La fabrication, le transport et la manutention des bétons sont conformes aux exigences générales des normes NF EN 13670/CN.

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.

Outre les exigences générales définies ci-dessus, la fabrication, le transport et la manutention des bétons doivent respecter certaines exigences complémentaires. Celles-ci sont constituées par toutes les exigences du chapitre 8 et de l'annexe B du fascicule 65 du CCTG ne contredisant pas celles des normes NF EN 13670/CN et par les exigences définies dans les paragraphes ci-dessous.

le titulaire veillera à mettre en œuvre des dispositions pour maîtriser le retrait.

3.9.7.1. Généralités

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

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

Les bétonnières portées sont des cuves 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 Eau / Liant doivent être respectées pour chaque gâchée.

Si le béton provient d'une centrale de BPE, il doit être titulaire de la marque NF-BPE. Ainsi, soit la centrale est titulaire de la marque NF-BPE (procédure conventionnelle), soit le béton est certifié pour le chantier (procédure particulière).

En complément du 8.3 (1) de la norme NF EN 13670, 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.

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

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

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

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

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

3.9.7.3. Épreuve de contrôle

(normes NF EN 13670/CN, art. 8.3 .2 et annexe B du fasc. 65 du CCTG)

Les essais réalisés dans le cadre de celle-ci ne relèvent pas des spécifications de la norme NF EN 206/CN qui s'appliquent aux contrôles de production et de conformité de l'installation de fabrication. Ils sont effectués par un laboratoire de contrôle qui doit, soit être accrédité COFRAC,

soit avoir subi, avec succès et moins d’un an avant le premier essai, un audit basé sur un référentiel d’accréditation équivalent. Ils font l’objet de rapports qui doivent être transmis au maître d’œuvre au fur et à mesure de l’obtention des résultats.

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

Lot	Nombre de prélèvements
Dalle de renfort traverse	3 pour l’ensemble et au moins un prélèvement par phase de bétonnage
Renforts des piédroits	3 pour l’ensemble et au moins un prélèvement par phase de bétonnage
Béton projeté	3 pour l’ensemble et au moins un prélèvement par phase de bétonnage

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

Les éprouvettes de béton, dont la fourniture est à la charge 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.

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

le titulaire devra fournir au contrôle extérieur le même nombre d’éprouvettes que dans le tableau ci-dessus.

3.9.7.4. Équipements des centrales à béton

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

ARTICLE 3.10. BÉTON PROJETÉ

Les matériaux utilisés ainsi que les contrôles effectués sur ceux-ci doivent être conformes et répondre aux spécifications de la norme NF P 95-102 et à toutes celles issues du présent CCTP, ainsi qu’en particulier les normes NF EN 206-1, NF EN 206-1/A1, NF EN 206-1-1/A2, 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.

Dans les quinze (15) jours qui suivent la notification du marché, le titulaire soumet à l'agrément du maître d'œuvre la nature, la provenance et la qualité des matériaux qu'il entend utiliser.

Nature des matériaux	Provenance
· Ciments	Usines agréées par le maître d'œuvre
· Granulats	Carrières agréées par le maître d'œuvre
· Adjuvants	Fournisseur agréé par le maître d'œuvre
· Armatures	Fournisseur agréé par le maître d'œuvre
· Mélange à projeter fabriqué en usine	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

3.10.1. Définition et exigences relatives au béton

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

Le béton doit répondre aux exigences définies dans le présent paragraphe.

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

Parties d'ouvrages	Classes d'exposition et de chlorures	Classe de résistance	Dmax en mm (2)	Teneur minimale en liant équivalent (1)	Nature du ciment	Caractéristiques complémentaires du ciment	Eeff/Leq (8)	Caractéristiques complémentaires (3)
Renforcement (béton projeté)	XF2 XC4 XD3	C40/45	16	385kg	CEM I ou CEM II/A (S ou D)	PM ou ES	0,45	RAG G+S

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

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

(2) Pour les bétons où le Dmax est de 20 mm, cette valeur peut être portée à 25 mm si le ferrailage prévu permet la mise en place correcte du béton.

(3) Les caractéristiques complémentaires indiquées ont les significations suivantes :
caractéristique complémentaire « RAG » :

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

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

3.10.1.1. 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 2 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.

Le béton choisi doit assurer une montée de résistance au jeune âge au minimum à 20 MPa à 5 jours.

3.10.1.2. Classes d'exposition du béton projeté

(NF EN 206-1)

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

La classe d'exposition du béton projeté vis-à-vis du gel et des sels de déverglaçage est +XF2 au sens de la norme NF EN 206-1 ; il n'est pas concerné 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.

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

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

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

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

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

3.10.2. Mélange à projeter fabriqué en usine

Les mélanges à projeter secs, prêts à l'emploi, fabriqués en usine et conditionnés en sacs ou livrés en vrac et transvasés sur le site dans un silo, doivent répondre aux prescriptions de la Norme NF P 95-102 et être proposés à l'agrément du maître d'œuvre, qu'ils soient destinés au rejointoiement, à la reconstitution de la maçonnerie disparue ou purgée, ou à la réalisation de la coque armée de protection de l'intrados.

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 PMES est employé en période chaude ($T > 20^{\circ}\text{C}$) 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.

3.10.3. Constituants

3.10.3.1. Granulats

(NF EN 12-620, XP P 18-545 et FD P 18-542)

Les granulats doivent être conformes aux normes NF EN 12-620, XP 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 doit être inférieur ou égal à :

- 20 pour D supérieur à 10,
- 25 pour D inférieur à 10 (selon la norme NF P 18-561).

Le critère d'absorption d'eau doit être ≤ 2.5 .

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

On choisira un D_{max} de 20 mm.

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 0-0,315mm, par l'essai cinétique visé par la norme XP P 18-594, soit, dans le cas contraire, en appliquant les clauses relatives aux additions mentionnées au paragraphe "Additions pour bétons" du même sous-article du présent CCTP.

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

Les caractéristiques des granulats doivent respecter les spécifications suivantes définies dans l'esprit du guide "Recommandations pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel" édité par le LCPC en décembre 2003 :

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

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

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

Les sables comportant une teneur en fines supérieure à 9 % dans les mêmes conditions que ci-dessus peuvent engendrer un mauvais comportement au gel. Leur emploi peut toutefois être envisagé à condition de vérifier dans l'épreuve d'étude que les spécifications exigées dans le guide technique "Recommandations pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel" édité par le LCPC en décembre 2003 sont respectées.

°°° La limite supérieure du module de finesse Ls et l'étendue e s'appliquent au sable n'ayant pas fait l'objet d'un mélange et au sable reconstitué par le producteur de granulats.

Pour le sable recomposé sur la centrale à béton, le module de finesse correspond au centième de la moyenne pondérée des refus cumulés des sables constituant le mélange, exprimés en pourcentage. Les refus correspondent aux tamis entrant dans la définition du module de finesse. La pondération est effectuée suivant les proportions relatives des

sables entrant dans le mélange. L'exigence concernant l'étendue du module de finesse est satisfaite lorsque l'étendue de chaque composant du sable recomposé est conforme à la valeur indiquée dans le guide technique "Recommandations pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel" édité par le LCPC en décembre 2003.

°°°° Seul le critère d'absorption d'eau WA24 est retenu pour qualifier la résistance au gel des gravillons. Chaque classe granulaire doit avoir une valeur d'absorption d'eau WA24 inférieure ou égale à 1 %. A défaut, il est possible d'utiliser des gravillons présentant une valeur de WA24 supérieure à 1 % à condition que ceux-ci soient résistants au gel et classés dans la catégorie F2 définie dans la norme NF EN 12620. Dans ce cas, la résistance au gel est déterminée suivant la norme NF EN 1367-1.

3.10.3.2. Sable

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

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

3.10.3.3. Eau

(NF EN 1008)

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

3.10.3.4. Ciments

Les ciments employés doivent être conformes aux normes NF EN 197-1 et 1/A1, 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.

Il peut s'agir d'un CEM I ou CEM II/A (S ou D) avec pour caractéristiques complémentaires PM ou ES.

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 chapitre 5 du document intitulé "Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction" édité par le LCPC en juin 1994, il est rappelé que des essais de détermination des teneurs en alcalin réactif des ciments sont à réaliser conformément à la norme NF EN 196-2. Ces essais ont

pour objet de confirmer les données statistiques de la cimenterie et sont effectués au début du chantier, au cours des épreuves d'étude, ou avant les épreuves de convenance en cas d'utilisation d'un béton disposant de références.

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

Le ciment et son dosage doivent respecter les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques	Béton G	Béton G+S
Type et classe	CEM I ou CEM II/A et B sauf cendres volantes 42,5 N - 42,5 R ^{°°} et supérieure	CEM I PM ou ES [°] ou CEM II/A (S, D) PM ou ES [°] 42,5 N - 42,5 R ^{°°} et supérieure
Dosage minimal pour un béton armé ou précontraint 0/20	385 kg/m ³	385 kg/m ³

le titulaire doit justifier la résistance au gel interne par l'essai pertinent des normes NF P 18-424 ou NF P 18-425, selon le degré de saturation en eau du béton. le titulaire doit également justifier la résistance à l'écaillage par l'essai défini dans la norme XP P 18-420 en cas de gel en présence de sels de déverglaçage.

Les fines des sables et des sables de correction granulaire passant au tamis de 0,063 mm ne peuvent pas être comptabilisées dans le ciment.

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

°° le titulaire doit limiter la microfissuration superficielle du béton, et de ce fait, la pénétration des chlorures, en utilisant des ciments peu exothermiques, en particulier pour la réalisation des pièces massives. L'utilisation des ciments de la classe de résistance à court terme R est donc déconseillée.

3.10.3.5. Adjuvants

Les adjuvants employés doivent être conformes aux normes XP P 18-340 et NF EN 934-5.

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

- soit des adjuvants pour béton,
- soit des raidisseurs ne contenant ni alcalin ni silicate dont la fonction principale est de permettre l'adhérence et le maintien en place immédiats, sans fluage du béton dès sa projection sur le support quelle que soit l'inclinaison de celui-ci,

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

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

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

L'utilisation d'un entraîneur d'air est obligatoire pour les bétons traditionnels de classe inférieure à C50/60. L'utilisation d'un réducteur d'eau est fortement conseillée pour pallier les baisses de résistances mécaniques consécutives à la présence d'air entraîné. Il est nécessaire d'effectuer un complément d'étude en centrale permettant de tenir compte des conditions de malaxage et de température. Son objet est d'ajuster le dosage en entraîneur d'air de manière à respecter la fourchette de pourcentage d'air entraîné défini lors de l'étude et de vérifier la stabilité dans le temps des différents paramètres.

3.10.3.6. Additions

Les additions utilisées doivent être conformes à la norme NF P 18-501.

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 la norme NF P 18-506,
- 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.

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

Seuls les laitiers moulus et les fumées de silice sont susceptibles de ne pas altérer la résistance au gel des bétons durcis. Les cendres volantes sont interdites dans tous les cas. Si les additions sont utilisées comme correcteur de la granularité des sables ou en addition au ciment (CEM I), les dosages maximaux suivants par rapport au poids du ciment sont à respecter :

- 10% pour les fumées de silice,
- 30% pour les laitiers moulus,
- 15% pour les additions calcaires (certaines peuvent augmenter la sensibilité à l'écaillage),

étant entendu que le total du dosage en additions calcaires et laitiers moulus ne doit pas dépasser 30%.

Si les additions sont utilisées en substitution partielle au ciment CEM I, elle n'est autorisée que pour les bétons G ; le dosage minimal s'applique alors au liant recomposé ciment + addition.

Pour un béton dont le diamètre maximal du granulat Dmax est égal à 20 mm, les quantités maximales suivantes, données en kg/m³, doivent être respectées :

Classes d'exposition	XF1	XF2	XF3	XF4
Laitiers moulus	50	0	50	0
Fumées de silice	30	0	30	0
Additions calcaires	50	0	0	0

Pour un béton dont le diamètre maximal du granulat Dmax est différent de 20 mm, les quantités d'additions A à ajouter ou à déduire, en pourcentage des valeurs indiquées dans le tableau précédent, sont données dans le fascicule 65 du CCTG.

Pour une même formule, une seule addition est autorisée en substitution dans une formule donnée.

3.10.3.7. Coffrages

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

Les coffrages nécessaires doivent être des coffrages rigides non métalliques.

3.10.3.8. 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.

3.10.4. Aciers pour béton armé - Produits de scellement des aciers

3.10.4.1. Acier pour béton armé

(art. 71 du fasc. 65 du CCTG, normes NF A 35-015, NF A 35-016-1, NF A 35-016-2, NF A 35-019-1, NF A 35-019-2, NF A 35-027)

Généralités

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

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

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

Treillis soudés

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

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

Tous les treillis soudés sont conformes aux normes NF A 35-016-2 et NF A 35-019-2 et sont de nuance B500B au sens de celles-ci.

Ronds lisses

(norme NF A 35-015)

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

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

Armatures à haute adhérence

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

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

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

Dispositifs de rabouillage pour armatures de béton armé

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

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

3.10.4.2. Produit de scellement des armatures

(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 vitreuse mesurée selon la norme NF EN 12614 doit être supérieure ou égale aux deux valeurs suivantes : 45°C, ou 20°C au-dessus de la température ambiante maximale de la structure en service,
- l'essai de fluage en traction selon la norme NF EN 1544 doit conduire à un déplacement de la barre inférieur ou égal à 0,6 mm au bout de 3 mois, après application continue d'une charge de 50 kN.

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

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

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


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

3.10.4.3. Produit anti-corrosion des armatures

(NF EN 1504-7)

Les produits utilisés être doivent 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  de 0,1 mm. L'essai est jugé satisfaisant si la contrainte d'adhérence, déterminée à l'aide des barres revêtues, est, dans chaque cas, au moins égale à 80% de la contrainte d'adhérence de référence, déterminées sur les barres non revêtues.

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

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

3.10.5. Composition, fabrication, transport et manutention des bétons

3.10.5.1. Composition

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

. Contenu du mémoire d'étude de composition

Conformément aux spécifications de l'article 8.2.1.1 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 :

$$n \geq 12 f_c = K(n) S \geq f_{c28}$$

f_c est la moyenne arithmétique des n résultats,

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

f_{c28} est la résistance caractéristique spécifiée,

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

n	12	16	20	30	40	75	100	200
K(n)	2,5	2,3	2,2	2,1	2	1,9	1,86	1,8

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.

Délais impartis pour l'étude de composition

Le titulaire doit remettre son mémoire d'étude au plus tard vingt (20) 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.

3.10.5.2. Fabrication des bétons

(article 8.3 du fascicule 65 du CCTG)

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

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

S'il y a des contraintes liées à une durée de transport et/ou un temps de mise en œuvre excédant 1h30 dans des conditions de température ordinaires, 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.

3.10.5.3. Transport et manutention

(article 8.3 du fascicule 65 du CCTG)

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

3.10.5.4. Assurance de la qualité des bétons

Dans le cadre du contrôle intérieur, sont réalisées les :

- Épreuves de convenance ;
- Épreuves de contrôle ;
- 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.

ARTICLE 3.11. MATÉRIAU COMPOSITE POUR RENFORCEMENT

3.11.1. Généralités

Les matériaux seront conformes aux spécifications indiquées dans les recommandations provisoires « Réparation et renforcement des structures en béton au moyen des matériaux composites- Recommandations provisoires – AFGC – juin 2007 ».

3.11.2. Fiche technique des produits

Chaque procédé proposé dispose d’une fiche technique établie sur la base du document suivant :

KIT : FICHE TECHNIQUE TYPE

NOM DU PROCÉDÉ :

DOMAINE D'APPLICATION :

FIBRES DE RENFORCEMENT :

Nature :

Type :

Nombre de filaments :

Référence :

Provenance :

RÉSINES :

Composite (confection)

TYPE	RÉFÉRENCE	PROVENANCE

Interfaces (adhésif) – Béton – Composite

TYPE	RÉFÉRENCE	PROVENANCE

Composite – composite

TYPE	RÉFÉRENCE	PROVENANCE

Composite – couches de finition

TYPE	RÉFÉRENCE	PROVENANCE

Spécifications (cf. chapitre II pour leur détermination)

DÉSIGNATION	NORME	CARACTÉRISTIQUES	OBSERVATIONS
TG : température de transition vitreuse (°C)			
Masse volumique <ul style="list-style-type: none"> • durcisseur • résine 			
DPU (durée pratique d'utilisation) <ul style="list-style-type: none"> 5 °C 10 °C 15 °C 20 °C 25 °C 30 °C 35 °C 			
Température de mise en œuvre			

Viscosité			
Dureté shore D ou Barcoll <ul style="list-style-type: none"> • 24 heures • 2 jours • 7 jours 			
Résistance à la traction Allongement à la rupture			
Résistance au cisaillement Résistance à la compression			
Résistance à la flexion			
Module E (0,2 %) traction E compression			
Adhérence <ul style="list-style-type: none"> • Sur béton sable sec • Sur béton sable humide 			

Conditionnement / Stockage**COUCHES DE FINITION****TRANSFORMATION/PRODUIT MANUFACTURE****Pultrudé :**

OUI

NON

UD (unidirectionnel)

BD (bidirectionnel)

Épaisseur :

Grammage :

Orientation :

Autres renseignements :

Tissus secs :

OUI

NON

UD (unidirectionnel)

Épaisseur :

Grammage :

BD (bidirectionnel)

Orientation :

Autres renseignements :

Pré-imprégné :

OUI

NON

UD (unidirectionnel)

BD (bidirectionnel)

Épaisseur :

Grammage :

Orientation :

Autres renseignements :

Conditionnement

Rouleaux : Diamètre : caisse en bois pour les rouleaux de 250 mètres

Largeur :

Autres :

Stockage

Durée de conservation illimitée à l’abri d’une exposition directe au soleil

COMPOSITE REALISE IN SITU**Croquis** décrivant les différentes couches de haut en bas**Béton****Colle****Composite****Caractéristiques** (valeurs minimales garanties)

DÉSIGNATION	NORME	CARACTÉRISTIQUES
Module d’élasticité – traction		

Contrainte à la rupture – traction		
Épaisseur nominale		
Allongement à la rupture – traction		
Résistance interlaminaire au cisaillement		
Résistance au cisaillement par couche		

Nombre de couches mini :

maxi :

Limites

Température :

Humidité du support :

Croisement :

Rayon de courbure mini :

Spécificités du produit :

Avantages :

Inconvénients :

Application sur ouvrages en service :

Autres :

ARTICLE 3.12. SIGNALISATION VERTICALE (BALISAGE DE CHANTIER)

La signalisation verticale utilisée pour le balisage de l’avenue Charles de Gaulle par le titulaire du présent marché respectera les spécifications suivantes :

La ville de Neuilly-sur-Seine fournira un arrêté pour l’exploitation (condamnation pour zone travaux) de la voie rapide Nord de l’avenue Charles de Gaulle sur une longueur de 40m (longueur de la zone 2).

L’implantation et la description du balisage sont faites dans un document soumis au visa du maître d’œuvre et de la ville, et établi par le titulaire pour chaque type de balisage et travaux correspondants.

Le balisage comprend la fourniture, le transport, le stockage, la pose, l’entretien et la dépose des panneaux de signalisation verticale provisoires, de leurs socles, et des cônes de balisages (K5a) ou séparateurs modulaires de voie (K16), et des barrières de ville. Il comprend également un homme-traffic si nécessaire.

3.12.1. Caractéristiques particulières imposées pour les matériels à fournir

Les panneaux seront soit en tôle d’acier, soit en aluminium, soit en profilés d’aluminium.

Les éléments rétro-réfléchissants du décor des panneaux devront impérativement être réalisés au moyen de films traditionnels rétro-réfléchissants au minimum de classe II de structure micro-prismatique fluorescent DG ou équivalent disposant d’un certificat de droit d’usage NF leur accordant cette qualité.

Les balises K5a seront en PVC, d’une hauteur de 0,75 m, et revêtues d’un film réflectorisé de classe 2 DG ou équivalent. Elles seront de type empilable.

Les panneaux utilisés pour la RN seront de gamme grande.

Les panneaux utilisés pour l’avenue CdG seront de gamme normale.

3.12.2. Stockage

Le local de stockage, situé à proximité des locaux de la base vie, est équipé de casiers métalliques permettant le rangement vertical des panneaux par famille et des supports en garantissant leur maintien en état. Aucun stockage à même le sol, et, à fortiori, en tas ne sera toléré. Le titulaire devra remplacer, à ses frais, tout panneau endommagé suite à des défauts de stockage.

3.12.3. Propriété des panneaux

L’ensemble des panneaux est sous la responsabilité du titulaire du présent marché pendant toute sa durée, y compris ceux en stockage.

À l’issue des travaux, l’ensemble des panneaux reste la propriété du maître d’ouvrage ; le cas échéant, ce dernier désignera certains de ces panneaux endommagés qui seront évacués en décharge par le titulaire et à ses frais conformément aux dispositions du SOGED.

3.12.4. Socle lesté

Le maintien en position des panneaux et balises de signalisation provisoire, est réalisé à l’aide d’un socle lesté adapté à chaque type de support.

3.12.5. Dépose en fin de chantier

À la fin du chantier, les panneaux (y compris les socles et mâts de fixation) revenant au maître d’ouvrage seront transportés au DOA au Pré Saint Gervais. Les panneaux déposés devront faire l’objet d’un constat contradictoire entre le titulaire et le représentant du maître d’œuvre.

ARTICLE 3.13. TERRE VÉGÉTALE

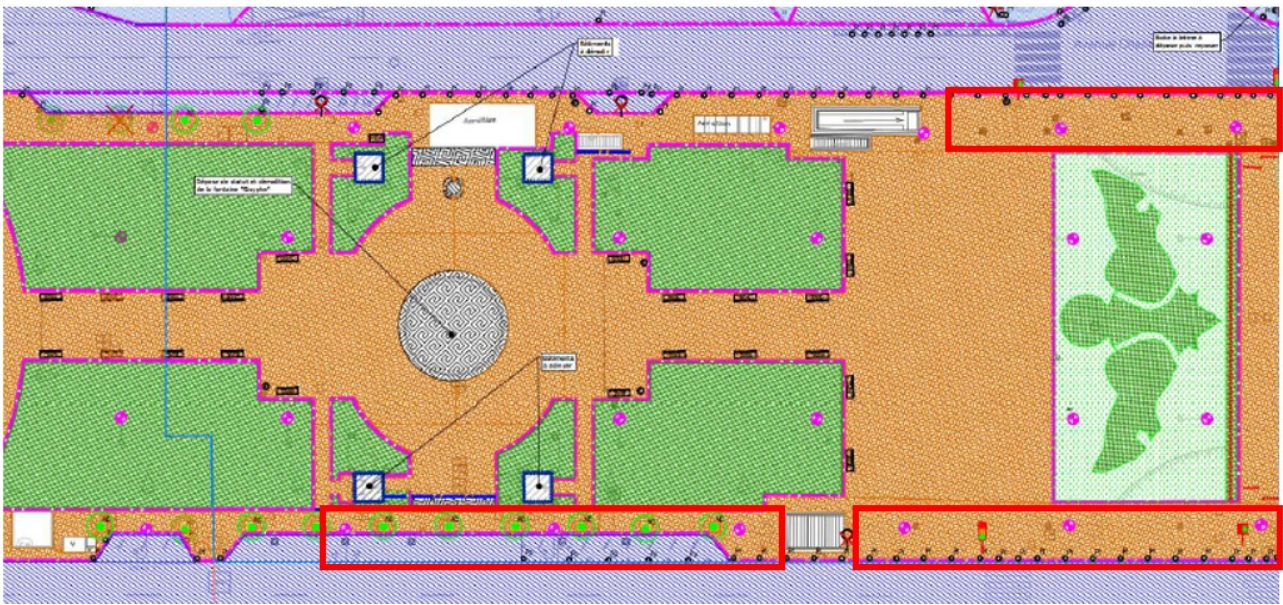
La terre végétale pourra provenir de l’emprise du chantier. Elle devra pour cela ne pas présenter dans sa composition d’espèce invasives type renouée asiatique. Elle sera alors expurgée de tous débris, pierres et racine.

La provenance et la qualité de la terre végétale d’apport seront soumises à l’agrément du maître d’œuvre sur avis du contrôle extérieur environnement.

ARTICLE 3.14. DÉCHETS

Le tableau ci-dessous donne la nature et la quantité des déchets au sens de la circulaire du 15 février 2000 relative à la planification de la gestion des déchets que le titulaire doit évacuer dans le cadre des travaux objets du présent marché.

Nature des déchets	Quantité prévisionnelle en m ³
Déchets résultants de la dépose des éléments de voiries (dalles, bordures, potelets)	250
Déchets résultants des terrassements (déblais)	600
Déchets résultant de la réalisation des saignées par hydrodémolition	15
Déchets résultants des réparations de parements en béton présentant des défauts	2
Déchets résultant des opérations de préparation de surface de reprise de bétonnage ou autres démolitions	5
Déchets résultant des bétonnages	5



CHAPITRE 4. EXÉCUTION DES TRAVAUX

ARTICLE 4.1. TRAVAUX PRÉPARATOIRES

4.1.1. Installations de chantier

Pour l'établissement du projet des installations de chantier, le titulaire tiendra compte des éléments cités au CCAP et à l'article du chapitre I du présent CCTP : « Contraintes particulières imposées au chantier », ainsi que les dispositions suivantes :

Les installations de chantier comprennent :

- La recherche et la mise à disposition de lieu de dépôt divers ;
- La mise en stock, et le conditionnement spécifique aux avis techniques, des matériaux utilisés pour les travaux faisant l'objet du présent CCTP ;
- La mise en stock des matériaux de décharge existants sur le site à un emplacement agréé par le maître d'œuvre ;
- La clôture du chantier, tout en maintenant les circulations publiques et de service ;
- Le constat « état des lieux » chez les riverains ;
- Le maintien et la remise en état après travaux des voies publiques utilisées par l'entreprise pendant la durée du chantier, les dispositifs de recueillement et de traitement des eaux usées du chantier ;
- L'approvisionnement en eau ;
- La mise à disposition pour le personnel des locaux prévus par la législation ;
- La fourniture et l'installation de baraques de chantier, entrepôts, bureaux ;
- L'installation et l'entretien des locaux mis à la disposition du maître d'œuvre, conformément au CCAP ;
- Les branchements aux divers réseaux pour l'ensemble du chantier ;
- Les dispositifs de sécurité et installations d'hygiène ;
- Le gardiennage, et le nettoyage du chantier ;
- Les dispositifs de recueil et de traitement des eaux usées et polluées en provenance des installations du chantier ;
- La remise en état des lieux, après repliement des installations de chantier ;
- L'atelier météo permettant la mesure instantanée de la température de l'air, de l'humidité relative et du point de rosée ainsi que leur enregistrement en continu ;
- Un thermomètre permettant la mesure de la température en surface du béton et un appareil de contrôle à acétylène pour la mesure de l'humidité massique du béton ;
- Les installations mises à disposition du maître d'œuvre qui comprennent :
 - Un bureau double et des armoires de rangement ;

La détermination de l’emplacement des installations de chantier sera soumise à l’agrément du maître d’œuvre. Pour l’établissement du projet des installations de chantier, l’entreprise tiendra compte des indications de l’article du présent CCTP, « Contraintes particulières imposées au chantier ». Le prix de l’installation de chantier devra en tenir compte.

Les accès au chantier au chantier sont précisés à l’article 1.7.1 du présent CCTP.

4.1.2. Clôtures

Le chantier est clôturé ou clos. Les clôtures sont constituées de poteaux de 2 mètres de hauteur placés tous les deux mètres. Les mailles du grillage employé ont pour dimensions maximales 40 mm x 40 mm. Une fois les clôtures périphériques du chantier réalisées, toute clôture traversant l’emprise du chantier est déposée et évacuée, conformément aux prescriptions du PRE, dans un lieu de stockage ou de regroupement, ou dans une unité de recyclage.

4.1.3. Atelier météo

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

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

4.1.4. Débroussaillage, abattage d'arbres, essouchement

(art. N.2.3.1.2. et E.4 du fasc. 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 Plan Qualité.

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.

4.1.5. 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.

Ce nettoyage est réalisé soit manuellement soit par un sablage léger, soit à la lance à eau sous pression. Le choix du moyen de nettoyage est soumis à l’agrément du maître d’œuvre.

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

4.1.6. Levé topographique

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.

Ce nettoyage est réalisé soit manuellement soit par un sablage léger, soit à la lance à eau sous pression. Le choix du moyen de nettoyage est soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

L'utilisation de tous types de détergents ou acides est interdit

ARTICLE 4.2. OUVRAGES PROVISOIRES

Ils doivent être conformes aux prescriptions du chapitre 5 du fascicule 65 du CCTG, et classés en fonction de l'importance de l'ouvrage.

Il faut prendre garde à la surcharge importante amenée par les retombées. 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 de l'entreprise titulaire. Ils doivent à ce titre être réceptionnés avant toute utilisation par le chargé des ouvrages provisoires (COP) de l'entreprise.

Il est nécessaire que le titulaire mette 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.

ARTICLE 4.3. IMPLANTATIONS DE DÉTAIL

Les implantations de détail prévues par les pièces écrites du marché et par les plans d'exécution pour les percements, les forages, les supports, etc. devront être éventuellement modifiées en accord avec le maître d'œuvre pour tenir compte de l'implantation réelle des éléments rencontrés (armatures passives, conduits, etc.). Les plans d'exécution devront donner les tolérances à respecter au niveau de ces implantations de détail.

ARTICLE 4.4. RELEVÉS DES FISSURES

Les fissures injectables seront relevées sur un plan (numérotation, emplacement, longueur, épaisseur apparente et profondeur) et repérées sur l'ouvrage (numéro au feutre).

Ce travail sera effectué par le titulaire en présence du maître d'œuvre ou de son représentant.

ARTICLE 4.5. RAGRÉAGES

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

4.5.1. 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.

Préalablement au ragréage, les armatures trop corrodées pour continuer à assurer leur rôle sont remplacées. Leur mise en œuvre doit respecter les préconisations du guide technique "Choix et application des produits de réparations et de protection des ouvrages en béton" édité en 1996 par le LCPC. Les produits de scellement doivent être conformes au paragraphe correspondant dans l'article "Produits pour le ragréage" du chapitre 3 du présent CCTP.

La mise en œuvre des armatures doit se faire dans le respect des dispositions constructives du béton armé, et doit être conforme à la partie 8 de la norme NF EN 1504-10.

4.5.2. 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.

4.5.3. 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.

4.5.4. Contrôle intérieur– Journal de chantier de l'entreprise

Outre le contrôle intérieur, dont les modalités sont prévues au PAQ, celui-ci inclut également un journal de chantier, tenu par le titulaire, qui doit permettre :

- De connaître à tout moment l'état d'avancement des travaux ;
- D'effectuer le contrôle instantané de la consommation des produits et de la quantité des surfaces traitées ;
- D'apprécier l'incidence éventuelle des problèmes d'exécution sur le déroulement des travaux.

Par journée de travail, le journal de chantier doit comporter :

- Les conditions climatiques d'exécution avec leurs conséquences sur l'avancement des travaux ;
- Les éléments de gestion des stocks produits ;
- Les surfaces exécutées, en cours d'exécution, aux différents stades d'avancement ;
- Tous les problèmes d'exécution rencontrés et les solutions apportées.

Tous les éléments ci-dessus relèvent du processus d'exécution et sont donc du ressort des contrôles intérieurs à la charge titulaire.

Le cadre de ce journal est examiné en détail lors de la réunion préparatoire du chantier afin qu'à l'issue de cette réunion, le titulaire et le maître d'œuvre soient bien d'accord, notamment sur la consistance, l'organisation et la traçabilité des contrôles intérieur et extérieur.

4.5.5. Les essais de convenue

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 convenue 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 (essais d'adhérence) ,

- 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.

4.5.6. Suivi de chantier

Le chantier peut démarrer lorsque les modalités du plan des contrôles sont précisément établies et acceptées par le maître d'œuvre.

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

- la préparation des surfaces,
- la réception des produits,
- l'application des produits.

Tous les contrôles énumérés ci-dessus font partie du contrôle intérieur à la charge du titulaire.

4.5.6.1. La préparation des surfaces

Chaque préparation de surface fait l'objet d'un contrôle interne dont les modalités sont définies dans le Plan Qualité, et dont la traçabilité est assurée dans les documents de suivi d'exécution. Les modalités de préparation de surfaces seront définies et justifiées par les calculs.

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

4.5.6.2. La 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).

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

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

La réception à la livraison fait partie du contrôle intérieur et doit être conforme au sous-article "Approvisionnement et conditionnement" de l'article "Produits pour les ragréages" du 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.

4.5.6.3. l'application des produits

Le mode d'application des produits doit être conforme aux spécifications de mise en œuvre telles que définies dans le sous-article "Assurance de la qualité pour les produits de ragréage" de l'article 2.8 du présent CCTP.

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

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

La vérification de la propreté du matériel fait partie du contrôle intérieur.

Le contrôle intérieur porte sur :

- les conditions climatiques pendant l'application et le séchage :
 - la température de l'air et l'hygrométrie relative (H.R.) sont des données qui doivent figurer dans les documents de contrôle intérieur,
 - les minima et maxima de la température de l'air et de l'hygrométrie figurant sur la notice technique sont à respecter impérativement ainsi que la température maxima du support.
- l'état du support : il faut s'assurer que les zones à ragréer sont conformes aux prescriptions de la notice technique du support,
 - la protection du ragréage avant sa prise : il faut éviter de le contaminer par des activités liées au chantier. Si le planning ne le permet pas, il faut prévoir au programme d'exécution des bâches ou des écrans de protection et en vérifier l'efficacité.

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

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

4.5.6.4. Contrôle extérieur

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

ARTICLE 4.6. TRAITEMENT DE FISSURES DU BETON

(NF EN 1504-10, NF P 95-103, FABEM-2 et FABEM-3)

4.6.1. 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. Il est souvent nécessaire de reprendre les zones ayant subi des ragréages ou un nettoyage (l'usage de solvants et le lavage à l'acide sont interdits).

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.

4.6.2. Préparation des produits

Elle doit être conforme aux spécifications prévues dans les documents remis par le titulaire selon les sous-articles "Assurance de la qualité pour les traitements de fissures du béton" de l'article 2.8 du présent CCTP. 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.

4.6.3. 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 comme indiqué aux sous-articles "Assurance de la qualité pour les traitements de fissures du béton" de l'article 2.8 du présent CCTP.

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.

4.6.4. Contrôle intérieur

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

4.6.5. Les essais de convenance

Les épreuves de convenance doivent être réalisées conformément aux fascicules 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.

4.6.6. 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.

4.6.6.1. 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 Plan Qualité, et dont la traçabilité est assurée dans les documents de suivi d'exécution.

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

4.6.6.2. 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 et doit être conforme au sous-article "Approvisionnement et conditionnement" des articles "Produits de traitement de fissures du béton" du 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.

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.

4.6.6.3. 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.

4.6.7. Contrôle extérieur

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

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’oeil et aspect esthétique).

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

- le matériel d’injection,
- le dosage des constituants,
- les pressions d’injection.

ARTICLE 4.7. CALFEUTREMENT : MODE OPÉRATOIRE

(NF P 95-103)

4.7.1. 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. Il est à noter que 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.

4.7.2. 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, etc.).

ARTICLE 4.8. PURGE PAR HYDRODÉMOLITION : MODE OPÉRATOIRE

4.8.1. Généralité

Lors des différentes phases de démolition, le titulaire a à sa charge, toutes les sujétions nécessaires à la protection des voies de la RN13 ainsi que des espaces sous ouvrage (bardage, filets à maille

fine, protections vis-à-vis de projection de produits de démolition...). Les dispositifs utilisés par le titulaire sont soumis à l'agrément du Maître d'œuvre.

Le mode de chargement des débris, les dispositions prises pour la sécurité du personnel, etc, seront soumis à l'agrément du Maître d'œuvre. Celui-ci se réserve la possibilité, au cas où un procédé a priori acceptable se révélerait à l'usage inadapté (danger, nuisances excessifs, risques de dégradations à la structure restant en place, etc), d'imposer à le titulaire des aménagements du procédé voire d'en changer, sans que cela entraîne pour le titulaire la possibilité de non-respect des délais contractuels du présent marché, ni celle de poser réclamation en vue d'une plus-value.

L'entreprise a pour devoir de faire en que les travaux :

- ne présentent pas de danger pour la sécurité du personnel du chantier, des agents du Maître d'œuvre et des tiers,
- ne présentent pas de risques de détérioration des aciers passifs présents,
- ne créent pas de danger pour l'environnement.

Il est précisé qu'en matière de circulation, que le procédé de démolition devra impérativement comporter une protection en sous-face afin de prévenir des chutes de gravats.

En cas de présence de capteurs dans le tunnel, ceux-ci devront être protégés pendant les phases d'hydrodémolition et nettoyés si besoin.

Il n'est pas possible d'approvisionner le chantier d'hydrodémolition en eau ou en électricité. le titulaire doit amener : un groupe électrogène de puissance suffisante, les compresseurs nécessaires, l'eau d'hydrodémolition stockée sur place dans une citerne.

Le procédé devra respecter tous les critères exigés par le respect de la législation en vigueur en général, et les prescriptions de l'INRS en particulier : Guide de l'INRS « Equipements à jets d'eau sous Haute et Très Haute Pression – Équipements avec accessoires de projection guidés ou positionnés manuellement », Guide de l'INRS « Travailler en sécurité avec l'eau à Haute Pression – Conseils aux opérateurs »

4.8.2. Rappel sur les zones de purges

La purge du béton dégradé se fait sur au niveau de la dalle Nord des zones 1 à 3 .

On distingue les zones suivantes :

- Sous-face de la dalle Nord :
 - à ne purger qu'en dehors des zones de recouvrements des aciers longitudinaux inférieurs
 - à ne purger qu'au niveau des zones, définies et validées par le maître d'œuvre, où des fissures sont apparentes en surface.

A noter que les purges doivent être phasées et réalisées par bandes de 5cm de largeur (saignées). Lorsque rien ne s'y oppose, les purges sont conformes aux Règles de l'Art :

- aucun morceau non adhérent ne doit être laissé à l'issue des purges,

4.8.3. Protection de la structure

Le titulaire doit garantir une précision de purge permettant de respecter les contraintes décrites au §4.8.2 ci avant et ainsi éviter de trop fragiliser la structure. Toutes conséquences liées au non-respect de ces consignes, engagera la responsabilité du titulaire.

4.8.4. Protection du milieu environnant

L’attention du titulaire est attirée sur le fait qu’il devra s’assurer de bien confiner son atelier de purge pour éviter tous désordres que ce soit vis-à-vis des zones de chantier ou vis-à-vis des espaces et voiries surplombés.

A la fin de chaque nuit de purges, les voies circulées en journée de la RN13 devront être nettoyées en vue de la réouverture à la circulation en fin de nuit.

Le rejet des gravats ou de l’eau d’hydrodémolition dans le milieu naturel sont interdits. Les produits de démolition doivent être récupérés, chargés et évacués. Les gravats sont évacués vers une décharge agréée. L’eau récupérée doit être traitée conformément au Code de l’Environnement et à la Loi sur L’Eau.

Le SOSED et le mémoire technique doivent préciser les dispositions que prend l’entreprise.

4.8.5. Protection du personnel

L’utilisation de la technique de l’hydrodémolition pouvant être à l’origine de risques spécifiques, le titulaire adoptera toutes dispositions nécessaires pour se prémunir contre ces risques, qu’elles soient prévues explicitement ou non par la réglementation générale.

Les personnels autorisés à effectuer les travaux d’hydrodémolition (opérateurs de Robots ou Porte Lance) doivent avoir reçu de la part de l’entreprise une formation théorique et pratique conforme à la partie 7.1 du Guide de l’INRS « Équipements à jets d’eau sous Haute et Très Haute Pression – Équipements avec accessoires de projection guidés ou positionnés manuellement » et doivent avoir été dûment informés sur les risques potentiels d’accidents et la conduite à tenir dans ces situations. Les personnels opérateurs d’hydrodémolition doivent disposer d’une autorisation en cours de validité délivrée par le titulaire pour réaliser le type de travaux prévus.

L’entreprise fournit aux opérateurs les protections individuelles adaptées à la réalisation des travaux.

Les opérateurs d’hydrodémolition intervenants sur le chantier doivent disposer de références antérieures comparables. Si des personnels non expérimentés sont déployés sur le chantier, alors ils effectuent leur travail sous le contrôle d’opérateurs expérimentés. Ne sont autorisés à opérer sur le chantier que les personnels ayant participé aux épreuves de convenance ci après.

4.8.6. Épreuves de convenance

Avant le démarrage des travaux, dans le cadre du contrôle intérieur, le titulaire du marché réalise en présence du maître d’œuvre, une épreuve de convenance comprenant l’installation du matériel de purge, le cloisonnement de l’atelier de purge et la purge du béton. 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 du dispositif de cloisonnement de l’atelier de purge,
- la qualité du contrôle de la profondeur de purge,
- les dispositifs mis en œuvre pour l’évacuation des eaux et gravats engendrés par la purge,
- les techniques de mise en œuvre.

Ces essais sont à effectuer pour le type de purge utilisé : saignées de largeur 5cm et de profondeur 5cm.

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

Aucun opérateur d’hydrodémolition n’ayant pas pris part de manière concluante à ces épreuves n’est admis à procéder à des travaux d’hydrodémolitions.

ARTICLE 4.9. REGENERATION DE LA SOUS-FACE : MODE OPÉRATOIRE

La mise en œuvre du mortier ou béton par voie projetée doit être réalisée conformément aux prescriptions des normes NF P 95-102, EN 206-1-1/A1-1/A2, EN 14487-1 et 2.

Lors de la mise en œuvre de la régénération sur la sous-face de la dalle, une protection au niveau du balisage lourd devra être mise en place pour éviter toute projection sur les voies circulées.

4.9.1. Préparation de surface pour accrochage

Préalablement à la préparation du support, il est procédé contradictoirement 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 repiquage des parties dégradées du béton,
- au dégagement des aciers mis à nu,
- à l’enlèvement de la rouille non adhérente,
- au nettoyage par sablage jusqu’à l’apparition des grains de sable du béton en place,
- 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).
- À la réalisation d’essais d’adhérence de contrôle

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 Plan Qualité, et dont la traçabilité est assurée dans les documents de suivi d'exécution.

Il est demandé au titulaire de réaliser des essais SATTEC sur le parement préparé pour la projection. 3 pastilles doivent être testées à chaque essai. La valeur attendue est de 1.5 MPa. Le titulaire réalisera cet essai tous les 50 ml de support devant recevoir le béton projeté.

Conformément aux dispositions de l'article 4.8.10 du présent CCTP, le maître d'œuvre se réserve le droit d'effectuer à tout moment un contrôle extérieur inopiné du respect des procédures d'exécution.

4.9.2. Réalisation des scellements d'armatures de béton armé

4.9.2.1. Généralités

Des armatures de béton armé à haute adhérence seront utilisées pour assurer la couture entre le béton projeté et la dalle existante. Elles seront scellées au moyen d'un mortier de scellement dans des trous de diamètre égal à 1.5 fois le diamètre de celui des barres et d'une profondeur au moins égale à quinze fois le diamètre de la barre.

4.9.2.2. Réalisation des perçages

L'emplacement des perçages sera précisé sur le plan d'exécution qui définit le ferrailage passif de la pièce à percer ; l'axe de chacun des trous sera repéré à l'aide d'un dispositif non destructif type ferroskan, avec une précision de plus ou moins deux mm par le géomètre chargé des implantations, sachant que les perçages devront être réalisés avec une précision de plus ou moins cinq mm.

Le titulaire devra prendre toutes les précautions pour ne pas endommager les aciers passifs. Tout acier passif rencontré au cours d'un forage devra être relevé et signalé au Maître d'Oeuvre. Afin d'éviter de fragiliser la structure, les opérations de forage et de scellement seront réalisées par phases d'avancement.

Les trous de diamètre supérieur à vingt cinq mm seront exécutés au carottier à outil diamanté. Les trous de diamètre inférieur à vingt cinq mm seront réalisés avec des mèches et outils à percussion légère, avec un forage d'un avant-trou.

4.9.2.3. Réalisation des scellements

Les dimensions des forages (diamètres et profondeurs) et les produits de scellement devront être justifiés par le titulaire par référence à des essais réalisés en laboratoire mettant en évidence :

- la résistance aux efforts de traction (cisaillement à l'interface trou-mortier, mortier-tige scellée, rupture à l'arrachement du cône de béton, déplacement, rupture de la tige scellée),
- la résistance aux efforts tranchants (flexion de la tige),
- le comportement à des sollicitations de longue durée,
- les coefficients de sécurité à retenir en service et les dispositions constructives à respecter,
- les contrôles à opérer.

Le titulaire proposera à l'acceptation du Maître d'Oeuvre une notice donnant la préparation et la mise en œuvre des produits de scellement.

4.9.2.4. Assurance de qualité

Épreuve de convenance relative aux perçages

Les premiers perçages constitueront l'épreuve de convenance. Seront alors définitivement mises au point les opérations suivantes :

- implantation des axes et des berceaux de guidage des appareils de forage,
- réalisation des forages,
- nettoyage des forages,
- contrôle des trous exécutés.

Épreuve de convenance relative aux scellements

Contrôle interne

Le contrôle interne développé par le P.A.Q. portera sur l'implantation, et la réalisation des trous de scellement. En outre, chaque lot d'emploi du produit de scellement comportera la réalisation d'éprouvettes qui seront soumises à des essais de compression normalisés.

Le titulaire doit réaliser en essais de convenance deux scellements d'essai par zone type et par diamètre d'acier. Ces scellements sont testés par arrachement consistant à établir une courbe effort-déplacement jusqu'à la rupture. Ces essais sont à réaliser par le titulaire sous contrôle permanent du maître d'œuvre.

En épreuves de contrôle pendant la réalisation des scellements, deux (2) essais de traction restant dans le domaine de déformation élastique sont réalisés par le titulaire tous les 300 unités de scellement.

Contrôle extérieur

L'implantation des forages sur l'ouvrage sera réceptionnée par le Maître d'Œuvre. A cet effet, le titulaire avertira le Maître d'Oeuvre dès la fin de l'opération et au plus tard quarante huit heures avant le début des forages.

Les trous exécutés seront également réceptionnés par le Maître d'Oeuvre et dans les mêmes conditions de délais avant l'exécution des scellements.

4.9.3. Mise en œuvre des armatures pour béton armé

(art. 73 du fasc. 65 du CCTG, chapitre A.7 du fasc. 62 titre I section I du CCTG, norme NF A 35-027)

4.9.3.1. Façonnage des armatures

(art. 72 du fasc. 65 du CCTG)

Par dérogation au premier alinéa de l'article 72.1 du fascicule 65 du CCTG, le façonnage dans les coffrages de certaines armatures de diamètre supérieur à 12 mm pour les ronds lisses, 8 mm pour les armatures à haute adhérence, peut être admis par le maître d'œuvre sous réserve de la réalisation d'une épreuve de convenance de façonnage concluante. Cette épreuve, réalisée sur les premiers aciers façonnés met en évidence le respect de la conformité des façonnages par rapport aux plans d'exécution et aux normes, ainsi que l'absence de blessures aux parois des coffrages. L'acceptation de cette épreuve ne constitue pas un point d'arrêt, mais est un point critique. L'attention du titulaire est toutefois attirée sur le fait qu'une non conformité de façonnage, et/ou la présence de blessures aux coffrages peut entraîner le refus des aciers correspondants et/ou le remplacement des coffrages abîmés, pour permettre la levée du point d'arrêt de bétonnage, et cela aux frais du titulaire.

4.9.3.2. 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.

4.9.3.3. Mise en place des armatures

Si le titulaire a recours à une entreprise de pose, celle-ci doit bénéficier de la marque AFCAB-Pose d'armatures du béton.

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 mini pour permettre le passage des gros granulats.

L'enrobage, les recouvrements et tout dimensionnement de pièces métalliques doivent respecter les règles de l'Eurocode.

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.

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

4.9.3.4. Protection anti-corrosion des armatures

Lorsque l'épaisseur d'enrobage assurant la protection contre la corrosion ne peut être mise en œuvre, un traitement anticorrosion doit être appliqué sur les aciers. Ce traitement doit être conforme aux prescriptions de l'article 3.10.1.2 du présent CCTP.

4.9.4. Mise en place des coffrages

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

Une attention toute particulière doit être portée sur le coffrage des arêtes.

4.9.5. Projection

Préalablement au traitement des surfaces à projeter, un essai de convenance doit être réalisé en période de préparation, en présence du maître d'œuvre (cf. article 4.9.7).

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 être hautement qualifié « ASQUAPRO ».

La projection de béton ou de mortier 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 et le nombre de couches doivent être fixées en accord avec le maître d'œuvre. Elles doivent correspondre à l'épaisseur minimum satisfaisant aux conditions suivantes :

- compatibilité avec les moyens mis en œuvre et la position dans l'ouvrage,
- enrobage de 3 cm sur les armatures éventuelles. (ou plus suivant Eurocodes).

4.9.5.1. 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.

4.9.5.2. Aspects 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.

Etant donné que le gabarit du tunnel de la RN13 est limité en hauteur, le béton projeté ainsi que ses finitions devront être mis en œuvre de façon à conserver le même gabarit du tunnel.

4.9.5.3. 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 fois par jour pendant au moins quatre jours ou jusqu’à projection de la couche suivante.

L'eau de la cure est fournie par le titulaire et doit répondre aux prescriptions de la norme NF EN 1008.

Pour les couches intermédiaires, la cure se fait exclusivement par humidification à l’eau réalisée par arrosages fréquents.

Pour la couche finale, elle peut être réalisée soit par humidification à l’eau, soit par application d’un produit de cure conforme aux spécifications de l’article 3.10.3.8 du présent CCTP.

En atmosphère confinée, les produits contenant des solvants sont interdits.

Les conditions de la cure doivent être soumises à l’agrément du maître d’œuvre.

4.9.5.4. 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.

4.9.5.5. 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 35°C pendant au moins 72 heures.

4.9.6. Contrôle intérieur

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

Préparation du support :

Il est demandé au titulaire de réaliser des essais SATTEC sur le parement préparé pour la projection. 3 pastilles doivent être testées à chaque essai. La valeur attendue est de 1.5 MPa. Le titulaire réalisera cet essai tous les 50 m² de support devant recevoir le béton projeté.

Sondage au marteau :

Le titulaire doit vérifier la bonne adhérence du béton projeté au support par sondage au marteau (norme NF P 95-102).

Résistance à la compression :

Il est procédé aux essais de mesures des résistances à la compression. Les essais de résistance sont effectués à sept (7) jours et à vingt-huit (28) jours. La projection du béton est réalisée dans deux caisses avec prélèvement de 4 éprouvettes (2 par caisse, une pour l'essai à 7 jours et l'autre pour l'essai à 28 jours) pour tester la résistance à la compression. La projection dans des caisses est définie dans les normes NF P 95-102 et EN 14488-2. 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.

Le titulaire sera tenu de répéter ces contrôles tous les 50 m² de béton projeté.

Adhérence au support :

Pour cet essai de contrôle, il sera procédé au prélèvement de 6 carottes de 5cm de diamètre et de 10cm de long. Ces carottes seront soumises à l'essai de traction direct en laboratoire à 7 jours (3 carottes) et 28 jours (3 carottes). Les conditions de réalisation des essais d'adhérence sont définies dans la norme EN 11488-4. Le titulaire doit par la suite reboucher les trous laissés par les carottes.

Le titulaire sera tenu de répéter ces contrôles tous les 50 m² de renforcement de la traverse.

Le maître d'œuvre peut aussi faire réaliser un essai de traction directe, en laboratoire, sur une carotte prélevée dans le revêtement à tester selon la norme NF14488-4.

Tous les contrôles énumérés ci-dessus font parties du contrôle intérieur à la charge titulaire.

4.9.7. Les essais de convenance

Avant l'exécution des travaux, en période de préparation (au moins 28 jours avant le début de projection du béton de la phase d'exécution des travaux) et dans le cadre du contrôle intérieur, le titulaire du marché réalise en présence du maître d'œuvre et de son laboratoire de contrôle, des épreuves de convenance comprenant la projection du béton dans deux caisses avec prélèvement de 4 éprouvettes (2 par caisse, une pour l'essai à 7 jours et l'autre pour l'essai à 28 jours) pour tester la résistance à la compression (selon la norme NF EN 14488-2).

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 doivent être réalisés à l'aide des matériaux, matériels et porte-lance prévus pour l'exécution des travaux.

Ils portent sur :

- 1) l'applicabilité des produits,
- 2) la qualité du béton projeté.

Le titulaire doit également tester la résistance au gel interne à l'aide de l'essai de gel par application de la norme P 18-425 dans le cas du gel modéré.

Les prismes 10*10*40 cm sont prélevés par sciage dans des caisses de béton projeté confectionnées suivant les prescriptions de la norme NF P 95-102 article 8.1.1.1 Essai sur béton durci.

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.

4.9.8. Suivi de chantier

Le chantier peut démarrer lorsque les modalités du plan des contrôles, le cadre du journal de chantier sont précisément établis et acceptés par le maître d'œuvre.

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

- 1) le personnel,
- 2) la préparation du support,
- 3) la réception du béton avant projection,

- 4) la projection du béton, avec prélèvements d'échantillons,
- 5) l'épaisseur mise en œuvre,

Le contrôle de l'épaisseur, norme EN 1448866 minimale à mettre en œuvre est effectué au moyen de piges ou de tout autre dispositif adapté. Comme précisé dans le Plan Qualité, le titulaire doit préciser comment il contrôle le respect des épaisseurs.

- 6) l'adhérence au support

Les conditions de réalisation des essais d'adhérence sont définies dans la norme EN 11488-4.

- 7) la résistance en compression et de poinçonnement.

Les essais sur béton durci font partie du contrôle intérieur. Il est procédé aux essais de mesures des résistances à la compression. Les essais de résistance sont effectués à sept (7) jours et à vingt-huit (28) jours, à raison de 2 à chaque échéance. Trois carottes sont conservées pour des essais d'information éventuels.

Le lendemain de la projection, le maître d'œuvre procède à un sondage au marteau sur les parements projetés. Toutes les parties reconnues défectueuses (zones sonnant le creux ou anormalement fissurées) sont démolies puis reconstituées aux frais 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 parties du contrôle intérieur à la charge titulaire.

4.9.9. Contrôle extérieur

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

4.9.10. Dernières opérations préalables à la réception du béton projeté

Après la fin de la projection, une vérification est effectuée par le maître d'œuvre ou son représentant pour s'assurer que :

- toutes les surfaces prévues ont bien été traitées,
- les parties traitées ne présentent pas d'amorce de décollement, de fissuration anormale ou de traces d'humidité

- le nettoyage des parties voisines des zones traitées a été correctement effectué.

De plus, cette vérification permet de valider les plans de récolement destinés au dossier de l’ouvrage réparé.

ARTICLE 4.10. INJECTION : MODE OPÉRATOIRE

4.10.1.1. 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.

4.10.1.2. 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 énergétique 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.

4.10.1.3. 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.

4.10.1.4. 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 commencé 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).

4.10.2. Finitions après calfeutrements et/ou injections

Après injections, les injecteurs et événements sont retirés.

Conformément l'article 2.6 du présent CCTP, 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.

ARTICLE 4.11. COFFRAGES

(normes NF EN 13670/CN et P 18-503, art. 5.8 du fasc. 65 du CCTG)

4.11.1. Exigences générales

(normes NF EN 13670/CN)

Les coffrages utilisés pour la réparation de l'ouvrage et les parements obtenus doivent respecter les exigences définies dans les normes NF EN 13670/CN.

Pour l'application du 4.4 (3) de la norme NF EN 13670, dans le cadre de la préparation du chantier, le titulaire doit inclure dans son Plan Qualité une procédure précisant les conditions de réparation (traitements de surface, produits, etc.) des principales imperfections possibles. Cette procédure est validée par une épreuve de convenance.

Pour l'application du 5.6.2 (1) de la norme NF EN 13670, les trous résultant de la présence des tiges ou supports de coffrage ne sont rebouchés que si cette action est indispensable soit au fonctionnement d'un système de drainage ou d'étanchéité placé derrière le parement concerné soit à la durabilité du parement (cas d'une pièce de fixation métallique abandonnée dans le béton).

Pour l'application du 8.8 (1) de la norme NF EN 13670, chaque parement doit respecter les exigences du chapitre 5 du fascicule 65 du CCTG pour la classe de parement qui lui est affectée par le sous-article « Traitement des parements » du chapitre 1 du présent CCTP.

4.11.2. Exigences complémentaires

(art. 5.8 du fasc. 65 du CCTG)

4.11.2.1. Généralités

Outre les exigences générales définies ci-dessus, les coffrages doivent respecter certaines exigences complémentaires. Celles-ci sont constituées par toutes les exigences du chapitre 5 du fascicule 65 du CCTG ne contredisant pas celles des normes NF EN 13670/CN et par les exigences définies ci-dessous.

4.11.2.2. Préparation du support

Il est procédé à :

- l'enlèvement des parties dégradées,
- l'humidification du support avant bétonnage.

Le béton doit être saturé d'eau à refus mais non ruisselant. L'humidification doit être effectuée 6h avant le bétonnage. L'excédent éventuel avant bétonnage doit être soufflé à l'air avant la coulée. Le bétonnage traditionnel ou l'application manuelle de béton ne peut commencer qu'une fois les préparations suivantes terminées.

La restauration du piedroit est une réparation de numéro 3.2 : nouveau béton ou mortier coffré. Le

tableau 1 de la partie 6 de la norme 1504-10 indique que la préparation du support doit obéir aux parties 7.1 et 7.2 de la même norme, et les armatures à la partie 7.3 de la norme. A minima, la préparation consiste en un sablage (sec ou humide), ou un grenailage, ou un ponçage afin de nettoyer la surface et de créer une rugosité minimale.

Le béton faible, détérioré, endommagé et si nécessaire, sain doivent être enlevés. L'enlèvement doit être limité au minimum et à pour but de créer un support sain pour l'adhérence des bétons neufs. La méthode de démolition employée est le burinage manuel au marteau pneumatique, l'emploi de BRH sur chassis est interdit.

Un nettoyage est effectué après les travaux de préparation, de démolition, de scellements et d'ajout d'armature, de manière à assurer la propreté de la reprise de bétonnage après le repiquage ou l'enlèvement du béton. Après le nettoyage le support doit être exempt de poussière, de matériau décollé, de contaminants de surface et de matières qui réduisent ou empêchent l'adhérence ou l'humidification par les matériaux de réparation. Sauf si le nettoyage est réalisé juste avant l'application des matériaux de réparation, le support nettoyé doit être protégé contre le risque d'une nouvelle contamination ou alors le nettoyage doit être recommencé avant le bétonnage. La réalisation du lavage se fait conformément à l'article 5 de la norme NF P95-101.

Les renforcements en béton/mortier sont des réparations de numéros 3.2 : nouveau béton ou mortier coffré. (NF EN 1504-3, NF EN 1504-10, NF EN 1542) Le tableau 4 de la partie 9 de la Norme NF EN1504-10 précise les essais pour le contrôle à effectuer pour une réparation de type 3.2. En ce qui concerne la préparation du support, parmi les contrôles prévus/choisis nous retenons les contrôles suivants à effectuer à la fin de la préparation :

- (1) Essais de décollement : sondage au marteau, 1 tous les 4m² au moins, et sur les zones laissant un doute.
- (2) Propreté : aspect général du support avant application des produits hydrauliques.
- (3) Rugosité : observation.
- (5) Résistance superficielle à la traction : essais d'arrachement conformément à la norme EN 1542. La fréquence moyenne de cet essai est égale à 1 essai (groupe de 2 pastilles) tous les 30m². L'adhérence moyenne au support doit être de 2MPa avec un minimum toléré de 1,5MPa par groupe de trois pastilles de la même zone (carré de 10m par 10m).
- (10) : Température du support : un relevé avant chaque bétonnage ; la température du support doit être compatible avec la mise en oeuvre du produit hydraulique.

Si ces essais effectués après préparation révèlent l'insuffisance de celles-ci, le titulaire est tenu de recommencer les préparations (continuation du burinage, ou du sablage ou de l'hydrodémolition manuelle, puis des essais) jusqu'à obtention d'un support satisfaisant à tous les essais du présent article.

Le point d'arrêt correspondant à la réception des préparations de surface est levé par le Maître d'oeuvre, une fois que les contrôles de préparation ont donné satisfaction.

4.11.2.3. Réparations d'imperfections et de non-conformités

(normes NF EN 13670/CN, art. 8.8.4 du fasc. 65 du CCTG)

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

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

ARTICLE 4.12. ACIERS POUR BÉTON ARMÉ

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

4.12.1. Exigences générales

(art. 6 des normes NF EN 13670/CN)

La mise en œuvre des armatures de béton armé utilisées pour la réparation de l'ouvrage doit respecter les exigences définies dans les normes NF EN 13670/CN.

Pour l'application du 6.3 (1) de la norme NF EN 13670, 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, 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 (5) de la norme NF EN 13670, conformément au sous-article 71.3 du fascicule 65 du CCTG, le redressage d'armatures pliées accidentellement est interdit. Cependant, les parties demeurées droites peuvent être utilisées après élimination des parties pliées.

Pour l'application du 6.3 (5) de la norme NF EN 13670, conformément au sous-article 73.3 du fascicule 65 du CCTG, le redressage d'armatures pliées n'est autorisé que s'il est prévu dans les spécifications d'exécution et si ces armatures présentent une aptitude au redressage après pliage attestée par la certification AFCAB.

Pour l'application du 6.4 (2) de la norme NF EN 13670, le titulaire fait application des normes NF EN ISO 17660-1 et NF EN ISO 17660-2 pour le soudage des armatures.

Pour l'application du 6.4 (3) de la norme NF EN 13670, les armatures faisant l'objet d'une certification AFCAB ou équivalente couvrant l'opération de soudage permettent de satisfaire les exigences relatives au soudage par point.

Pour l'application du 6.5 (1) de la norme NF EN 13670, 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, 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.

4.12.2. Exigences complémentaires

(chap 6 du fasc. 65 du CCTG)

Outre les exigences générales définies ci-dessus, les armatures de béton armé doivent respecter certaines exigences complémentaires. Celles-ci sont constituées par toutes les exigences du chapitre 6 du fascicule 65 du CCTG ne contredisant pas celles des normes NF EN 13670/CN et par les exigences définies ci-dessous.

4.12.2.1. Généralités

Si le titulaire a recours à une entreprise de pose, celle-ci doit bénéficier de la marque AFCAB-Pose d’armatures du béton.

4.12.2.2. Mise en œuvre

Par dérogation au premier alinéa du sous-article 6.3.3 du fascicule 65 du CCTG, le façonnage dans les coffrages de certaines armatures de diamètre supérieur à 12 mm pour les ronds lisses, 8 mm pour les armatures à haute adhérence, peut être admis par le maître d’œuvre sous réserve de la réalisation d’une épreuve de convenance de façonnage concluante. Cette épreuve, réalisée sur les premiers aciers façonnés met en évidence le respect de la conformité des façonnages par rapport aux plans d’exécution et aux normes, ainsi que l’absence de blessures aux parois des coffrages. L’acceptation de cette épreuve ne constitue pas un point d’arrêt, mais est un point critique. L’attention titulaire est toutefois attirée sur le fait qu’une non-conformité de façonnage, et/ou la présence de blessures aux coffrages peut entraîner le refus des aciers correspondants et/ou le remplacement des coffrages abîmés, pour permettre la levée du point d’arrêt de bétonnage, et cela aux frais titulaire.

4.12.3. Enrobage des armatures selon règles européennes

Les enrobages des aciers passifs de l’ouvrage sont définis selon les règles européennes.

4.12.4. Ancrage des armatures

(FD P 18-823, FABEM-7)

4.12.4.1. Généralités

Les forages et les scellements sont fonction du cahier des charges du produit de scellement spécifié dans le paragraphe « Produit de scellement des armatures » de l’article « Aciers pour béton armé » du chapitre 3 du présent CCTP ou proposé par l’entreprise.

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.

4.12.4.2. 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.

4.12.4.3. 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.

ARTICLE 4.13. BÉTONS

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

4.13.1. Température du béton

(normes NF EN 13670/CN, art. 8.5.4 du fasc. 65 du CCTG)

le titulaire soumet au maître d'œuvre les dispositions qu'il propose de prendre pour limiter la température maximale du béton frais (utilisation de ciments à faible chaleur d'hydratation et/ou d'eau refroidie, formulation permettant de minimiser le dégagement de chaleur, réduction du délai entre la fabrication et la mise en place, recours au travail de nuit, etc.) et en complément de celles qui résultent du sous-article « Cure » du présent article du présent CCTP.

Lorsque la température du béton au moment de sa mise en œuvre est susceptible de dépasser +32 °C, le niveau le plus contraignant de ces dispositions doit être prévu.

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

4.13.2. Reprises de bétonnage

(art. 8.4.1.2 du fasc. 65 du CCTG)

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

- Exécution de stries ou indentations diverses : les surfaces du béton originel sur lesquelles devront être effectuées des reprises de bétonnage seront repiquées mécaniquement de manière à obtenir une surface rugueuse et dépourvue de laitance avec des indentations dont les saillies seront égales à 5 mm au minimum ;
- Les surfaces de reprises de bétonnage seront humidifiées avant bétonnage ;
- Les reprises doivent se confondre rigoureusement avec les joints de coffrage.

Les moyens utilisés par le titulaire seront soumis à l'acceptation du maître d'œuvre après la réalisation d'une épreuve de convenance, de façon à vérifier leur agressivité.

4.13.3. Cure

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

4.13.3.1. Exigences générales

(normes NF EN 13670/CN)

La cure est indispensable et doit être appliquée par le titulaire le plus tôt possible après la mise en œuvre du béton.

Pour l'application du 8.5 (7) de la norme NF EN 13670, la classe de cure à retenir est la classe 2. La durée de la cure est donnée par le tableau F1 de la norme NF EN 13670/NA.

4.13.3.2. Exigences complémentaires

(art. 8.5 du fasc. 65 du CCTG)

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

Pour l’application du 8.5 (3) de la norme NF EN 13670, la cure peut faire appel, successivement ou de manière séparée, aux méthodes suivantes :

- Maintien du coffrage en place ;
- Application sur le béton d’une bâche hermétique et étanche à la vapeur ;
- Mise en place sur la surface du béton de couvertures mouillées et maintien de leur surface humide ;
- Apport d’eau en quantité appropriée pour maintenir la surface du béton visiblement humide ;
- Application sur la surface de béton d’un produit de cure titulaire de la marque NF-Produits de cure.

Les durées indiquées dans le tableau F1 de la norme NF EN 13670 sont susceptibles d’être adaptées sur la base d’une étude de maturométrie, telle que définie au 8.5.3 du fascicule 65 du CCTG.

Les produits de cure teintés, qui permettent de contrôler facilement la continuité du film, ne doivent pas être utilisés sur les parements, sauf essai de convenance favorable. Dans le cas de mise en place de bâches étanches maintenues en permanence, le titulaire doit, soit assurer un contact complet avec le béton, ce qui est exclu dans le cas des parements, soit laisser un vide d’air continu de façon que le traitement soit homogène.

L’application des produits de cure doit être compatible avec les revêtements définitifs prévus au marché.

4.13.4. 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 sous-article « Études des bétons » de l’article « Bétons et mortiers hydrauliques » du chapitre 3 du présent CCTP.

4.13.5. Assurance de qualité

4.13.5.1. Épreuve de convenance.

Cette épreuve proposée dans le PAQ par le titulaire à l’acceptation du maître d’œuvre porte sur le traitement des surfaces de reprise.

4.13.5.2. Contrôle intérieur

Se reporter aux dispositions du fascicule 65 du CCTG et à l’article 3.7.5 ci-avant en ce qui concerne les épreuves de contrôle et d’information sur prélèvements.

4.13.5.3. Contrôle extérieur

Il portera, en particulier, sur le traitement des surfaces de reprise et sur les dimensions et positions des cheminées de bétonnage dans les cages d’armatures.

Le bétonnage constitue un point d’arrêt.

ARTICLE 4.14. MATÉRIAU COMPOSITE POUR RENFORCEMENT

4.14.1. Travaux préparatoires avant mise en œuvre

4.14.1.1. Qualité et résistance du béton

Les dégradations superficielles du béton seront réparées suivant la norme NF P 95-101. En cas de forte dégradation, le maître d’œuvre et le bureau d’études devront statuer sur l’action corrective de la non-conformité enregistrée.

Les anciennes réparations et les « ragréages » défectueux (c’est-à-dire dont l’adhérence est inférieure à la cohésion superficielle du béton) seront complètement éliminés et réparés suivant la norme NF P 95-101.

La surface ragréée devra être inférieure à 20 % de la surface collée. Dans le cas de dépassement de cette valeur, le titulaire doit en informer le maître d’œuvre pour définir la conduite à tenir.

4.14.1.2. Peau continue

L’épiderme du béton doit être continu. Les opérations suivantes doivent être effectuées :

- Assainir le béton par élimination des corps étrangers et zones ségrégées, repiquer la surface des cavités, couper les excroissances et annuler par meulage les balèvres ;
- Obturer toutes les cavités à l’aide du mortier de ragréage visé au chapitre 3 ;
- Effectuer un bouche-pore du support à l’aide du produit de bouchage visé au chapitre 3 ;
- Injecter les fissures d’ouverture supérieures à 0,3 mm à l’aide d’un produit adapté. Les travaux s’effectuent conformément à la norme NF P 95-103 ;
- Chanfreiner les arêtes par meulage pour former un congé d’au moins 1 cm de côté.

4.14.1.3. Planéité du support

La surface du béton qui reçoit le renfort doit présenter au minimum les tolérances de formes d’un parement simple suivant l’article 62.1.2 du fascicule n°65.

Les reprises de planéité seront exécutées par meulage ou par mise en œuvre du produit de reprofilage visé au chapitre 3.

4.14.1.4. Courbure admissible du support

Chaque procédé définit, dans son cahier des charges, les rayons de courbure admissibles.

4.14.1.5. Préparation du support béton

Humidité du support

Avant la mise en œuvre du procédé, le support ne doit comporter ni ruissellement, ni zone humide brillante. Sinon il convient d'assécher le support et d'éliminer la source d'eau.

Si le support est « SATURE MAT », une mesure d'humidité massique est effectuée à l'aide d'un appareil de contrôle à acétylène ; l'humidité ne doit pas dépasser la teneur indiquée dans la fiche technique du procédé.

Si le support est sec, aucun contrôle n'est nécessaire sauf si, compte-tenu de l'exposition de la structure, un doute subsiste. Dans ce cas, une mesure d'humidité massique est à réaliser comme ci-dessus.

Surface du support

Le support béton fera obligatoirement l'objet d'une préparation de surface de manière à optimiser les forces de liaison adhésif/béton.

Cette préparation ne doit pas affaiblir la surface du béton mais :

- Créer une rugosité de surface ;
- Rendre la surface chimiquement propre ;
- Retirer la laitance superficielle et éliminer tous revêtements.

Les techniques recommandées sont le sablage à sec ou à défaut :

- Sablage humide (prévoir le séchage du béton) ;
- Lavage à l'eau sous très haute pression (prévoir le séchage du béton) ;
- Ponçage au disque diamanté suivi d'une aspiration.

Les techniques qui créent des micro-fissurations dans le béton seront proscrites (bouchardage, burinage, décapage thermique, etc.).

La cohésion superficielle du béton après préparation devra être supérieure ou égale à celle minimum prise en compte dans la note de dimensionnement.

4.14.1.6. Confection d'éprouvettes pour le suivi du vieillissement

le titulaire réalisera deux éprouvettes.

Cette série est constituée d'éprouvettes sur des dalles support en béton revêtu du même revêtement que celui mis en œuvre.

Les dimensions des dalles en béton sont de 600 mm x 600 mm x 50 mm.

Une projection d'abrasifs est opérée sur les dalles supports de façon à obtenir un état de surface aussi proche que possible de celui réalisé sur l'ouvrage à réparer. Cette opération simultanément à la préparation de la zone à traiter. Le degré d'humidité de la plaque est vérifié comme pour le béton de la zone à traiter. Les dalles supports d'éprouvettes sont revêtues

simultanément à la réalisation du renforcement de la structure et doivent comporter le système complet. Un pré-découpage est également réalisé à la scie diamant pour les éprouvettes béton.

Le repérage des plaques est réalisé au marqueur indélébile.

4.14.2. Mise en œuvre du renforcement

4.14.2.1. Mise en œuvre des résines

Elle n’est permise que dans les conditions climatiques suivantes :

- Le poste de collage doit être à l’abri de tout ruissellement ;
- Température minimale du support + 5° C ;
- Au-dessus de 80 % d’humidité relative, la fréquence des contrôles de condensation doit être augmentée.

4.14.2.2. Stockage des matériaux

Les matériaux (résines et fibres) doivent être stockés dans un abri chauffé ou ventilé pour être conservés aux températures optimales données dans la fiche technique du procédé.

4.14.2.3. Températures de mise en œuvre des résines

Elles doivent rester dans l’intervalle donné dans la fiche technique du procédé pour permettre :

- Une mise en œuvre à la viscosité recommandée par le fabricant ;
- D’avoir une DPU suffisante pour effectuer correctement les opérations nécessaires à la bonne pose du renfort (marouflage, enduit) ;
- Une polymérisation correcte et une bonne adhérence ;
- Le non-dépassement de la température maximale recommandée par le fabricant.

4.14.2.4. Environnement et organisation d’un chantier d’application

Le phasage (préparation du support-collage) doit être organisé pour que la poussière dégagée par la préparation du support ne vienne pas dans le poste de collage.

D’autres corps d’état ne doivent pas intervenir s’ils risquent d’envoyer des contaminants dans la zone de collage.

ARTICLE 4.15. ÉTANCHEMENT

4.15.1. Contrôle intérieur - Journal de chantier de l’entreprise

Le Plan Qualité décrit les modalités du contrôle intérieur. Il prévoit également la tenue par le titulaire d’un journal de chantier, qui doit permettre :

- De connaître à tout moment l’état d’avancement des travaux,
- D’effectuer le contrôle instantané de la consommation des produits et de la quantité des surfaces traitées,

- D'apprécier l'incidence éventuelle des problèmes d'exécution sur le déroulement des travaux.

Par journée de travail, le journal de chantier doit comporter :

- Les conditions climatiques d'exécution avec leurs conséquences sur l'avancement des travaux,
- Les éléments de gestion des stocks produits,
- Les surfaces exécutées, en cours d'exécution, aux différents stades d'avancement,
- Tous les problèmes d'exécution rencontrés et les solutions apportées.

Tous les éléments ci-dessus relèvent du processus d'exécution et sont donc du ressort des contrôles intérieurs à la charge du titulaire.

Le cadre de ce journal est examiné en détail lors de la réunion préparatoire du chantier afin qu'à l'issue de cette réunion, le titulaire et le maître d'œuvre soient bien d'accord, notamment sur la consistance, l'organisation et la traçabilité des contrôles intérieur et extérieur.

4.15.2. Les essais de convenance

Avant le démarrage des travaux d'étanchement, 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 des supports 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 de l'étanchement,

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.

4.15.3. Suivi de chantier

Le chantier peut démarrer lorsque les modalités du plan des contrôles, le cadre du journal de chantier sont précisément établis et acceptés par le maître d'œuvre.

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

- la préparation des surfaces,
- la réception des produits,
- l'application des produits.

Tous les contrôles énumérés ci-dessus font partie du contrôle intérieur à la charge du titulaire.

4.15.4. Préparations de surfaces

Chaque préparation de surface fait l'objet d'un contrôle intérieur dont les modalités sont définies dans le Plan Qualité, 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 de la préparation des surfaces.

4.15.5. Support d'étanchéité

4.15.6. Réalisation de l'étanchéité

Elle doit être réalisée conformément aux prescriptions du fascicule 67 titre I du CCTG, du STER 81 et de l'avis technique du procédé.

L'application de l'étanchéité se fait obligatoirement sous la responsabilité du chef de chantier de l'entreprise titulaire.

4.15.6.1. Support

(article 9 du fascicule 67 titre I du CCTG)

Comme prévu à l'article 9.1.2.1 du fascicule 67 titre I du CCTG, la rugosité maximale admissible doit être :

- dans le cas d'un complexe de type asphalte, inférieure ou égale à la plaquette étalon P2 avec une valeur de profondeur moyenne de macrotexture (PMMT, norme NF EN 13036-1), inférieure ou égale à 1,5 mm.
- dans le cas d'un complexe comportant une feuille préfabriquée adhérente au support, strictement inférieure à la plaque P2 avec une valeur de profondeur moyenne de macrotexture (PMMT, norme NF EN 13036-1), inférieure à 1,5 mm.
- dans le cas d'un Système d'Etanchéité Liquide (cas des trottoirs notamment), strictement inférieure à la plaque P1 avec une valeur de profondeur moyenne de macrotexture (PMMT, norme NF EN 13036-1), inférieure ou égale à 1 mm.

La valeur de la contrainte de résistance à la traction moyenne de la peau du béton doit être supérieure ou égale à deux (2) MPa.

Le produit de cure éventuel doit être éliminé par projection d'abrasif (grenaillage de préférence).

Dans le cas où l'état de surface, la rugosité ou la contrainte de résistance à la traction ne sont pas conformes, le titulaire propose à l'acceptation du maître d'œuvre une solution de remise en état.

Les engravures ont une hauteur au moins égale à 10 cm et une profondeur de 3 à 4 cm.

La mise en œuvre de l'étanchéité n'est entreprise qu'après réception du support par le maître d'œuvre (point d'arrêt).

4.15.6.2. Programme d'exécution et de mise en œuvre

La réalisation doit être conforme aux prescriptions des articles 10 et 11 du fascicule 67 titre I du CCTG.

Le programme d'exécution et de mise en œuvre doit notamment comporter :

- les dessins d'exécution de la section courante et des points singuliers, y compris arrêts de chantier dans le cas d'un travail par demi chaussées,
- les délais d'exécution de chaque phase,
- les moyens mis en œuvre,
- les répercussions sur la circulation de chantier.

4.15.7. Tolérances sur l'ouvrage fini

(chapitre 16 du fascicule 65 du CCTG)

Le chapitre 16 du fascicule 65 du CCTG est complété de la façon suivante.

La conformité du nivellement du projet est appréciée avant chacune des principales phases du décaissement, de création du support d'étanchéité, de remblaiement.

Le titulaire doit lever les profils en long et en travers avec des points suffisamment rapprochés. Il doit communiquer ces profils par écrit au maître d'œuvre.

Tout point bas intermédiaire, constaté ou prévisible compte tenu des déformations différées ultérieures doit faire l'objet d'un rattrapage de l'extrados, conformément aux dispositions du fascicule 67 du CCTG.

Les profils de la chaussée sur l'ouvrage doivent être conformes aux plans du projet. Contrôle extérieur

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

ARTICLE 4.16. OPÉRATION DE VÉRINAGE

4.16.1. Généralité

Si le titulaire estime que le vérinage de la dalle est nécessaire, il est rappelé que ce vérinage est réalisé pour les reprendre les charges permanentes lors du renforcement de la sous-face de la dalle Nord.

Les fiches techniques des matériels nécessaires aux opérations de vérinage sont fournies au maître d'œuvre, ces fiches comprendront, entre autres, les informations concernant l'alésage, les frottements, la course des vérins, les capacités de rotation...

La puissance de matériel nécessaire au vérinage présente un coefficient de sécurité d'au moins 1,5 par rapport à la réaction maximale attendue, tout phénomène de biais et/ou de dissymétrie pris en compte.

Chaque type du matériel de vérinage possèdera deux éléments de secours pour être remplacé rapidement en cas de défaillance.

Le schéma de montage sera soumis à l'acceptation du maître d'œuvre, ainsi que les phases et ordres de déplacement.

Lors des opérations de vérinage, le pilotage des divers vérins est centralisé afin de regrouper les informations de pression et de déplacement. La précision de levage (contrôle des pressions, contrôle des déplacements) du dispositif, doit être compatible avec les différences transversales et longitudinales de niveaux maximales admissibles par la traverse telles qu'elles ressortent des calculs joints à la procédure.

Sur une même ligne d'appui transversale, le dispositif doit permettre de connaître à tout moment le déplacement et la réaction au droit de chaque point de vérinage.

Il sera donné priorité au déplacement, cependant le maître d'œuvre pourra prescrire un équilibrage en fin de course et au début de la phase de dévérinage.

le titulaire définit les mesures à prendre lors des opérations de vérinage pour absorber les mouvements dus aux écarts thermiques attendus.

Le chargé des opérations de vérinage, COV (voir art. 2.10.8 du présent CCTP) est présent sur le site pendant toutes les opérations de vérinage.

4.16.2. Mise en place de l'étalement de la traverse

L'étalement de la traverse est considéré comme un ouvrage provisoire de première catégorie. Si besoin, il sera installé de façon à pouvoir accueillir des vérins équipés d'écrous de sécurité et de têtes rotulées.

L'entreprise prévoira alors l'accessibilité aux zones de vérinage pour le contrôle extérieur.

Une fixation de l'étalement à l'appui est envisagée : dans ce cas, le dispositif de liaison entre les deux structures sera ancré dans l'appui par scellement. La zone de forage sera déterminée de manière à éviter tout contact avec les armatures existantes, par un sondage non destructif.

4.16.3. Conduite des opérations de vérinage

S'il est nécessaire de procéder au vérinage de la dalle Nord, alors l'ensemble des opérations de vérinage se réalisera sous le contrôle et la responsabilité du COV (voir art. 2.10.8 du présent CCTP). Ce dernier assure un suivi des opérations par le moyen de fiches informatisées ou manuelles dans lesquelles sont indiquées les températures relevées sur le site, l'historique des pressions, des déplacements, le recensement des alertes et des actions correctives les éventuels problèmes rencontrés sur le matériel, etc. Ces fiches sont fournies au maître d'œuvre dans les 48h suivant chaque étape du vérinage et sont intégrées au dossier de récolement fourni en fin de chantier (voir art. 2.21 du présent CCTP). De plus, le COV s'assurera de la conformité et de la stabilité du calage mis en place avant le démarrage des opérations.

Le COV vérifiera la compatibilité entre les contraintes dues à la température prises en compte par l'entreprise dans les calculs et les températures prévisibles sur la phase de chantier considérée.

Un suivi altimétrique et planimétrique sera réalisé par l'entreprise avant et après les opérations de vérinage. Les résultats obtenus et leur interprétation seront fournis au maître d'œuvre.

Le contrôle de l'intégrité de la structure sera réalisé par un suivi strict des tolérances précisée dans les hypothèses de calcul. L'entreprise ouvrira une fiche de non conformité en cas de non respect de cette clause.

Quelle que soit la méthodologie de mesure des déplacements employée par l'entreprise, les valeurs devront être en absolu par rapport à la position initiale du tablier.

En cas d'asservissement automatisé, l'entreprise proposera à l'agrément du maître d'œuvre les alertes qu'il compte programmer. Il sera notamment prévu un dispositif d'arrêt automatique en cas d'anomalie sur les capteurs de déplacements.

ARTICLE 4.17. ACHÈVEMENT DES TRAVAUX

Toute imperfection (défaut géométrique, défaut de nettoyage ou d'aspect...) du fait de l'entreprise est reprise aux frais du titulaire.

ARTICLE 4.18. REMISE EN ETAT DES LIEUX ET NETTOYAGE FINAL

(art. 37 du CCAG-T, art. 4.5 du fasc. 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, à ses frais, les talus et les abords de l'ouvrage.

ANNEXE NORMATIVE

I – Textes législatifs et réglementaires cités par le présent CCTP :

Titre et date du texte	Article du CCTP concerné
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 »	2.14.
Décret du 2019-165 du 5 mars 2019 relatif au système national de référence de coordonnées	1.3.1.1., 1.3.1.2.
Décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique	2.14.
Décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français	2.14.
Décret n° 2012-970 du 20 août 2012 relatif aux travaux effectués à proximité des réseaux de transport et de distribution	1.3.4.

II – Normes contractualisées par les fascicules du CCTG et rappelées par le présent CCTP :

Indice et date de la norme	Statut	Fascicule du CCTG concerné	Article du CCTP concerné
FD P 18-503 de novembre 1989	fascicule de doc.	Fascicule 65 du CCTG	4.7
NF EN 1008 de juillet 2003	norme homologuée	Fascicule 65 du CCTG	3.9.3.7.

NF EN 1992-1-1 de octobre 2005	norme homologuée	Fascicule 65 du CCTG	1.3.5.2., 2.14., 4.8.1.,
--------------------------------	------------------	----------------------	--------------------------

III – Normes visées par le présent CCTP sans lien avec le CCTG :

Indice et date de la norme	Statut	Article du CCTP concerné
FD P 15-010 de octobre 1997	fascicule de doc.	3.9.3.4.
FD P 18-011 de mars 2016	fascicule de doc.	3.9.2.
FD P 18-464 de avril 2014	fascicule de doc.	1.3.5.3., 2.8.10.2.2., 3.9.3.3., 3.9.3.6., 3.9.5.1.
FD P 18-542 de novembre 2017	fascicule de doc.	2.8.10.1., 2.8.10.2.2., 3.9.7.2.
FD P 18-823 de octobre 2011	fascicule de doc.	2.14., 4.8.4., 4.8.4.1., 4.8.4.2.
NF DTU 44.1 P1 de août 2012	norme homologuée	3.6., 3.6.1.2.
NF DTU 44.1 P1-1 de août 2012	norme homologuée	4.6.8.1.
NF EN 1015-17 de février 2001	norme homologuée	3.5.1., 3.8.3.
NF EN 1097-2 de juin 2010	norme homologuée	2.8.10.1.
NF EN 1097-6 de janvier 2014	norme homologuée	2.8.10.1.
NF EN 12190 de décembre 1998	norme homologuée	3.5.1.
NF EN 12614 de avril 2005	norme homologuée	3.8.3.
NF EN 13057 de décembre 2002	norme homologuée	3.5.1.
NF EN 13108-1 de février 2007	norme homologuée	4.6.9.
NF EN 13108-7 de décembre 2006	norme homologuée	4.6.9.
NF EN 13139 de janvier 2003	norme homologuée	2.8.10.1.

NF EN 13295 de octobre 2004	norme homologuée	3.5.1.
NF EN 13412 de décembre 2006	norme homologuée	3.5.1.
NF EN 13584 de mars 2004	norme homologuée	3.5.1.
NF EN 1367-1 de août 2007	norme homologuée	2.8.10.1.
NF EN 13670/CN de février 2013	norme homologuée	1.3.4.1., 1.3.5., 2.1., 2.2., 2.5., 2.6., 2.8., 2.9.10., 2.9.11., 2.9.12., 2.9.12.1., 2.17., 3.2.4.1., 3.2.4.1.1., 3.2.4.1.4., 3.4., 3.4.5.1., 3.4.5.1.1., 3.4.5.1.4., 4.5., 4.5.2.1.
NF EN 13687-1 de décembre 2002	norme homologuée	3.2.1.
NF EN 14487-1 de mars 2006	norme homologuée	3.4., 4.5.
NF EN 14487-2 de août 2007	norme homologuée	3.4., 4.5.
NF EN 14488-1 de octobre 2005	norme homologuée	4.5.6.
NF EN 14488-2 de octobre 2006	norme homologuée	4.5.6., 4.5.7.
NF EN 14488-4+A1 de mai 2008	norme homologuée	3.4.2., 3.4.2.1., 4.5.6., 4.5.7.
NF EN 14488-6 de août 2006	norme homologuée	4.5.7.
NF EN 14889-1 de novembre 2006	norme homologuée	3.4.4.7.
NF EN 1504-10 de avril 2004	norme homologuée	4.3., 4.3.1., 4.3.3., 4.4., 4.4.1., 4.4.3.
NF EN 1504-3 de février 2006	norme homologuée	3.2., 3.2.1., 4.3.6.2.
NF EN 1504-5 de mars 2005	norme homologuée	3.3., 3.3.1.1., 3.3.1.1.1., 4.4.6.2.
NF EN 1504-6 de novembre 2006	norme homologuée	3.2.4.2., 3.4.5.2.
NF EN 1504-7 de novembre 2006	norme homologuée	3.2.5., 3.4.6.

NF EN 15167-1 de septembre 2006	norme homologuée	3.4.4.6.
NF EN 15167-2 de septembre 2006	norme homologuée	3.4.4.6.
NF EN 15183 de janvier 2007	norme homologuée	3.2.5., 3.4.6.
NF EN 15184 de novembre 2006	norme homologuée	3.2.5., 3.4.6.
NF EN 1542 de juillet 1999	norme homologuée	3.2.1.
NF EN 1544 de mars 2007	norme homologuée	3.2.4.2., 3.4.5.2.
NF EN 1744-1+A1 de février 2014	norme homologuée	2.9.10.1.
NF EN 1766 de avril 2017	norme homologuée	3.2.1.
NF EN 1881 de juillet 2007	norme homologuée	3.2.4.2., 3.4.5.2., 4.5.2.2.3.
NF EN 196-2 de septembre 2013	norme homologuée	3.4.4.4.1.
NF EN 197-2 de mai 2014	norme homologuée	3.4.4.4.
NF EN 1990 de mars 2003	norme homologuée	2.14.
NF EN 1990/A1 de juillet 2006	norme homologuée	2.14.
NF EN 1990/A1/NA de décembre 2007	norme homologuée	2.14.
NF EN 1990/NA de décembre 2011	norme homologuée	2.14.
NF EN 1991-1-1 de mars 2003	norme homologuée	2.14.
NF EN 1991-1-3 de avril 2004	norme homologuée	2.14.
NF EN 1991-1-3/NA de mai 2007 + A1	norme homologuée	2.14.
NF EN 1991-1-4 de novembre 2005 + A1	norme homologuée	2.14.

NF EN 1991-1-4/NA de mars 2008 + A1	norme homologuée	2.14.
NF EN 1991-1-5 de mai 2004	norme homologuée	2.15.
NF EN 1991-1-5/NA de février 2008	norme homologuée	2.14.
NF EN 1991-1-6 de novembre 2005	norme homologuée	2.14.
NF EN 1991-1-6/NA de mars 2009	norme homologuée	2.14.
NF EN 1991-1-7 de février 2007	norme homologuée	2.14.
NF EN 1991-1-7/NA de septembre 2008	norme homologuée	2.14.
NF EN 1991-2 de mars 2004	norme homologuée	2.14.
NF EN 1991-2/NA de mars 2008	norme homologuée	2.14.
NF EN 1992-1-1/NA de mars 2016	norme homologuée	2.14., 4.5.2.1.
NF EN 1992-2 de mai 2006	norme homologuée	2.14., 4.5.2.1.
NF EN 1992-2/NA de avril 2007	norme homologuée	2.14., 4.5.2.1.
NF EN 1993-1-1 de octobre 2005	norme homologuée	2.14.
NF EN 1993-1-1/NA de août 2013	norme homologuée	2.14.
NF EN 1993-1-10 de décembre 2005	norme homologuée	2.14.
NF EN 1993-1-10/NA de avril 2007	norme homologuée	2.14.
NF EN 1993-1-5 de mars 2007	norme homologuée	2.14.
NF EN 1993-1-5/NA de octobre 2007	norme homologuée	2.14.

NF EN 1993-1-8 de décembre 2005	norme homologuée	2.14.
NF EN 1993-1-8/NA de juillet 2007	norme homologuée	2.14.
NF EN 1993-1-9 de décembre 2005	norme homologuée	2.14.
NF EN 1993-1-9/NA de avril 2007	norme homologuée	2.14.
NF EN 1993-2 de mars 2007	norme homologuée	2.14.
NF EN 1993-2/NA de décembre 2007	norme homologuée	2.14.
NF EN 1994-1-1 de juin 2005	norme homologuée	2.14.
NF EN 1994-1-1/NA de avril 2007	norme homologuée	2.14.
NF EN 1994-2 de février 2006	norme homologuée	2.14.
NF EN 1994-2/NA de mai 2007	norme homologuée	2.14.
NF EN 1997-1 de juin 2005	norme homologuée	2.14.
NF EN 1997-1/NA de septembre 2006	norme homologuée	2.14.
NF EN 1998-1 de septembre 2005 + A1	norme homologuée	2.14.
NF EN 1998-1/NA de décembre 2013	norme homologuée	2.14.
NF EN 1998-2 de décembre 2006 + A1 + A2	norme homologuée	2.14.
NF EN 1998-2/NA de avril 2013	norme homologuée	2.14.
NF EN 1998-5 de septembre 2005	norme homologuée	2.14.

NF EN 1998-5/NA de octobre 2007	norme homologuée	2.14.
NF EN 206/CN de décembre 2014	norme homologuée	3.4., 3.4.2., 3.4.2.2., 3.4.2.3., 4.5.
NF EN 933-1 de mai 2012	norme homologuée	2.9.10.1.
NF EN 933-3 de mars 2012	norme homologuée	2.9.10.1., 3.4.4.1.
NF EN 933-7 de août 1998	norme homologuée	2.9.10.1.
NF EN 933-8+A1 de juillet 2015	norme homologuée	2.9.10.1., 3.4.4.2.
NF EN 933-9+A1 de juin 2013	norme homologuée	2.9.10.1.
NF EN 934-5 de décembre 2007	norme homologuée	3.4.4.5.
NF EN ISO 11600 de mai 2004 + A1	norme homologuée	3.3., 3.3.1.3.
NF P 18-454 de décembre 2004	norme homologuée	3.4.4.4.1.
NF P 18-513 de août 2012	norme homologuée	3.4.4.6.
NF P 18-576 de février 2013	norme homologuée	2.9.10.1.
NF P 95-101 de novembre 1993	norme homologuée	3.2., 4.3., 4.3.1.
NF P 95-102 de avril 2002	norme homologuée	3.4., 3.4.3., 3.4.4.1., 3.4.7.4., 4.5., 4.5.7.
NF P 95-103 de juin 1993	norme homologuée	3.3., 3.3.1.1., 3.3.1.2., 3.3.1.3., 4.4., 4.4.1., 4.4.3., 4.4.9.
NF P 98-150-1 de juin 2010	norme homologuée	4.6.9.
NF P 98-150-2 de avril 2011	norme homologuée	4.6.9.
NF P18-594 de juillet 2017	norme expérimentale	2.9.10.1., 2.9.10.2.2., 3.4.4.1.1.

IV – Normes visées par le présent CCTP remplaçant des normes contractualisées par des fascicules du CCTG :

Indice et date de la norme	Statut	Substitution	Article du CCTP concerné
NF A 35-015 de novembre 2009	norme homologuée	remplace la norme NF A 35-015 de novembre 2007 qui a elle-même remplacé la norme NF A 35-015 de octobre 1996 visée par le fascicule 65 du CCTG	3.2.4.1., 3.2.4.1.3., 3.4.5.1., 3.4.5.1.3.
NF A 35-020-1 de novembre 2011	norme homologuée	remplace la norme NF A 35-020-1 de juillet 1999 visée par le fascicule 65 du CCTG	3.2.4.1.5., 3.4.5.1.5.
NF A 35-027 de décembre 2015	norme homologuée	remplace la norme NF A 35-027 de janvier 2003 visée par le fascicule 65 du CCTG	3.2.4.1., 3.2.4.1.1., 3.4.5.1., 3.4.5.1.1.
NF A 35-080-1 de décembre 2013	norme homologuée	remplace les normes NF A 35-016-1 et NF A 35-019-1 de octobre 1996 visées par le fascicule 65 du CCTG	3.2.4.1., 3.2.4.1.4., 3.4.5.1., 3.4.5.1.4.
NF A 35-080-2 de décembre 2013	norme homologuée	remplace les normes NF A 35-016-2 et NF A 35-019-2 de octobre 1996 visées par le fascicule 65 du CCTG	3.2.4.1., 3.2.4.1.2., 3.4.5.1., 3.4.5.1.2.
NF EN 12390-3 de avril 2012	norme homologuée	remplace la norme NF EN 12390-3 de février 2003 visée par le fascicule 65 du CCTG	3.4.2., 3.4.2.1.
NF EN 12620+A1 de juin 2008	norme homologuée	remplace la norme NF EN 12620 de août 2003 visée par le fascicule 65 du CCTG	2.9.10.1., 3.4.4.1.

NF EN 13263-1+A1 de mai 2009	norme homologuée	remplace la norme NF EN 13263-1 de septembre 2005 visée par le fascicule 65 du CCTG	3.4.4.6.
NF EN 197-1 de avril 2012	norme homologuée	remplace la norme NF EN 197-1 de février 2001 visée par le fascicule 65 du CCTG	3.4.4.4.
NF P 18-370 de juillet 2013	norme homologuée	remplace la norme NF P 18-370 d'octobre 1995 visée par le fascicule 65 du CCTG	3.4.4.9.
NF P 18-508 de janvier 2012	norme homologuée	remplace la norme NF P 18-508 de juillet 1995 visée par le fascicule 65 du CCTG	3.4.4.6.
NF P 18-509 de septembre 2012	norme homologuée	remplace la norme NF P 18-508 de décembre 1998 visée par le fascicule 65 du CCTG	3.4.4.6.
NF P 18-545 de septembre 2011	norme homologuée	remplace la norme XP P 18-845 de mai 2008 qui a elle-même remplacé la norme XP 18-545 de février 2004 visée par le fascicule 65 du CCTG	2.8.10.1., 3.4.4.1.

V – Qualifications particulières imposées par le présent CCTP :

Qualification	Nom et date de publication du règlement de la marque ou de l'avis technique	Article du CCTP concerné
---------------	---	--------------------------

certification	Certification "porte-lance" ASQUAPRO, référentiel v15 de 2008	4.5.4.
certification	Marque NF-Granulats, délivrée par AFNOR CERTIFICATION (référentiel de janvier 2016)	2.9.10.2.2.
certification	Marque AFCAB-Dispositifs de raboutage ou d'ancrage d'armatures de béton, délivrée par l'AFCAB mandaté par AFNOR CERTIFICATION (référentiel de mai 2012)	3.2.4.1.5., 3.4.5.1.5.
certification	Marque NF-Armatures, délivrée par l'AFCAB mandatée par AFNOR CERTIFICATION (référentiel de novembre 2012)	3.2.4.1.1., 3.4.5.1.1.

VI – Autres documents particuliers contractualisés par le présent CCTP :

Document	Article du CCTP concerné
Fascicule ASQUAPRO "Mise en œuvre des bétons projetés" de 2009	4.5., 4.5.2.1.
Circulaire n° R/EG3 du 20 juillet 1983 publiée par la Direction des Routes sur les transports exceptionnels	2.15.
ETAG 001	3.2.4.2., 3.4.5.2.
Guide du STRRES de juin 2008 intitulé FABEM-1 "Reprise des bétons dégradés"	4.3.1., 4.3.3.
Guide du STRRES intitulé FABEM-2 "Traitements des fissures par calfeutrement ou pontage et protection localisée ou création d'un joint de dilatation"	3.3.1.2., 3.3.1.3., 4.4., 4.4.5.
Guide du STRRES intitulé FABEM-3 "Traitements des fissures par injection"	4.4., 4.4.5.

Guide du STRRES de novembre 2008 intitulé FABEM-5 "Béton projeté"	4.5.
Guide du STRRES de novembre 2011 intitulé FABEM-7 "Réparation et renforcement de structures par armatures passives additionnelles"	4.5.2.2.
Guide technique du Sétra "Ponts routes en maçonnerie - Protection contre l'action des eaux" de mai 1992	4.6.7.
Guide du LCPC de juin 1994 : "Guide pour l'élaboration du dossier carrière"	2.9.10.2.2.
Document du LCPC de décembre 2003 : "Recommandations pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel" édité par le LCPC	3.4.2.2.
Marque NF-Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique, délivrée par AFNOR certification (référentiel de mars 2015)	3.2.1.
Méthode d'essai LPC n°37 - Essai de granulats : détermination des alcalins solubles dans l'eau de chaux	2.9.10.1.
Document du LCPC de août 2007 : "Recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne"	2.9.10.2.1.
Guide technique édité par le LCPC-Sétra en août 1996 intitulé "Choix et application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton"	4.3.1., 4.3.3., 4.4.1., 4.4.2., 4.4.3.

CCTP établi à partir de la bible RE 0020.00 et de la version 3.0 du logiciel PETRA.