

MARCHÉ PUBLIC DE TRAVAUX**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES
(CCTP)*****Acheteur exerçant la maîtrise d'ouvrage***

Direction Interdépartementale des Routes Atlantique

Représentant de la maîtrise d'ouvrage (RMO)

Madame la Directrice Interdépartementale des Routes Atlantique

Objet du marché

Travaux de vérinage et réhabilitation du PS de Mireport à Lormont (33)

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

SOMMAIRE

Chapitre 1. DESCRIPTIONS GÉNÉRALES DE L'OUVRAGE.....	9
1.1. Objet du marché.....	9
1.2. Données concernant l'ouvrage existant.....	9
1.2.1. Désordres constatés sur l'ouvrage.....	9
1.2.2. Données géométriques et fonctionnelles.....	9
1.3. Consistance des travaux.....	10
1.3.1. Travaux compris dans l'entreprise.....	10
1.3.2. Travaux non compris dans l'entreprise.....	12
1.4. Données générales.....	12
1.4.1. Planimétrie et altimétrie.....	12
1.4.2. Contexte climatique.....	12
1.4.3. Déchets.....	12
1.5. Contraintes particulières imposées au chantier.....	12
1.5.1. Conditions d'accès au chantier.....	12
1.5.2. Réseaux concessionnaires.....	12
1.6. Contraintes diverses du chantier.....	13
1.6.1. Contraintes d'intervention du maître d'œuvre.....	13
1.6.2. Autres contraintes.....	13
1.6.3. Mesures concernant l'hygiène, la sécurité des chantiers et le respect de l'environnement.....	13
Chapitre 2. PRÉPARATION ET ORGANISATION DU CHANTIER.....	14
2.1. Documents à fournir par le titulaire.....	14
2.2. Programme d'exécution des travaux.....	14
2.3. Plan d'assurance qualité.....	14
2.3.1. Composition générale du Plan d'Assurance Qualité.....	14
2.3.2. Points d'arrêt.....	15
2.3.3. Procédures d'exécution.....	16
2.3.4. Ouvrages provisoires.....	17
2.3.5. Ragréage.....	17
2.3.6. Forages et perçages.....	18
2.3.7. Béton.....	18
2.3.8. Aciers de béton armé.....	19
2.3.9. Barres de précontrainte de clouage.....	19

2.3.10. Opérations de vérinage.....	20
2.3.11. Appareils d'appuis.....	20
2.3.12. Matériaux composites.....	21
2.3.13. Couche de forme.....	24
2.3.14. Enrobés.....	25
2.3.15. Joints de chaussée et de trottoirs.....	25
2.4. Journal de chantier.....	25
2.5. Documents de suivi du contrôle intérieur.....	26
2.6. Études d'exécution.....	26
2.6.1. Plans d'exécution et notes techniques.....	28
2.6.2. Textes réglementaires et règlements de calcul.....	28
2.6.3. Hypothèses matériau en place.....	29
2.6.4. Hypothèses matériau projeté.....	29
2.6.5. Actions – Charges.....	29
2.6.6. Combinaisons d'action.....	30
2.6.7. Note d'hypothèses.....	31
2.6.8. Descente de charges sur vérins et calages.....	31
2.6.9. Justification des appuis.....	32
2.6.10. Dimensionnement des consoles de vérinage.....	32
2.6.11. Dimensionnement des dispositifs de vérinage.....	32
2.6.12. Dimensionnement des renforts des entretoises d'appui.....	32
2.6.13. Dimensionnement des appareils d'appui.....	32
2.7. Dimensionnement des bossages d'appui.....	32
2.8. Réparation du matériau composite endommagé des poutres.....	33
2.8.1. Règles générales.....	33
2.8.2. Section des matériaux composites.....	34
2.8.3. Renforcement de la zone de fissure de la poutre de rive.....	35
2.9. Joints de dilatation.....	35
2.10. Dossier de récolement de l'ouvrage.....	35
Chapitre 3. PROVENANCE et QUALITÉ DES MATÉRIAUX.....	37
3.1. Dispositions générales.....	37
3.1.1. Marquage CE des produits de construction.....	37
3.1.2. Conformité aux normes, marques et avis techniques français.....	37
3.2. Signalisation temporaire.....	38
3.2.1. Réflectorisation.....	38
3.2.2. Supports de panneaux.....	38
3.2.3. Caractéristiques des signaux.....	38
3.2.4. Spécifications relatives aux bandes collées préfabriquées jaunes type TE.....	38

3.3. Acier de modification de l'appui du réseau de chaleur.....	38
3.3.1. Qualité des aciers.....	39
3.3.2. Protection contre la corrosion	39
3.4. Aciers pour béton armé.....	39
3.4.1. Généralités.....	39
3.4.2. Treillis soudés.....	39
3.4.3. Ronds lisses.....	39
3.4.4. Armatures à haute adhérence.....	39
3.4.5. Dispositifs de raboutage ou d'ancrage.....	40
3.4.6. Accessoires.....	40
3.5. Produits de scellement des armatures.....	40
3.6. Béton hydraulique.....	40
3.6.1. Généralités sur la définition du béton.....	40
3.6.2. Définition du béton.....	41
3.6.3. Constituants du béton.....	42
3.6.4. Généralités sur les épreuves d'études, de convenance et de contrôle.....	44
3.6.5. Étude du béton.....	44
3.6.6. Fabrication, transport et manutention du béton.....	46
3.7. Produit de ragréages des épaufrures.....	47
3.7.1. Qualité du produit de ragréage.....	48
3.7.2. Produits anti-corrosion des armatures.....	48
3.8. Produits pour la réalisation des bossages d'appui.....	49
3.8.1. Mortiers spéciaux à retrait limité.....	49
3.8.2. Frettage des bossages.....	50
3.8.3. Plaque d'appui des bossages supérieurs.....	50
3.9. Appareils d'appui en élastomère fretté.....	50
3.9.1. Généralités.....	50
3.9.2. Caractéristiques des appareils d'appui.....	50
3.9.3. Conditions de livraison et de stockage.....	51
3.10. Matériel de vérinage.....	51
3.11. Matériaux composites pour renforcement.....	51
3.11.1. Précisions concernant la température de transition vitreuse de l'adhésif.....	52
3.11.2. Revêtement.....	52
3.11.3. Compatibilité avec le matériau en place.....	52
3.12. Précontrainte.....	52
3.12.1. Procédés de précontrainte par post-tension.....	52
3.12.2. Armatures de précontrainte.....	53
3.12.3. Composants d'ancrage et accessoires.....	53

3.13. Remblais contigus.....	53
3.13.1. Caractéristiques des matériaux des remblais.....	53
3.13.2. Géotextile pour remblais contigus.....	54
3.13.3. Drainage des remblais contigus.....	54
3.14. Couche de forme.....	55
3.14.1. Description des travaux.....	55
3.14.2. Nature et provenance des matériaux.....	55
3.15. Enrobés.....	56
3.15.1. Qualité des matériaux hydrocarbonés.....	56
3.15.2. Qualité des constituants.....	56
3.15.3. Caractéristiques des centrales.....	57
3.16. Revêtement de trottoirs en asphalte.....	57
3.17. Joints de dilatation.....	57
3.17.1. Généralités.....	57
3.17.2. Solins.....	57
3.17.3. Liaison du joint à l'étanchéité générale.....	57
3.17.4. Évacuation des eaux.....	58
3.18. Signalisation horizontale définitive.....	58
3.18.1. Références – Normes et circulaires.....	58
3.18.2. Provenance des matériaux et produits.....	58
3.18.3. Caractéristiques des matériaux et produits.....	59
3.18.4. Performance des produits.....	59
Chapitre 4. EXÉCUTION DES TRAVAUX.....	60
4.1. Travaux préparatoires.....	60
4.1.1. Relevé géométrique des ouvrages existants.....	60
4.1.2. Concessionnaires.....	60
4.1.3. Atelier météo.....	60
4.1.4. Nettoyage préalable de l'ouvrage.....	60
4.2. Ouvrages provisoires.....	60
4.2.1. Chargé des ouvrages provisoires.....	60
4.2.2. Classement des ouvrages provisoires.....	60
4.3. Signalisation temporaire.....	61
4.3.1. Signalisation verticale.....	61
4.3.2. Maintenance et entretien de l'exploitation temporaire.....	61
4.3.3. Signalisation horizontale.....	61
4.4. Ragréages.....	61
4.4.1. Préparation des supports.....	61
4.4.2. La réception des produits.....	62

4.4.3. Préparation des produits.....	62
4.4.4. Mode d'exécution.....	62
4.4.5. Les essais de convenance.....	63
4.5. Forages et perçages des bétons en place.....	63
4.6. Mise en œuvre des aciers scellés.....	63
4.6.1. Réalisation des perçages.....	63
4.6.2. Réalisation des scellements.....	64
4.7. Armatures de béton armé.....	64
4.7.1. Fabrication des armatures.....	64
4.7.2. Soudage.....	64
4.7.3. Pose des armatures.....	64
4.7.4. Enrobage des armatures.....	65
4.8. Précontrainte.....	65
4.8.1. Transport et stockage.....	65
4.8.2. Barres de clouage.....	65
4.9. Béton.....	65
4.9.1. Dispositions particulières liées aux réactions de gonflement interne du béton.....	66
4.9.2. Bétonnage sous conditions climatiques extrêmes.....	66
4.9.3. Reprises de bétonnage.....	67
4.9.4. Cure.....	67
4.9.5. Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel.....	67
4.9.6. Décoffrage.....	67
4.10. Mise en œuvre du matériau composite.....	67
4.10.1. Périmètre des travaux.....	67
4.10.2. Préparation du support.....	68
4.10.3. Mise en œuvre du renforcement.....	69
4.10.4. Systèmes d'ancrage.....	71
4.11. Déconstruction/reconstruction des murs garde-grève.....	71
4.12. Reconstitution du sommier d'appui.....	71
4.13. Opérations de vérinage.....	71
4.13.1. Généralités.....	71
4.13.2. Relevé et instrumentation de fissures.....	71
4.13.3. Principe et conditions du vérinage.....	72
4.13.4. Travaux préparatoires sur chaussée.....	72
4.13.5. Mise en place des consoles de vérinage.....	72
4.13.6. Création des niches de vérinage.....	73
4.13.7. Conduite des opérations de vérinage.....	73
4.13.8. Centrale hydraulique et dispositif de commande.....	73

4.13.9. Opération de dévérinage.....	73
4.14. Ferrailage sous les futurs appareils d'appui.....	73
4.15. Bossages d'appui.....	74
4.15.1. Généralités.....	74
4.15.2. Exécution et tolérances.....	74
4.16. Appareils d'appui en élastomère fretté.....	74
4.16.1. Généralités.....	74
4.16.2. Épreuve de convenance de pose des appareils d'appui.....	74
4.17. Joints de dilatation.....	75
4.17.1. Matérialisation du vide.....	75
4.17.2. Surface de reprise.....	75
4.17.3. Sciage du tapis.....	75
4.17.4. Mise en place des ancrages.....	75
4.17.5. Réglage des joints.....	76
4.17.6. Serrage de la boulonnerie.....	76
4.17.7. Drains.....	76
4.17.8. Remplissage entre le trait de scie et le joint.....	76
4.18. Travaux de déblaiement.....	76
4.18.1. Protection des opérations de déblaiement contre les eaux.....	76
4.18.2. Prescriptions durant les périodes d'arrêt.....	77
4.18.3. Gestion des produits issus des déblais.....	77
4.18.4. Tolérances d'exécution et spécifications.....	77
4.19. Exécution des remblais contigus.....	77
4.19.1. Purges du corps des remblais.....	77
4.19.2. Prescriptions en cours de remblaiement.....	77
4.19.3. Prescriptions en période d'arrêt.....	77
4.19.4. Mise en œuvre de géotextile.....	77
4.19.5. Mise en œuvre d'un drainage.....	77
4.19.6. Mise en œuvre des matériaux de classe S et G.....	77
4.19.7. Résultats attendus et spécifications.....	78
4.20. Couche de forme.....	79
4.20.1. Travaux préalables à la mise en œuvre.....	79
4.20.2. Mise en œuvre de géotextile.....	79
4.20.3. Mise en œuvre et compactage des matériaux.....	79
4.20.4. Protection des couches de forme.....	79
4.20.5. Résultats attendus et spécifications.....	80
4.21. Revêtement de trottoir en asphalte.....	81
4.22. Balayage de chaussée.....	81

4.23. Fraisage de la chaussée.....	81
4.23.1. Fraisage sur ouvrage.....	81
4.23.2. Fraisage hors ouvrage et engravures.....	82
4.24. Revêtements de chaussée.....	82
4.24.1. Couche d'accrochage.....	82
4.24.2. Transport.....	82
4.24.3. Bon d'identification.....	82
4.24.4. Mise en œuvre.....	83
4.24.5. Contrôle de fabrication.....	84
4.25. Remise en état des lieux et nettoyage final.....	85

CHAPITRE 1. DESCRIPTIONS GÉNÉRALES DE L'OUVRAGE

1.1. Objet du marché

Le marché concerne le vérinage et la réhabilitation du passage supérieur (PS) de Mireport à Lormont (33) qui permet le franchissement de la chaussée de la rocade intérieure de Bordeaux (A630). Les travaux objet du présent marché comportent :

- le vérinage du tablier et le changement des appareils d'appui ; le tablier sera maintenu après remplacement des appareils d'appui en position surélevée ;
- la réalisation de consoles de vérinage en béton préfabriqué sur les appuis intermédiaires, et la création de niches de vérinage et d'appui définitif dans le sommet des culées ;
- la déconstruction et la reconstruction des murs garde-grève de chaque culée, contre lesquels le tablier est en butée ;
- le changement des joints de chaussée et des joints de trottoir ;
- le ragréage des parements en béton du tablier et des piles, avec remplacement d'armatures en béton armé lorsque nécessaire ;
- l'abaissement des perrés pour créer un passage de visite ;
- l'adaptation de l'appui du réseau de chaleur sur les piles ;
- la réparation du matériau composite collé dans la travée située au-dessus de la rocade intérieure.

1.2. Données concernant l'ouvrage existant

Le PS de Mireport est situé à Lormont, en Gironde. Il permet à la rue André Dupin de rejoindre le Boulevard Odilon Redon en franchissant l'A630. Il a été construit en 1961.

L'ouvrage est constitué d'un tablier en béton armé à quatre travées isostatiques (10,50 m, 16,50 m, 16,50 m, 10,50 m). La structure du tablier est de type pont à cinq poutres entretoisées (2 à 3 entretoises intermédiaires selon les travées).

Les appuis sont fondés sur des files de pieux béton battus (deux files sur culées et trois sur piles) ; deux types de pieux carrés sont utilisés (0,25 × 0,25 × 5 m et 0,30 × 0,30 × 10 m).

Les appareils d'appui de chaque tablier sont soit fixes (dé de béton), soit mobiles (néoprène monocouche).

Une vue en plan, une coupe transversale et une élévation sont fournies dans le sous-dossier 2.

1.2.1. Désordres constatés sur l'ouvrage

L'ouvrage présente une note IQOA 3U. Les désordres à l'origine de cette notation sont principalement liés au vieillissement du matériau béton armé.

Les désordres constatés sont les suivants :

- un état particulièrement dégradé des appareils d'appui ;
- un béton armé dégradé principalement au niveau des abouts des travées, ce qui se caractérise par de nombreuses épaufrures avec armatures apparentes corrodées, avec perte de section voire sectionnement pour les petits diamètres ;
- un béton armé constitutif des appuis lui aussi dégradé avec des épaufrures en béton et des armatures apparentes corrodées ;
- un contact du tablier avec les murs garde-grève ;
- une détérioration des joints de chaussée et de trottoir, à l'origine d'humidité et de dépôts sur le sommet des culées et le chevêtre des piles.

Par ailleurs, la travée située au-dessus de chaussée intérieure de l'A630 est régulièrement endommagée par des chocs avec des véhicules hors gabarit réglementaire. Le tablier a fait l'objet en 2024 d'une réparation par précontrainte additionnelle et collage de matériaux composite ; un nouveau choc intervenu depuis cette réparation a endommagé le renforcement appliqué au tiers de travée pour reprendre l'effort tranchant.

1.2.2. Données géométriques et fonctionnelles

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

Au vu des investigations menées en phase projet, la fiabilité des plans d'archive est remise en question. La réalisation des travaux nécessitent des investigations complémentaires prévues au marché, notamment au droit des entretoises d'extrémités, au droit des joints de chaussée et au niveau des piles.

1.3. Consistance des travaux

1.3.1. Travaux compris dans l'entreprise

L'entreprise comprend toutes les fournitures et mises en œuvre nécessaires à la complète réalisation des travaux objets du présent marché, ainsi que la remise en état des lieux mis à la disposition du titulaire ou modifiés par le déroulement des travaux, à l'exclusion de celles mentionnées à l'article 1.3.2.

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

1.3.1.1. Travaux préparatoires

- l'installation de chantier ;
- la mise à disposition de moyens d'accès à la structure ;
- le nettoyage et la dévégétalisation de l'ouvrage, y compris les sommiers des piles et des culées ;
- le relevé topographique et géométrique précis des ouvrages, y compris celui des appuis, des bossages et appareils d'appui ;
- le repérage des armatures d'aciers passifs dans les zones de forage du béton ;
- la réalisation d'investigations destructives pour déterminer les armatures présentes en fibre supérieure des entretoises ;
- le déplacement provisoire ou la protection des réseaux présents sur l'ouvrage ;
- la modification des appuis du réseau de chaleur sur les piles.

1.3.1.2. Dalle de visite des perrés

- l'abaissement des perrés maçonnés des culées afin de créer une zone de travail pour les travaux objet du présent marché, ainsi qu'un accès de visite au droit du chevêtre de la culée en phase définitive.

1.3.1.3. Ragréage avec ou sans remplacement d'armatures de béton armé

- le relevé contradictoire des zones de béton dégradées, sur la base du relevé contradictoire effectué entre la maîtrise d'œuvre et le titulaire avant travaux ;
- la préparation des surfaces dégradées ;
- la mise en œuvre d'aciers passifs ;
- le traitement des surfaces à ragréer.

1.3.1.4. Déconstruction – reconstruction des murs garde-grève

- la découpe de la chaussée des rampes d'accès aux extrémités du tablier ;
- les terrassements nécessaires à l'accès aux murs garde-grève ;
- la mise en place, l'ensemble des déplacements nécessaire à la réalisation des travaux et la dépose d'un dispositif permettant la circulation piétonne durant la phase de déconstruction-reconstruction des murs garde-grève ;
- la découpe et l'évacuation des murs garde-grève existants ;
- le scellement d'armatures dans le sommier d'appui ;
- le coffrage, ferrailage et bétonnage des nouveaux murs garde-grève ;
- le remblaiement et la réalisation des structures de chaussées.

1.3.1.5. Niches de vérinage dans les sommiers des culées

- la déconstruction du sommier des culées afin de créer les niches nécessaires au vérinage du tablier sous les entretoises du tablier ;
- le frettage et le coulage de dés béton pour créer des appuis aux vérins.

1.3.1.6. Consoles de vérinage sur piles

- la mise à disposition et la mise en place de consoles de vérinage préfabriquées en béton armé ;
- le repérage des armatures des piles ;
- le forage des piles ;

- la préparation des surfaces de contact ;
- la pose par brêlage des consoles sur les piles ;
- la mise en tension des barres de brêlage.

1.3.1.7. Bossages d'appui et appareils d'appui sur culées

- la déconstruction des bossages d'appui existants ;
- la démolition de la partie supérieure du sommier pour accueillir les futurs bossages et appareils d'appui ;
- la réalisation des niches qui recevront le béton fretté et les appareils d'appui sur culée ;
- le ferrailage et le coulage des dés d'appui et du sommier sur culées ;
- la réalisation des bossages supérieurs sur culée ;
- la pose d'appareils d'appuis néoprènes type D avec plaque de glissement.

1.3.1.8. Bossages d'appui sur piles

- la déconstruction des bossages d'appui inférieurs et supérieurs ;
- la dépose des appuis mobiles ;
- le sciage des appuis fixes ;
- le ferrailage et le coulage des bossages d'appui inférieurs et supérieurs ;
- la pose d'appareils d'appui néoprène type B ou type C avec plaque d'appui anti-cheminement.

1.3.1.9. Vêrinage du tablier et pose des appareils d'appuis

- l'aménagement, l'utilisation et le repliement de systèmes LAO ;
- la fourniture et l'installation de vérins ;
- le calage du tablier pendant les phases provisoires ;
- le calage de sécurité supplémentaire sur pile ;
- le levage définitif du tablier à la cote +75 mm sur les piles intermédiaires et +100 mm sur la pile centrale.

1.3.1.10. Joints de chaussée et de trottoir

- la dépose des joints de chaussée et de trottoir existants ;
- la mise en place des joints de chaussée et de trottoir définitifs.

1.3.1.11. Travaux de voirie

- le fraisage des enrobés en place ;
- la mise en œuvre d'un enrobé BBSG 0/10 sur la chaussée portée ;
- la mise en œuvre d'une asphalte sur les trottoirs ;
- la réalisation du remblaiement et des structures de chaussée des rampes d'accès à l'ouvrage.

1.3.1.12. Matériaux composites collés

- l'épreuve de convenance des bandes composites collées ;
- la dépose de matériau en fibre de carbone endommagé ;
- leur remplacement par du matériau composite collé sur la poutre de rive de l'ouvrage ;
- le contrôle de réception des composites collés.

1.3.1.13. Mise en place de la signalisation de chantier

Sont compris dans les travaux la mise à disposition, la pose, la dépose, la gestion et l'entretien des dispositifs de neutralisation des voies et de fermetures de bretelles nécessaires à la réalisation des travaux. Ils comprennent notamment :

- les travaux d'exploitation sous chantier ;
- la mise en place, les déplacements éventuels et l'enlèvement des balisages provisoires ;
- les travaux de mise en œuvre, de déplacement et d'enlèvement des signalisations verticales directionnelle et de police provisoires.

La mise en place de la signalisation du chantier, des dispositifs de sécurité pour le chantier et la réalisation de l'exploitation sous chantier intègrent toutes les contraintes figurant dans les pièces du marché et notamment le CCAP.

Les études d'exécution nécessaires à l'exploitation sous chantier sont requises.

1.3.2. Travaux non compris dans l'entreprise

L'exploitation sous chantier relative à la coupure de la rocade, qui ne pourra avoir lieu que lors de fermetures du Pont d'Aquitaine, n'est pas comprise dans l'entreprise ; elle sera assurée par l'exploitant de la rocade A630.

1.4. Données générales

1.4.1. Planimétrie et altimétrie

Les coordonnées définissant chacun des points d'implantation sont données dans le système de coordonnées LAMBERT III et en LAMBERT 93 CC45 pour les plans du dossier de récolement.

Tous les plans sont rapportés au zéro nivellement du réseau NGF-IGN 1969 et toutes les altitudes sont exprimées en mètres.

1.4.2. Contexte climatique

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

L'ouvrage à réparer est en zone de gel faible ou modéré et de salage peu fréquent conformément à la norme NF EN 206/CN.

1.4.3. Déchets

Le titulaire doit mettre en œuvre son schéma organisationnel de gestion des déchets (SOGED).

1.5. Contraintes particulières imposées au chantier

1.5.1. Conditions d'accès au chantier

Les travaux sous le tablier pour sa partie au-dessus de la rocade se font, soit sous neutralisation de voies réalisée de nuit dans le cadre du présent marché, soit sous fermeture de nuit ou de week-end du Pont d'Aquitaine.

Les accès au chantier se font exclusivement par la voirie publique A630. Il est entendu que les accès chantier signifient soit :

- une entrée dans le chantier depuis la voie publique ;
- une sortie du chantier sur la voirie publique.

Dans le cas de neutralisation de voies, les accès au chantier se font par ceux figurants sur les plans de principes fournis dans le sous-dossier 2 du DCE.

Dans le cas de fermeture de nuit ou de week-end de la rocade intérieure, l'accès au chantier se fait sous escorte de l'exploitant DIR Atlantique tel que détaillé dans la procédure indiquée dans le PGCSPP, en même temps que les tiers devant réaliser des travaux dans la zone fermée.

La procédure d'accès des véhicules et des engins de chantier, ainsi que du personnel sera la suivante :

- l'accès en amont du balisage ;
- les véhicules sont équipés conformément aux règles générales de sécurité lors des travaux sur les routes nationales à chaussées séparées de la DIR Atlantique (pièce 1.5) ;
- la mise en action des gyrophares et clignotants, puis ralentissement du véhicule 200 m avant l'accès chantier ;
- l'entrée dans la zone de travaux, balisée par un espacement de 26 m entre deux balises k5a.

Le titulaire devra impérativement diffuser les procédures d'accès au chantier à tous les chauffeurs.

1.5.2. Réseaux concessionnaires

L'attention du titulaire est attirée sur l'existence de réseaux de concessionnaires détaillés dans le dossier de plans du sous-dossier 2 du DCE.

Les réseaux empruntant l'ouvrage sont les suivants :

- dans le tablier (caniveau technique ou chaussée) :
 - réseaux électriques ;
 - réseau de gaz basse pression ;
 - réseau d'eau potable ;

- sous le tablier :
 - réseau électrique ;
 - réseau de chaleur (entre le tablier de l'ouvrage routier et celui de l'ouvrage du tramway) ;
- au niveau des chaussées franchies :
 - fibre optique ;
 - eaux pluviales.

Le maintien de ces réseaux sous l'ouvrage doit être pris en compte lors de la réalisation des travaux et de mise en place des consoles de vérinage et la déconstruction/reconstruction des murs garde-grève.

1.6. Contraintes diverses du chantier

1.6.1. Contraintes d'intervention du maître d'œuvre

Outre ses travaux propres, le titulaire prend en compte les délais d'intervention de la maîtrise d'œuvre pour la réalisation des vérifications des documents d'exécution et des notes de calcul, la réalisation du contrôle extérieur et les levées de points d'arrêt.

1.6.2. Autres contraintes

Le programme des travaux tient compte :

- des intempéries prévisibles, de la météo et ses conséquences sur leur exécution ;
- des interdictions réglementaires diverses prises à titre temporaire ou définitif par les collectivités publiques (services administratifs, communes, départements...) ou des tiers privés, auxquelles le titulaire est tenu de se soumettre et ce sans possibilité de recours auprès du maître d'œuvre (ex : limitation de vitesse ou de tonnage...).

Le titulaire est soumis aux contraintes d'exploitation du district de Gironde et de la mairie de Lomont.

Le délai est de quatre semaines pour une demande de restriction de circulation (neutralisation de voie) à la DIR Atlantique. Ce délai est donné à titre indicatif et ne présage pas de l'accord de l'exploitant.

1.6.3. Mesures concernant l'hygiène, la sécurité des chantiers et le respect de l'environnement

En complément aux mesures imposées par la législation en vigueur, le titulaire est tenu de respecter les mesures particulières suivantes :

- au niveau des entrées/sorties sur les voies publiques, la circulation publique est prioritaire sur la circulation du chantier ;
- la voirie publique utilisée par le titulaire est nettoyée en tant que de besoin par ses soins ;
- le nettoyage des voiries : le titulaire doit veiller en permanence à la propreté du chantier, procéder au nettoyage prescrit par le maître d'œuvre. Si des matériaux sont répandus accidentellement sur les ouvrages routiers, le titulaire est tenu de procéder immédiatement et obligatoirement au balayage et nettoyage des lieux avec arrosage sous pression, si besoin est. Ceci s'étend à toutes les voiries utilisées par le titulaire. En cas de non-respect de cette prescription dans les 24 heures, le maître d'œuvre se réserve le droit de faire procéder ces travaux par une entreprise de son choix, les frais correspondants étant réduits des sommes dues au titulaire.

CHAPITRE 2. PRÉPARATION ET ORGANISATION DU CHANTIER

2.1. Documents à fournir par le titulaire

(norme NF EN 13670/CN, chapitre 3 du fascicule 65 du CCTG, article 28, 29 et 40 du CCAG-T)

L'ensemble des documents à fournir par le titulaire est soumis au visa de la maîtrise d'œuvre, excepté :

- les documents relatifs à la sécurité et à la protection de la santé ;
- les documents de suivi du contrôle intérieur dont seul le cadre est soumis à son acceptation.

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 calendrier prévisionnel des études et des travaux ;
- le plan d'assurance qualité (y compris les agréments de matériaux et matériels) ;
- le projet des installations de chantier ;
- les études d'exécution ;
- les documents relatifs à la sécurité et à la protection de la santé (PPSPS) ;
- le schéma organisationnel de gestion des déchets (SOGED) ;
- les résultats des essais de convenance ;
- les résultats du contrôle intérieur ;
- le dossier de récolement de l'ouvrage.

2.2. 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.

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

2.3. Plan d'assurance qualité

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

2.3.1. Composition générale du Plan d'Assurance Qualité

Le PAQ est constitué :

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

Il doit être conforme :

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

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

2.3.2. Points d'arrêt

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

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

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

Phase des travaux	Points d'arrêt
Études	<ul style="list-style-type: none"> – validation des études d'exécution ; – validation des notes de calcul justificatives ; – validation des procédures et des plans d'exécution ; – validation du programme de vérinage.
Ragréage	<ul style="list-style-type: none"> – réception de l'épreuve de convenance de ragréage avant démarrage des travaux de ragréage sur l'ouvrage ; – définition et acceptation des zones à ragréer.
Bétonnages	<ul style="list-style-type: none"> – acceptation des centrales à béton ou ateliers forains ; – acceptation des épreuves de convenance ; – autorisation de bétonnage d'une partie d'ouvrage.
Démolition-reconstruction des murs garde-grève	<ul style="list-style-type: none"> – autorisation de démolition du mur garde-grève ; – autorisation de remblaiement.
Terrassement	<ul style="list-style-type: none"> – altimétrie de fond de décaissement visé par le maître d'œuvre sur les plans d'exécution ; – autorisation de déblais ou purges complémentaires.
Consoles de vérinage sur pile	<ul style="list-style-type: none"> – validation de l'implantation des forages – contrôle de la détection du ferrailage passif des fûts de piles ; – agrément des barres de brêlage et du mortier de pose ; – réception de la préparation des supports ; – réception des consoles préfabriquées ; – autorisation de mise en tension des barres de clouage ; – autorisation de reprendre les mises en tension après constat d'une anomalie.
Niche de vérinage sur culée	<ul style="list-style-type: none"> – validation de l'implantation des niches ; – agrément des produits de scellement, des armatures et du mortier.
Opération de vérinage	<ul style="list-style-type: none"> – vérification du matériel associé à ces opérations avant levage ; – validation des côtes du tablier en position de calage provisoire ; – autorisation de levage.
Démolition des bossages et appareils d'appui	<ul style="list-style-type: none"> – autorisation de sciage des appareils d'appui fixes ; – réception du support après démolition des bossages, y compris hauteur libre.
Mise en œuvre des bossages inférieurs et supérieurs	<ul style="list-style-type: none"> – contrôle des dimensions et de la planéité des bossages ; – réception des plaques de glissement, plaques de fretage et plaque anti-cheminement.
Mise en place des appareils d'appui	<ul style="list-style-type: none"> – réception des appareils d'appui sur chantier ; – acceptation du réglage et de l'implantation des appareils d'appui.

Opérations de dévérinage	– vérification du matériel associé à ces opérations avant repose du tablier sur ses appuis.
Matériaux composites collés	– essai de convenance sur la cohésion du béton (selon norme NF EN 1542) ; – essai de qualification des caractéristiques des matériaux composites ; – contrôle du repérage des zones à conforter ; – réception contradictoire du support pour la pose du matériau composite ; – acceptation des épreuves de convenance sur la mise en œuvre.
Joints de chaussée et de trottoir	– réception des joints sur chantier ; – acceptation des joints de chaussée avant fixation ou scellement ou coulage.
Revêtement de chaussée et trottoir	– acceptation des centrales et enrobés ; – réception du fond de forme après fraisage.

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

2.3.3. Procédures d'exécution

2.3.3.1. Liste des procédures d'exécution

Les procédures d'exécution à fournir sont notamment les suivantes :

- la mise en place des neutralisations de voies, coupures de bretelles et du tablier, y compris les plans d'exécution précis (vues en plan et profils en travers) ;
- la réception des fournitures, matériaux et composants sur le chantier ;
- les épreuves de convenance (déroulement, moyens humains et matériels mis en œuvre...) ;
- le repérage des aciers et de forage du béton ;
- les travaux de nettoyage du tablier et des appuis ;
- la déconstruction des parties supérieures des perrés ;
- la réalisation des dalles de visites ;
- la déconstruction des murs garde-grève, y compris les phases de terrassement ;
- la reconstruction des murs garde-grève ;
- la déconstruction des bossages et appareils d'appui existants ;
- les travaux de réparation des ouvrages béton existants comprenant la préparation de surfaces, le ragréage, le remplacement d'armatures passives ;
- la mise en œuvre des matériaux composites (essais, préparation des surfaces, ancrages...) ;
- les forages et les percements ;
- les scellements d'armatures ;
- le ferrailage et le bétonnage des ouvrages à réaliser (bossages, murs garde-grève, dalle de visite des perrés...) ;
- la réalisation des niches de vérinage ;
- la réalisation des bossages et la pose des appareils d'appui sur culée ;
- la réalisation des bossages et la pose des appareils d'appui sur appuis intermédiaire ;
- la fourniture, la mise en œuvre et la dépose des consoles de vérinage sur appuis intermédiaires ;
- la mise en œuvre et la mise en tension des barres de brélage des consoles ;
- la démolition des faces supérieures des sommiers d'appui ;
- la procédure de vérinage et de dévérinage du tablier ;
- la modification des appuis du réseau de chaleur ;
- le rabotage et l'application des revêtements de chaussée et trottoir ;
- la mise en œuvre des joints de chaussée et de trottoir définitifs ;

2.3.3.2. Documents annexés aux procédures d'exécution

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

- le plan de phasage des travaux de réhabilitation ;
- le projet des ouvrages provisoires ;

- le dossier d'étude du béton et le programme de bétonnage ;
- les références des documents internes au titulaire, consultables par la maîtrise d'œuvre sur le chantier.

2.3.4. Ouvrages provisoires

(chapitre 5 du fascicule 65 du CCTG)

Avant tout début de montage des ouvrages provisoires, le titulaire doit fournir une note précisant les ouvrages provisoires nécessaires à la réparation de l'ouvrage.

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

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

2.3.4.1. Dessins des ouvrages provisoires

(art 5.1.4.2 du fascicule 65 du CCTG)

Outre les spécifications de l'article 51.4 du fascicule 65, les dessins définissent :

- les types et modules normalisés de tous les profils à utiliser ;
- les épaisseurs de tubes et non pas seulement leurs diamètres extérieurs ;
- les pièces qui, du fait de la pente ou du dévers de l'intrados de l'ouvrage 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...
- 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 la maîtrise 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 ;
- le plan de phasage de réalisation des travaux ;
- 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.

2.3.4.2. Règles de calcul

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

2.3.5. Ragréage

Le PAQ définit :

- les modes d'équarrissage et de ragréage utilisés ;
- 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 ;
- 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.

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

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

2.3.6. Forages et perçages

Le contrôle interne développé dans le PAQ portera sur l'implantation et la réalisation des forages au carottier diamant et le perçage des trous pour le scellement des armatures de béton armé.

Les premiers forages et perçages constitueront l'épreuve de convenance, au cours de laquelle seront alors mises au point les opérations suivantes :

- l'implantation des axes et des berceaux de guidage des appareils de forage ;
- la réalisation et le nettoyage des forages ;
- le contrôle des trous exécutés.

2.3.6.1. Contrôle interne

Le contrôle interne développé dans le PAQ portera sur l'implantation et la réalisation des forages.

2.3.6.2. Contrôle extérieur

L'implantation des forages sera réceptionnée par la maîtrise d'œuvre. Le titulaire avertira la maîtrise d'œuvre à la fin de l'opération et au plus tard 48 heures avant le début des forages, qui seront contrôlés par la maîtrise d'œuvre dans les mêmes conditions de délais avant les opérations suivantes.

2.3.7. Béton

Ce chapitre concerne tous les bétons réalisés dans le cadre du marché. Toutefois nous attirons l'attention du titulaire que suivant son phasage travaux de reprise des murs garde-grève, des bétons à prise rapide pourraient s'avérer nécessaire. La formulation des bétons et le plan de contrôle sera alors soumis à l'approbation de la maîtrise d'œuvre.

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

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 chapitre 2 du fascicule 65 du CCTG ;
- 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.

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

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

- leur provenance ;
- leurs caractéristiques :
 - granularité et teneur en fines des gravillons, des sables et graves (norme NF EN 933-1) ;
 - module de finesse des sables et graves (normes NF EN 12620+A1 et NF EN 13139) ;
 - propreté des sables et graves (normes NF EN 933-8+A1 et NF EN 933-9+A1) ;
 - polluants organiques (norme NF EN 1744-1+A1) ;
 - coefficient d'absorption d'eau (norme NF EN 1097-6) ;
 - 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 XP P 18-594, FD P 18-542 et mode opératoire LPC n°37) ;
- sensibilité au gel-dégel (normes NF EN 1097-6 et NF EN 1367-1).

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

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

2.3.7.1. Réaction sulfatique interne

Le PAQ 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.

2.3.7.2. Bétonnage dans des conditions de températures particulières

(article 8.5.4 du fascicule 65 du CCTG)

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

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

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

2.3.8. Aciers de béton armé

(norme NF EN 13670/CN, chapitre 6.6 du fascicule 65 du CCTG)

Les dispositions en matière de maîtrise de qualité pour les aciers 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.

Le PAQ explicite les dispositions adoptées pour assurer la protection contre la corrosion, en phase provisoire, des armatures définies au chapitre 3 du présent CCTP.

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

Maîtrise de la conformité

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

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

Le titulaire met la maîtrise d'œuvre en mesure de s'assurer du bon déroulement du contrôle intérieur des armatures posées, avec un préavis suffisant pour lui permettre d'assurer la levée du point d'arrêt.

2.3.9. Barres de précontrainte de clouage

Le contrôle portera sur l'absence de déviation des barres et sur la résistance du mortier de calage au moment de la mise en tension.

Une épreuve de convenance de mise en tension sera réalisée. Elle a pour but de mettre au point la méthode de mise en tension des barres de clouage, et en particulier le nombre de cycles.

Cette épreuve sera effectuée par le titulaire lors de la première phase de la mise en tension de la première console d'ancrage et elle sera contrôlée par un représentant de la maîtrise d'œuvre. Le titulaire fournira les fiches de contrôle et d'étalonnage des vérins et des manomètres dans les mêmes conditions que pour la précontrainte longitudinale. Les pressions aux vérins, les allongements et le serrage des écrous seront vérifiés en continu par un représentant de la maîtrise d'œuvre.

Contrôle interne :

Les contrôles relatifs à la précontrainte de clouage seront assurés par le chargé de mise en œuvre de la précontrainte (CMP) conformément aux stipulations du fascicule 65 du CCTG. Ils auront pour objet le contrôle du matériel utilisé par le titulaire, la mise au point de la méthode de mise en tension lors de l'épreuve de convenance et de son application ultérieure et comprendra une fiche de mise en tension.

Contrôle externe :

La mise en tension des barres est subordonnée à l'acceptation de la maîtrise d'œuvre (point d'arrêt). Le titulaire devra réaliser un contrôle statistique concernant l'effort réel contenu dans les barres de précontrainte qui sera validé par la maîtrise d'œuvre. Toute barre n'atteignant pas la valeur requise fera l'objet d'une reprise de tension par le titulaire. Toute reprise est incluse dans le prix de mise en œuvre du marché.

2.3.10. Opérations de vérinage

(art. 5.1.3 du fasc. 65 du CCTG)

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 du titulaire dans les mêmes conditions que celles définies pour un « chargé des ouvrages provisoires » (COP) au sens de l'article 5.1.3 du fascicule 65 du CCTG.

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 intérieur 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, calage des nouveaux appareils d'appui et dévérinage.

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

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

2.3.11. Appareils d'appuis**2.3.11.1. Acceptation des appareils d'appui**

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

Les appareils d'appui pourront faire l'objet de contrôle sur les lieux de fabrication ainsi que sur le site par le bureau de contrôle extérieur du maître d'œuvre.

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

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

2.3.11.2. Pose des appareils d'appui

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

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

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

2.3.12. Matériaux composites

2.3.12.1. Approvisionnement des matériaux composites

Le PAQ doit 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) ;
- les certificats de contrôle des produits (auto-contrôles en usines, éventuels contrôles externes), prendre en compte également l'aspect date de fabrication et date de péremption ;
- l'attestation de provenance des matériaux depuis une fabrication certifiée ISO ou possédant un plan d'assurance qualité particulier.

2.3.12.1.1. 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.

2.3.12.1.2. Bon de livraison

Ce bon de livraison reprend les mêmes rubriques que le bon de commande. En plus de la conformité du bon de commande au bon de livraison, ce dernier précise les éléments d'identification et de traçabilité.

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

2.3.12.1.3. Approvisionnement à partir du stock de l'entreprise

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

Le retour des surplus de chantier fait 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 voient leur étiquetage complété par la quantité restante, et la date de retour et la provenance.

2.3.12.1.4. Contrôles à la réception des matériaux

Les points de contrôle intérieur 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 fait l'objet d'une formalisation écrite.

2.3.12.1.5. Non-conformité et action corrective

En cas de non-conformité détectée à la livraison :

- les matériaux ne sont en aucun cas utilisés ;
- une fiche de non-conformité est ouverte ;

- une action corrective est formulée auprès du fournisseur.

La procédure de gestion des anomalies définit la conduite à tenir en cas de détection de défauts d'application des renforts composites, notamment de défauts de collage : elle précise les critères d'étendue, de localisation..., concourant à ne rien faire ou à envisager une réparation ou à procéder à la réfection des renforcements collés incriminés.

2.3.12.2. Conditions de mise en œuvre des matériaux composites

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 sont formalisés sur des fiches dont le cadre est soumis à l'acceptation de la maîtrise d'œuvre.

Un constat contradictoire de l'état du support doit être effectué et porte 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 NF EN 1542. Elle doit être supérieure ou égale 1,5 MPa ou à la valeur minimale figurant dans le cahier des charges du procédé, en l'absence de justifications particulières, et conforme aux hypothèses prises en compte dans la note de calcul.

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 ségréguées, de colonnes de ressuage, d'excroissance, de cavité, de bullage important, de fissure d'ouverture supérieure à 0,2 mm, d'arête ou d'angle rentrant ne respectant pas les prescriptions du cahier des charges du procédé ;
- Planéité du support : la planéité du support doit être conforme à celle d'un parement simple (selon les critères du paragraphe 8.8.2.1.3 du fascicule n°65) pour les plats ou au cahier des charges du procédé dans le cas des tissus stratifiés in situ ;

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.

L'ensemble des matériaux ne doit pas être exposé directement au soleil, à la pluie ou à la poussière (vent, préparation du support, présence d'autres corps d'état ...).

Le chantier doit être équipé en permanence d'un thermo-hygromètre enregistreur étalonné, situé à proximité des zones d'application des matériaux composites collés.

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 au cahier des charges du kit ;
- si l'hygrométrie est inférieure à 80 %, le risque de condensation est faible. On vérifie au minimum en début d'application 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.

2.3.12.3. Essais avant la mise en œuvre des matériaux composites

Le titulaire fournit l'ensemble des certificats de contrôles des produits (auto-contrôle en usine, contrôles externes).

2.3.12.4. Mise en œuvre des matériaux composites

2.3.12.4.1. Qualification du personnel d'application

Le renforcement de structures à l'aide de matériaux composites est effectué sous la direction d'un responsable spécialement qualifié, dit CARC (Chargé d'Application de Renforcements Composites) dont la compétence est reconnue par l'entreprise applicatrice du kit utilisé ; il en est justifié auprès de la maîtrise d'œuvre (consistance minimale et détails de la mission du CARC, attestation de qualification du CARC).

Le PAQ du chantier de renforcement comporte dans son article consacré à l'organisation du chantier :

- la mention de l'origine et des références du personnel responsable des opérations de renforcement à l'aide de matériaux composites ;
- la désignation du « chargé d'application de renforcements composites » CARC.

Les compétences du CARC permettent au moins :

- le contrôle préalable du support et sa préparation ;
- l'exécution dans le respect des prescriptions du procédé.

2.3.12.4.2. Épreuve de convenance

Une épreuve de convenance est réalisée sur une zone témoin de l'ouvrage, dont l'implantation précise est soumise à l'acceptation de la maîtrise d'œuvre.

L'épreuve de convenance consiste à tester, dans les conditions prévues pour le chantier (matériels, produits, personnels et modes opératoires), toutes les étapes préalables et de mise en œuvre des renforts composites.

La validation de cette épreuve de convenance permet la levée du point d'arrêt correspondant. L'épreuve de convenance doit notamment permettre de valider :

- l'aptitude à la mise en œuvre verticale ou en plafond ;
- l'aptitude à réaliser les ancrages ;
- la durée pratique d'utilisation et temps limite d'assemblage pour une couche ;
- l'homogénéité du composite de renfort s'il est constitué de l'application successive de plusieurs couches de tissus ;
- la facilité de mise en œuvre ;
- l'adéquation entre moyens et objectifs compte-tenu des paramètres environnementaux ;
- certaines caractéristiques mécaniques du renfort (ex : adhérence au support : série de 5 essais de traction suivant la norme NF EN 1542)

L'épreuve de convenance est réalisée 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 6 mm est réalisé pour vérifier l'évolution de la dureté shore D à 48 heures et à 7 jours. Six échantillons seront conservés.

Cette zone témoin constitue la zone de suivi de durabilité des renforcements composites. Ainsi, trois bandes distinctes sur les âmes et deux bandes en sous-face du hourdis inférieur seront réalisées pendant les épreuves de convenance.

Cette zone témoin constitue la zone de suivi de durabilité des renforcements composites.

À cet effet, elle doit être facilement accessible et ne pas générer de contraintes d'exploitation.

Outre les renforts composites appliqués lors de l'épreuve de convenance, l'entreprise applique sur cette zone des renforts correspondant à chaque nouvelle phase de travaux ou partie d'ouvrage traitée.

Le titulaire établit un rapport relatif à la réalisation de la zone de suivi qui comportera les résultats des essais de caractérisation initiale (notamment cohésion superficielle du béton, contrôle qualité du collage, contrainte d'adhérence du composite collé...).

Les bandes mises en œuvre pour l'épreuve de convenance servent au suivi du vieillissement.

2.3.12.4.3. Mise en œuvre d'un plat pultrudé

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

La face encollée des plats, doit obligatoirement faire l'objet d'un dégraissage préalable au moyen du produit préconisé dans le cahier des charges du procédé.

Le double encollage, obligatoire, 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.

2.3.12.4.4. Mise en œuvre d'un tissu imprégné

L'épaisseur de la couche d'encollage sur le support est 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).

2.3.12.4.5. Mise en œuvre d'un tissu sec

L'épaisseur de la couche d'encollage déposée sur le support est vérifiée au moyen d'une jauge d'épaisseur pour produit visqueux (possibilité complémentaire de faire le rapprochement entre la quantité de résine utilisée et la surface couverte) et le sens de pose du tissu (chaîne et trame).

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 de tissu sec stratifié sur une surface plane et rigide (plaque de PCL enduite d'un produit de démoulage compatible par exemple) de 600 mm x 600 mm sera conservé dans les conditions du site pour vérifier les caractéristiques du composite après durcissement (éprouvettes de contrôle). Cet échantillon doit être identifié avec tous les éléments de traçabilité requis.

2.3.12.5. Après polymérisation de la résine des matériaux composites

Conformément aux prescriptions de l'article 4.9.1.7 du présent CCTP, des éprouvettes de contrôle sont 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.

2.3.12.6. Contrôles intérieurs

Les contrôles suivants sont effectués :

- la 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 ;
- le contrôle sonique par légers tapotements au moyen d'un maillet en bois ou en plastique ;
- le contrôle à l'aide d'une caméra infra-rouge ;
- les zones sonnant creux ou repérées par caméra thermique seront repérées par cerclage au crayon indélébile (rappel : le Plan Qualité du titulaire devra préciser la conduite à tenir suivant l'importance des défauts de collage du renfort) ;
- la vérification de l'existence et de la visibilité d'un indicateur signalant la présence d'un renfort.

2.3.13. Couche de forme

Le titulaire doit définir dans son PAQ les dispositions qu'il prend pour effectuer :

- le répandage conformément à la norme NF P 98-115 ;
- le réglage et le compactage ;
- la mise en place de la couche de protection ;
- le raccordement aux chaussées existantes.

Le répandage est arrêté lors de fortes pluies ou des pluies persistantes, ou lorsque la température est inférieure à 5 °C.

L'atelier de compactage est défini au PAQ. Sa composition et ses modalités d'emploi doivent permettre d'obtenir, les performances définies ci-après. L'attention est attirée sur le fait que les moyens de compactage doivent être adaptés à la résistance à jeune âge du béton du mur garde-grève, qui ne devra en aucun cas être endommagé lors de ces opérations.

La teneur en eau de compactage est réglée de telle sorte qu'elle permette d'obtenir une densité égale ou supérieure à la densité optimale obtenue sur la planche de référence.

Performances recherchées et les spécifications sont les suivantes :

La couche de forme est réceptionnée si les caractéristiques obtenues sont celles d'une PF2 selon le GTR.

Le PAQ du titulaire présente l'étude de définition de la référence Proctor du matériau (OPN). Les objectifs de densification de cette couche de forme sont q3 (au sens du GTR édition 2023) :

- masse volumique sèche moyenne sur toute l'épaisseur compactée : $pdm \geq 98,5 \text{ \% pd OPN}$;
- masse volumique sèche en fond de couche : $pdfc \geq 96 \text{ \% pd OPN}$.

Nature du contrôle	Performances recherchées
<u>Portance :</u>	$\geq 50 \text{ MPa}$
<u>Taux de compactage :</u> <ul style="list-style-type: none"> • masse volumique sèche moyenne sur toute l'épaisseur compactée • masse volumique sèche en fond de couche 	$pdm \geq 98,5 \text{ \% pd OPN}$ $pdfc \geq 96 \text{ \% pd OPN}$
<u>Performances mécaniques du matériau :</u>	PF2

2.3.14. Enrobés

Le PAQ de fabrication des constituants est soumis à l'agrément de la maîtrise d'œuvre, pendant la période de préparation, qui doit inclure une fiche de caractérisation des produits utilisés et indiquer notamment pour les dopes d'adhésivité, la durée maximale de stockage du produit mélange avec le bitume.

2.3.15. Joints de chaussée et de trottoirs

L'ouvrage est équipé de joints de chaussée à hiatus présentant les caractéristiques suivantes :

- souffle supérieur à 35 mm ;
- apte à supporter un trafic de classe T1 au sens du guide méthodologique « Diagnostic et conception des renforcements de chaussées » du Cerema & IDRRIM ;
- étanche ;
- ouverture du génie civil : 50 mm projeté sur culée, inconnu sur pile.

Ces joints sont mis en place dans l'épaisseur de la couche de roulement.

Le PAQ doit comporter :

- une note de calcul déterminant l'écartement des lignes d'ancrages à la pose du joint et le réglage de l'ouverture du joint en fonction des époques auxquelles auraient lieu ces deux opérations (âge de la structure porteuse, température...) ;
- un plan d'exécution des relevés du joint et des joints de trottoir et longrines latérales.

2.4. Journal de chantier

Le journal de chantier est tenu, à disposition permanente du représentant de la maîtrise d'œuvre, sur le chantier.

Pour l'établissement de ce journal, le titulaire doit fournir chaque jour un compte-rendu de chantier sur lesquels sont consignés tous les renseignements relatifs à la marche du chantier et en particulier :

- les horaires de travail, l'effectif et la qualification du personnel ;
- la nature et le nombre d'engins en fonctionnement et en panne ;
- la nature et les quantités estimatives des prestations réalisées dans la journée ;
- la durée et la cause des arrêts de chantier ;
- les dispositions prises et les mesures effectuées pour régler son matériel et contrôler les réglages.

Sur ce journal, sont également consignés par le responsable du chantier :

- les conditions atmosphériques ;
- les dérogations relatives à l'exécution et au règlement telles que les modifications de tous les documents d'exécution et les résultats d'essais hors chantier ;
- les résultats d'essais effectués par les laboratoires ;
- les réceptions de matériaux ;
- tous les détails présentant quelques intérêts du point de vue de la tenue ultérieure des ouvrages, du calcul des prix de revient et de la durée réelle des travaux.

Ce journal est visé contradictoirement par le représentant de la maîtrise d'œuvre, qui peut y ajouter ses propres remarques ou observations, et le représentant du titulaire chaque semaine.

2.5. Documents de suivi du contrôle intérieur

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

2.6. Études d'exécution

(article 29.1 du CCAG-T, article 42 du fascicule 65 du CCTG, article 4.2.1 du fascicule 66 du CCTG)

Les études d'exécution comprennent :

- les relevés géométriques et prises de cote nécessaires à la réalisation des études d'exécution et travaux, en complément des éléments de récolement des ouvrages disponibles ;
- une note définissant les bases des études d'exécution ;
- les documents d'exécution vont concerner notamment :
 - les opérations de vérinage ;
 - la création des points de vérinage ;
 - le remplacement des appareils d'appui ;
 - la réfection des bossages d'appui ;
 - la démolition reconstruction des murs garde-grève ;
 - la création de dalle de visite ;
 - la reconstitution du sommier des culées ;
 - le renforcement des entretoises.

Les principes généraux des différentes opérations sont rappelés ci-après :

Création des dalles de visite

La création des dalles de visite démarre par la démolition des perrés en béton armé dont les plans sont fournis au dossier. Les perrés seront arasés jusqu'à la face supérieure des semelles des culées. Une couche d'assise sera mise en place puis la dalle de visite d'une épaisseur de 15 cm sera coulée sur un béton de propreté. La dalle de visite sera calculée comme un dallage pour reprendre une charge d'entretien de 150 kg/m² et une charge ponctuelle de 500 kg appliqué sur un carré de 200 × 200 mm. Les extrémités des dalles de visite seront terminées par des murs en L permettant le raccordement aux perrés conservés. Il est attendu : la note de dimensionnement de la dalle et des murs en L, un plan d'implantation et de coffrage de la dalle et des murs en L ainsi qu'un plan de ferrailage et sa nomenclature associée des dalles et des murs en L.

Démolition-reconstruction des murs garde-grève

La démolition-reconstruction des murs garde-grève a pour objectif de libérer le tablier qui a été observé en contact avec le tablier. Les murs garde-grève seront reconstruits avec une épaisseur de 250 mm et en dégagant un espace entre les maçonneries du tablier et le mur garde-grève de 50 mm. Des armatures seront scellées en pied du mur garde-grève dans le sommier d'appui. Le nouveau mur descendra environ 600 mm sous le niveau supérieur actuel du sommier soit environ 500 mm sous le niveau projeté du sommier afin de sceller des armatures à cœur du sommier, éviter les phénomènes de poussée au vide et ne pas risquer de les impacter dans les travaux de création des niches d'appui ou de vérinage. Les études d'exécution devront donc s'attacher au dimensionnement du ferrailage du mur garde-grève, aux ancrages dans le sommier de la culée et aux ancrages dans les murs en retour.

Une note de calcul de dimensionnement des murs garde-grève, un plan d'implantation et de coffrage, un plan de ferrailage et sa nomenclature associée seront soumis à la validation de la maîtrise d'œuvre et à son contrôle extérieur.

Vérinage, remplacement des appareils d'appui

Les opérations de vérinage et de dévérinage sont prévues sous coupure de la circulation sur la voie portée. Entre les deux opérations, la circulation sur l'ouvrage sera rétablie sans restriction de trafic.

L'étude du vérinage des lignes d'appui sur culées en excentrant les charges vers le tablier a conduit au besoin de renforcement des fondations des culées de l'ouvrage. Cette solution a été écartée, il a donc été décidé de véliner sous entretoises d'appui. L'espace disponible n'étant pas suffisant, des niches de vérinage seront réalisées pour positionner 4 vérins à mi-porté des sections d'entretoises entre poutre, ainsi le renforcement des fondations est évitable.

Le ferraillement des entretoises d'appui est connu en intrados grâce à des investigations in situ, ces investigations ont révélé que les plans de ferraillement de l'ouvrage ne sont pas conformes aux ouvrages exécutés. Le ferraillement supérieur des entretoises a été supposé sur la base des plans et des journaux de chantier néanmoins une différence n'est pas à exclure et un renforcement pourrait être nécessaire. Des investigations en phase travaux sont prévues pour définir si les ferraillements en place sont suffisants.

Sur pile, les travées sont vérinées en positionnant les vérins sous poutre à l'aide de consoles de vérinage brêlées aux fûts à l'aide de barres de précontrainte. Dans la mesure où la circulation est maintenue sous l'ouvrage y compris lorsque l'ouvrage sera positionné sur les consoles, le risque de choc sur les consoles n'est pas exclu et il est demandé au prestataire de prévoir un calage de sécurité complémentaire sous poutre ou sous entretoise qu'il concevra et dimensionnera afin de réduire le risque de dégâts sur l'ouvrage en cas de rupture d'une console.

Si le prestataire respecte la position des vérins définie dans le dossier ainsi que les dénivellations parasites limites entre deux vérins d'une même ligne, aucune justification du tablier lors des opérations de vérinage et de calage ne sera demandée. La justification sera à produire dans le cas contraire. Il est demandé de justifier localement la diffusion des efforts concentrés, de dimensionner les systèmes de vérinage (vérins, cales...) et des systèmes de calages (vérins avec écrous de sécurité, calage de sécurité complémentaire au niveau des piles, console de vérinage, ferraillement et fretage des dés de vérinage à créer dans les niches).

Sur pile, le soulèvement définitif du tablier permet d'intégrer les nouveaux appareils d'appui et des bossages aux dimensions conformes aux règles de l'art. Sur culée, le soulèvement du tablier est interdit, le gain d'espace pour le positionnement des bossages et appareils d'appui est réalisé par la démolition de la tête des sommiers des culées. Des niches pour positionner le fretage nécessaire sous appui sont à réaliser. Des armatures en bateau, des armatures droites et des scellements dans le sommier permettront de lier les dés au reste du sommier. Sur culées, les bossages inférieurs et supérieurs sont de hauteurs réduites.

Sur tous les appuis, les bossages supérieurs sont composés d'une plaque métallique qui a le rôle de coffrage, de plaque de glissement ou de plaque avec taquets anti-cheminement.

Les appareils d'appui sont glissants sur culée (néoprène type D), les appareils d'appui des piles intermédiaires sur les travées de rives sont des appareils avec frette supérieur de butée pour l'anti-cheminement (néoprène type C), les autres appareils d'appui sont des néoprènes classiques (néoprène de type B).

La justification des appareils d'appui dimensionnés dans le cadre du PRO n'est pas demandée. Seuls les dimensionnements des bossages, des plaques des bossages supérieurs, du ferraillement des sommiers d'appui y compris les frettes et armatures de diffusion sous les appareils d'appui sont à justifier dans le cadre des études d'exécution.

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.

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, ainsi que les bases numériques des calculs.

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

La liste ci-après constitue les notes de calculs attendus, cette liste n'est pas exhaustive :

- note de calcul de la dalle de visite ;
- note de calcul des murs garde-grève ;

- note de calcul de vérinage ;
- note de calcul de dimensionnement des consoles de vérinage ;
- note de calcul de dimensionnement des niches de vérinage ;
- note de calcul des bossages d'appui ;
- note de calcul des plaques de glissement et plaques anti-cheminement ;
- note de calcul du renforcement des entretoises d'appui sur culée ;
- note de calcul de réglage des joints de chaussée.

La vérification du dimensionnement des appareils d'appui n'est pas demandée dans le cadre des études d'exécution.

2.6.1. 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 date d'envoi au visa de la maîtrise d'œuvre ;
- la date de visa de la maîtrise 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.

Pour éviter tout risque de conflit dans les zones de scellement, perçages, démolitions et repiquages, les armatures passives de l'ouvrage actuel tel que résultant des plans d'exécution originaux, des investigations existantes, du relevé de la géométrie et des repérages in situ (radar) devront être reportés sur les plans d'exécution de la réparation.

Les plans de coffrage et ferrailage des pièces rapportées seront établis au 1/20^e (sauf détail pouvant être à une échelle plus précise).

Sur les plans de ferrailage et nomenclatures, l'indice des éventuelles modifications doit être porté au niveau des aciers modifiés, ainsi que la position des armatures et des recouvrements.

Le façonnage doit apparaître en clair dans la nomenclature au niveau de l'armature (la référence à un catalogue d'armature est interdite).

Les tolérances d'implantation devront figurer sur les dessins d'exécution.

Le titulaire fournira à la maîtrise d'œuvre les plans d'exécution suivants, dont la liste sera complétée en cas de besoins :

- le plan de terrassement pour la réalisation des dalles de visite ;
- le plan de terrassement pour la démolition reconstruction des murs garde-grève ;
- le plan de l'ouvrage existant avec repérage des armatures passives dans les zones de forage ;
- le plan d'implantation générale et de détails des réparations ;
- le plan d'implantation et de détail des murs garde-grève ;
- le plan d'implantation et de détail des niches de vérinage et des consoles de vérinage ;
- le plan d'implantation des forages et scellements ;
- le plan d'implantation et de détail des bossages et appareils d'appui ;
- le plan d'implantation et de détail des dalles de visite des perrés ;
- les plans d'implantation des réparations du matériau composite ;
- les plans de détail des joints de chaussée.

Enrobages des aciers passifs des parties en béton

Les enrobages des aciers passifs associés aux parements sont à déterminer suivant la classe d'exposition XC4/XF1.

2.6.2. Textes réglementaires et règlements de calcul

Les points principaux notables sont :

- l'ensemble des vérifications sur les structures de l'ouvrage sont à réaliser sur la base des Eurocodes (normes NF EN 1990 à 1998), leurs amendements et leurs documents d'application nationaux ;
- les charges de trafic sur l'ouvrage à considérer sont celles du fascicule 61 titre II ;
- les charges de température à considérer suivant la NF EN 1991 ;
- les combinaisons d'action à appliquer sont celles du BPEL 99 ;
- le dimensionnement des barres de brêlage et des blochets suivant la NF EN 1992 et la NF P 95-104.

Sont cités également :

- les fascicules n°56, 65 et n°66 du CCTG ;
- des guides et recommandations du SETRA, du CEREMA et du LCPC ;
- la norme NF EN 1317 ;
- le guide FD P18-717.

2.6.3. Hypothèses matériau en place

2.6.3.1. Béton en place

Les valeurs suivantes sont adoptées :

- $f_{ck} = 22,5$ MPa évaluée à partir d'un $f_{c28} = 20$ MPa sur un béton ancien.

2.6.3.2. Aciers passifs en place

Aciers TOR en place :

- $f_e = 420$ MPa (42 kg/cm²) si $\phi \leq 20$ mm ;
- $f_e = 400$ MPa (40 kg/cm²) si $\phi \geq 25$ mm.

2.6.4. Hypothèses matériau projeté

2.6.4.1. Béton

Les valeurs suivantes sont adoptées :

- murs garde-grève et les éléments de la dalle de visite $f_{ck} = 30$ MPa ;
- consoles de vérinage $f_{ck} = 35$ MPa ;
- mortier pour sommier, bossage : suivant spécification du produit.

2.6.4.2. Aciers passifs

Aciers HA500B :

- $f_{yk} = 500$ MPa.

2.6.4.3. Barres de brêlage

Suivant produit proposé par le titulaire.

2.6.5. Actions – Charges

2.6.5.1. Poids propre des structures

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

Le poids propre du béton est pris égal à 25 kN/m³.

Le poids propre des poutres et du hourdis participant a été calculé pour chacune d'entre elles. Le poids propre des entretoises a été modélisé par une charge linéique.

2.6.5.2. Superstructures

Profil en travers

	Epaisseur	Largeur	Masse volumique	Masse surfacique	Masse linéique	Coefficient minorateur	Coefficient majorateur
	[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[kN/m]		
Enrobé	0,105	6,00	24,0	2,5	15,12	0,8	1,2
Etanchéité	0,010	11,85	24,0	0,2	2,84	0,0	1,2
Renformis	0,045	6,00	24,0	1,1	6,48	0,8	1,2
Trottoir TPC	0,233	3,00	24,0	5,6	16,80	0,97	1,03
Trottoir Ext	0,233	3,00	24,0	5,6	16,80	0,97	1,03
GC TPC	/	/	/	/	0,25	1,0	1,0
GC Ext	/	/	/	/	0,25	1,0	1,0
Corniche TPC	/	/	/	/	1,13	1,0	1,0
Corniche Ext	/	/	/	/	1,13	1,0	1,0
Total					60,8 kN/ml	52,6 kN/ml	66,7 kN/ml

2.6.5.3. Température uniforme T

Les effets thermiques sont à calculer selon la norme NF EN 1991 et son annexe nationale.

Les valeurs de température à considérer pour le calcul des joints et des appareils d'appui seront majorées suivant les dispositions de pose et de réglages mise en œuvre par le titulaire.

2.6.5.4. Gradient thermique $\Delta\theta$

Les effets thermiques sont à calculer selon la norme NF EN 1991 et son annexe nationale.

2.6.5.5. Charges routières Q_r

Les charges à considérer sont celles du fascicule 61 titre II.

Le pont est de deuxième classe. Il se compose de deux voies de circulation. Les charges à considérer sont les modèles A, Bc, Bt et Br. Les coefficients dynamiques s'appliquent suivant les prescriptions du fascicule 61 titre II. Les charges de trottoirs concomitantes avec le trafic routier sont également à considérer.

2.6.5.6. Actions sismiques

La contrainte sismique n'est pas à prendre en compte.

2.6.6. Combinaisons d'action

2.6.6.1. Définitions

- G : Charges permanentes comprenant notamment le poids propre et le poids des équipements ;
- G_{max} : Ensemble des actions permanentes défavorables ;
- G_{min} : Ensemble des actions permanentes favorables ;
- Q_r : Charges d'exploitation sans caractère particulier ;
- Q_r concerne les systèmes de charge A et B et leurs effets annexes, les charges sur trottoirs, le groupement éventuel de ces charges dans Q_r étant affecté selon les prescriptions du titre II du fascicule 61 du CPC.

2.6.6.2. Combinaisons d'actions

Les combinaisons d'actions utilisées pour les vérifications de résistance sont définies par :

- ELS quasi-permanent $\sum G_{k,j} + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$
- ELS fréquent $\sum G_{k,j} + \psi_1 Q_{k,1} + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$
- ELS rare $\sum G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} Q_{k,i}$
- ELU fondamental $\sum \gamma_{g,j} G_{k,j} + \gamma_{q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

Les coefficients partiels pris en compte pour les actions sont :

Action de base	Notation	$\gamma_g / \gamma_p / \gamma_q$	
		Fav	Défav
Poids propre	G	1	1,35
Charges d'exploitation F61 titre II	Q	0	1,5

Action de base	Notation	$\gamma_g / \gamma_p / \gamma_q$	
		Fav	Défav
Charges de trottoir	Q_T	0	1,5
Température	T	0	1,5

Pour la combinaison des différentes actions nous considérons les coefficients d'accompagnement ψ suivant :

Action variable de base	Notation	Valeur Ψ_0	Valeur Ψ_1	Valeur Ψ_2
Charges d'exploitation F61 titre II	Q	0	0,4	0
Température (variation uniforme)	T	0,6	0,5	0
Gradient thermique	T	0,5	0,5	0
Charges de trottoir	Q_E	0	0,4	0

Selon les règles BPEL 91 révisées en 99, les valeurs nominales des charges doivent être multipliées par les coefficients suivants :

2.2 CHARGES D'EXPLOITATION DES PONTS-ROUTES

A partir des valeurs nominales définies dans le titre II du fascicule 61 du CPC (arrêté ministériel du 28-12-71) les valeurs représentatives assimilables aux valeurs caractéristiques des D.C. 79 sont déterminées comme suit :

2.2.1 VIS-À-VIS DES ÉTATS LIMITES ULTIMES DE RÉSISTANCE (ELU)

- pour les charges sur chaussées et leurs effets annexes, les charges sur les remblais, 1,07 fois la valeur nominale (articles 4, 5, 6, 7, 8 du titre II du fascicule 61),
- pour les charges sur trottoirs et passerelles piétons, les charges sur les garde-corps, 1,07 fois la valeur nominale (articles 4, 5, 6, 7, 8 du titre II du fascicule 61),
- pour les charges militaires et les charges exceptionnelles, la valeur nominale (articles 9 et 10).

2.2.2 VIS-À-VIS DES ÉTATS LIMITES DE SERVICE (ELS)

- pour les charges sur chaussées et leurs effets annexes, les charges sur les remblais, 1,2 fois la valeur nominale,
- pour les charges sur trottoirs et les passerelles piétons, les charges sur les garde-corps, la valeur nominale,
- pour les charges militaires et les charges exceptionnelles, la valeur nominale.

Pour le dimensionnement des appareils d'appui, par dérogation au BPEL, nous proposons de retenir $\psi_0 = \psi_1$ pour les charges de trafic lorsque la température est l'action de base.

2.6.7. Note d'hypothèses

Au démarrage des études d'exécution, le titulaire doit remettre à la maîtrise d'œuvre une note d'hypothèses générales indiquant de façon complète, les caractéristiques des matériaux, les actions et combinaisons d'actions retenues, les méthodes de calcul des efforts, ainsi que les hypothèses de justifications des sections. Cette note précisera aussi les notations utilisées dans les notes de calculs.

Cette note doit être complétée par une notice indiquant de façon complète, l'origine du programme, les hypothèses de base des calculs, leur processus, les différents résultats recherchés et les notations.

2.6.8. Descente de charges sur vérins et calages

Les descentes de charges sur vérins, calages et appareils d'appuis seront à calculer par le bureau d'étude à partir d'un ou plusieurs modèles de calcul.

A titre indicatif et pour permettre le prédimensionnement des systèmes de vérinage, le tableau ci-après fourni les descentes de charges verticales maximale d'une ligne de vérins / calages sous les différentes combinaisons d'actions et cela suivant le positionnement des vérins et calages définis sur les plans joints à la consultation :

	ELS QP	ELS Fréquent	ELS Rare	ELU
	Rz max	Rz max	Rz max	Rz max
Culée	427	480	559	761
Pile ligne de rive	264	365	555	746
Pile ligne centrale	395	481	690	928

Un coefficient minimal de 1,5 sur les réactions d'appui est demandé pour le dimensionnement des vérins.

2.6.9. Justification des appuis

La stabilité globale des appuis a été étudiée en phase projet pour les opérations de vérinage dans les conditions suivantes :

- sur culée : positionnement des vérins à l'axe d'appui actuel ;
- sur pile : soulèvement concomitant des travées adjacentes à la pile et vérinage aux positions définies sur les plans joints au DCE.

Si les conditions de vérinage diffèrent de celle indiquées ci-avant, le bureau d'étude devra justifier la stabilité des appuis sinon ces justifications ne sont pas demandées.

Le bureau d'études effectuera les vérifications locales des têtes d'appui afin de justifier les pressions locales et l'équilibre du coin. Les dés d'appui seront à dimensionner ainsi que la reconstitution du ferrailage du sommier des culées.

2.6.10. Dimensionnement des consoles de vérinage

Le projet prévoit la création de console de vérinage en béton préfabriqué avec mortier de calage et préparation du parement des piles par repiquage. Les consoles de vérinage et les barres de brêlage seront dimensionnées suivant la NF P 95-104 et l'Eurocode 2.

Le coefficient de frottement à retenir est celui de la NF P 95-104, soit 0,4.

À titre indicatif, le dimensionnement obtenu en phase projet se compose de 4 Freyssibar diamètre 40 mm tendu à 70 % de la tension à la rupture avec trois recalages, les consoles sont en béton C35/45 armées et frettées.

Le bureau d'étude devra dimensionner les consoles et les barres de brêlage suivant les implantations réelles possibles déterminées après implantation du ferrailage passif des fûts de pile.

2.6.11. Dimensionnement des dispositifs de vérinage

La puissance du 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.

2.6.12. Dimensionnement des renforts des entretoises d'appui

Le ferrailage supérieur des entretoises n'est pas connu. Le titulaire devra déterminer par sondage le ferrailage en place au droit de l'entretoise et dans sa table de compression.

Si le ferrailage est supérieur ou égal à celui pris en compte dans les études de projet, c'est-à-dire environ 10 cm² d'armatures TOR fyk = 420 MPa, le renforcement des entretoises ne sera pas nécessaire.

Si le ferrailage est inférieur à cette valeur, le titulaire devra dimensionner et mettre en place un renforcement permettant d'atteindre la section d'armature requise.

Nous attirons l'attention du titulaire sur le fait que le plan de ferrailage de l'ouvrage est fourni à titre indicatif et que les investigations ont montré que ce plan était partiellement faux.

Si le principe de vérinage défini au projet est conservé et que le ferrailage supérieur est suffisant, le titulaire établira simplement les justifications locales des entretoises (pression localisée et équilibre du coin) afin de déterminer les hauteurs de calage des vérins pour assurer une diffusion suffisante des efforts.

Si le principe de vérinage devait être modifié, le titulaire recalculera les entretoises dans leur ensemble.

2.6.13. Dimensionnement des appareils d'appui

Les dimensions des appareils d'appui ont été déterminées dans le cadre des études de projet, les dimensions sont définies sur les plans.

Le dimensionnement des plaques de glissement et le réglage en fonction de la température de pose sont à réaliser par l'e titulaire. Les dimensions des plaques sont les dimensions déterminées par le calcul, majorées d'au moins 5 cm. Le dimensionnement est conforme à l'article 3.2.5 du guide technique cité ci-dessus « Appareils d'appui en élastomère fretté – Utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires » du Sétra.

2.7. Dimensionnement des bossages d'appui

Sur culée, la géométrie de l'environnement des appareils d'appui ne permet pas de réaliser des bossages dont les dimensions respectent les règles de l'art.

Le titulaire justifiera les bossages suivants les descentes de charges qu'il aura établies et devra en particulier justifier la reprise des efforts verticaux et la capacité de la surface de reprise à reprendre les efforts horizontaux.

2.8. Réparation du matériau composite endommagé des poutres

Le matériau composite à mettre en œuvre n'est pas à dimensionner par rapport aux sollicitations de l'ouvrage. Il est appliqué pour réparer du matériau endommagé.

Les sections de tissu à mettre en œuvre sont données en termes de quantité insuffisante d'acier passif d'effort tranchant à compenser au niveau d'une poutre ; la dimension du plat collé est imposée.

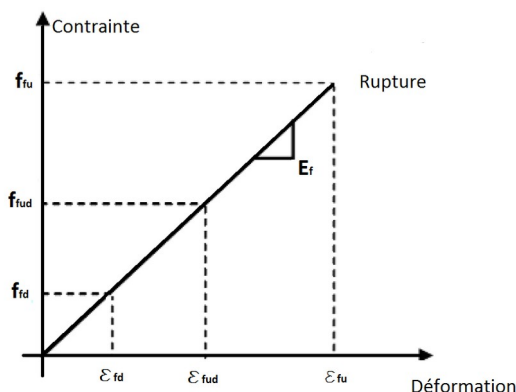
2.8.1. Règles générales

2.8.1.1. Lois de comportement

Pour les matériaux composites à mettre en œuvre, les dispositions qui suivent doivent être respectées.

2.8.1.1.1. Loi de comportement en traction

Conformément au guide AFGC, la loi de comportement du matériau composite, en traction, dans le cas des matériaux composites unidirectionnels, doit être de la forme suivante :



avec :

- contrainte de traction du composite à la rupture : f_{fu}
- contrainte de traction du composite à l'ELU : $f_{fud} = \frac{\alpha_f f_{fu}}{\gamma_{fd}}$
- contrainte de traction du composite à l'ELS : $f_{fld} = \frac{\alpha_f f_{fu}}{\gamma_{fd}}$
- Effet de vieillissement des matériaux : $0,65 \leq \alpha_f \leq 1,0$ (0,65 dans le cas général)
- Coefficient de sécurité γ_{fd} . À défaut de valeurs justifiées par le fabricant, il sera retenu les valeurs du tableau ci-dessous issu du guide AFGC :

Matériau composite	γ_{fd}		
	ELS	ELU	
		Fondamental	Accidentel
Pultrudé carbone-époxy	1,4	1,25	1,0
Stratifié in-situ carbone-époxy	2	1,4	1,1

Pour assurer la compatibilité des déformations entre le béton, les aciers et les composites, l'allongement des matériaux composites à l'ELU doit être limité. Cette limitation revient à réduire la contrainte de traction des matériaux composites. La compatibilité des déformations doit donc être justifiée, afin d'en déduire la réduction de la contrainte en traction du matériau composite.

2.8.1.1.2. Loi de comportement de l'interface composite-béton ou de la colle

La loi de comportement de l'interface composite-béton ou de la colle doit être de la forme suivante :

La contrainte limite de cisaillement à l'interface composite-béton ou de la colle est donnée par :

$$\tau_{ad,d} = \min \left(\alpha_{ad} \frac{\tau_{ad,e}}{\gamma_{ad}} ; \frac{f_{ctm}}{\gamma_{td}} \right)$$

avec :

- résistance moyenne à la traction du support béton : f_{ctm} (contrôlée in situ (pastillage), elle ne doit pas être inférieure à 1,5 MPa) ;
- coefficient ELU $\gamma_{td} = 1$ (mêmes valeurs pour les combinaisons fondamentales et accidentelles) ;
- coefficient ELS $\gamma_{td} = 1,5$;
- Contrainte de cisaillement moyenne déterminée par des essais : $\tau_{ad,e}$;
- $\alpha_{ad} = 0,8$ si $T_g > 50^\circ C$ (T_g température de transition vitreuse) ;
- $\alpha_{ad} = 0,4$ si $T_g \leq 50^\circ C$;
- la valeur du coefficient de sécurité γ_{ad} sur l'interface est donnée par le tableau ci-dessous issu du guide AFGC :

Matériau composite	γ_{ad}		
	ELS	ELU	
		Fondamental	Accidentel
Pultrudé	2	1,4	1,1
Stratifié in-situ	1,4	1,25	1,0

2.8.1.2. Longueur d'ancrage

La longueur d'ancrage expérimentale $l_{anc,exp}$ doit être déterminée par des essais conformément aux recommandations du guide AFGC.

La longueur d'ancrage théorique $l_{anc,th}$ doit également être déterminée en fonction des caractéristiques des matériaux composites et de la contrainte de cisaillement à l'interface composite-béton ou colle.

La longueur d'ancrage de dimensionnement est la valeur minimale de la longueur d'ancrage théorique et expérimentale, avec une valeur maximale de 200 mm.

2.8.1.3. Positionnement des bandes de matériaux composites

Les matériaux composites sont placés dans les zones présentant une insuffisance d'aciers passifs vis-à-vis des justifications définies aux études d'exécution. Les plans du présent marché indiquent les zones concernées.

Les bandes de matériaux composites verticales sont collées sur les âmes. Elles sont ancrées dans la partie supérieure de l'âme et sont continues autour du talon.

Le nombre de couches des bandes de matériaux composites doit se conformer au cahier des charges du procédé, qui peut limiter le nombre de couches en fonction de la présence ou non d'ancrages mécaniques.

2.8.2. Section des matériaux composites

Dans le cadre du marché, les quantités de renforcement à mettre en œuvre sont à dimensionner par le titulaire en fonction du procédé retenu.

Les sections à mettre en œuvre peuvent doivent être déduites des quantités de matériaux insuffisantes, en appliquant une règle de proportionnalité entre la résistance des aciers passifs et la résistance du matériau composite (donnée dans l'avis technique).

Déficit d'acier passif pour justification d'effort tranchant de la zone dégradée

L'endommagement du tissu en matériau composite correspond à un déficit d'acier passif de $18,4 \text{ cm}^2$ calculé avec un taux de travail f_{sd} de 347,83 MPa (limite d'élasticité des aciers théoriques déficitaires prise égale à 400 MPa). a été dimensionné avec les caractéristiques des aciers en place ($f_e = 400 \text{ MPa}$), à répartir sur 1,04 m (emprise des bandes endommagées à réparer).

Les bandes, en forme de U, seront ancrées sur les tronçons de bandes existantes restantes en mobilisant la longueur d'ancrage (200 mm maximum).

2.8.3. Renforcement de la zone de fissure de la poutre de rive

La lame de plat carbone à remplacer a comme dimensions :

- longueur : 1,60 m ;
- largeur : 150 mm ;
- épaisseur : 1,4 mm.

2.9. Joints de dilatation

Les études doivent comporter :

- une note de calcul déterminant l'écartement des lignes d'ancrages à la pose du joint et le réglage de l'ouverture du joint en fonction des époques auxquelles auraient lieu ces deux opérations (âge de la structure porteuse, température...) ;
- dans le cas d'un joint comprenant des ancrages dans le béton, un dessin d'exécution définissant les emplacements à réserver pour les tiges de scellement des ancrages du joint, et les ferraillements secondaires nécessaires au transfert à la structure porteuse des efforts transmis par les ancrages ;
- un plan d'exécution des relevés du joint et des joints de trottoir ou longrines latérales.

Dans le cas où la pose du joint est sous-traitée, un exemplaire de la note de calcul est adressé au fabricant par le poseur du joint.

Le souffle des joints de chaussée sera calculé suivant les instructions du « Guide méthodologique – Joints de chaussée des ponts routes – Conception, exécution et maintenance » du CEREMA de 2016.

Les effets à considérer pour le dimensionnement du souffle sont :

- la température ;
- les surcharges de trafic :
 - rotations d'about ;
 - efforts horizontaux (accélération / freinage) ;
- les autres actions liées à la géométrie (courbure, biais et pente).

Pour le calcul du souffle des joints de chaussée, le titulaire pourra négliger :

- l'effet du retrait et du fluage ;
- l'effet des rotations sous charges permanentes ;
- les effets sismiques ;
- les actions accidentelles.

2.10. Dossier de récolement de l'ouvrage

(article 40 du CCAG-T, norme NF EN 13670/CN, article 36 et 43.6 du fascicule 65 du CCTG, norme NF EN 1090-2+A1, article 4.2.3 du fascicule 66 du CCTG)

Le dossier de récolement comprend les documents suivants :

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

Ce calcul est soumis au visa de la maîtrise d'œuvre.

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

- le relevé des données géométriques nécessaires au chantier ;
- l'ensemble des levés topographiques de l'ouvrage réalisés lors des travaux.

Ces documents sont fournis dans la même quantité et suivant les mêmes prescriptions que pour le dossier de récolement après travaux.

CHAPITRE 3. PROVENANCE ET QUALITÉ DES MATÉRIAUX

3.1. Dispositions générales

(article 5.1 du fascicule 66 du CCTG, article 21 à 25 du CCAG-T)

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

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

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

En cas d'anomalies constatées sur les matériaux, produits composants et équipements avant leur mise en place dans l'ouvrage, les articles 39 et 44 du CCAG-T sont appliqués.

3.1.1. Marquage CE des produits de construction

(règlement UE n°305/2011)

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

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

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

3.1.2. Conformité aux normes, marques et avis techniques français

(article 23.2 et 24.2 du CCAG-T)

3.1.2.1. Possibilités d'équivalence

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

Conformément à l'article 23.2 du CCAG-T, le titulaire peut proposer d'autres matériaux ou produits à condition d'une part, qu'ils soient conformes à des normes en vigueur dans d'autres États parties à l'accord sur les marchés publics de l'organisation mondiale du commerce et d'autre part, qu'ils soient acceptés par la maîtrise 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 équivalent), soit d'un avis technique, d'un agrément ou d'une homologation émis par un organisme public français (Sétra, LCPC, CSTB...).

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

3.1.2.2. Acceptation ou refus de la maîtrise 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.

La maîtrise d'œuvre dispose d'un délai de 30 jours à partir de la livraison de ces éléments pour accepter ou refuser ce matériau, produit ou service. Son acceptation est fondée sur le respect des exigences

définies dans la norme française ou dans le règlement de la marque de qualité, de l'avis technique, de l'homologation ou de l'agrément requis, qui constituent toujours la référence technique.

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

3.2. Signalisation temporaire

Les qualités, les caractéristiques, les types, les dimensions et les poids des éléments de signalisation temporaire ainsi que les procédés de fabrication, les modalités d'essais, de marquage, de contrôle et de réception des matériaux, des produits ou des matériels sont conformes aux normes françaises en vigueur.

Tous les panneaux doivent être homologués. La marque d'homologation des panneaux doit être inscrite au dos de façon indélébile et comporter les renseignements suivants :

- n° d'agrément du fournisseur ;
- n° d'homologation du produit ;
- année de fabrication.

3.2.1. Réflectorisation

Le décor de la face active des panneaux de police et de direction utilise des films rétro-réfléchissants agréés de classe II conformes aux prescriptions de l'arrêté du 13 novembre 1980 en ce qui concerne les couleurs, le coefficient de rétro-réflexion, la durée de vie et le mode de collage sur le support.

Le film réflectorisant ne doit porter aucune trace de détérioration ni de souillure. La réflectorisation doit être uniforme sur l'ensemble de la surface.

3.2.2. Supports de panneaux

Les supports de panneaux de signalisation sont de types suivants :

- supports de type T2, T3, T5, bipieds, 421 ou 322 du type SES ou similaire ;
- supports en acier galvanisé 80 × 80 mm.

Les panneaux doivent être lestés :

- par des socles de 785 × 390 mm de 29 kg, servant au lestage des panneaux temporaires fixés sur support 80 × 80 ;
- par des sacs de lestage de 550 × 300 mm en PVC, de couleur orange fluo avec deux poignées et remplis de sable.

3.2.3. Caractéristiques des signaux

Les matériaux utilisés pour les panneaux sont :

- de l'aluminium pour les panneaux de types AK, B2, B14 et percés pour s'adapter aux supports utilisés ;
- du PVC polycarbonate épais : 10 mm pour les panneaux KD d'information de présignalisation et de déviation.

Les batteries d'alimentation de la signalisation lumineuse sont autonomes et rechargées en tant que de besoin par le titulaire.

Le titulaire assure la maintenance de ces batteries d'alimentation de façon à ce qu'il n'y ait pas d'interruption de service. Des batteries complémentaires en bon état de marche sont disponibles dans un véhicule présent sur le chantier.

3.2.4. Spécifications relatives aux bandes collées préfabriquées jaunes type TE

- Durée de vie fonctionnelle : T2 ;
- Visibilité de jour : Q2 minimum ;
- Visibilité de nuit : RL = classe R4 ;
- Glissance SRT : classe S2.

3.3. Acier de modification de l'appui du réseau de chaleur

Les appuis du réseau de chaleur sont à modifier afin de pouvoir mettre en œuvre les bossages de vérinage situés côté est sur les piles. Les principes de modification sont détaillés dans un plan joint au sous-dossier n°2.

3.3.1. Qualité des aciers

(article 5.1 à 5.4, 5.6 et annexes A et B du fascicule 66 du CCTG, normes NF EN 1993-2/NA et NF EN 1993-1-10, normes NF EN 10025-1, NF EN 10025-2, NF EN 10025-3 et NF EN 10025-4).

Les aciers comportent un marquage NF.

Les aciers sont les suivants :

Aciers	Nuance	Qualité et état de livraison
Appui du réseau de chaleur	S 355	K2+N

3.3.2. Protection contre la corrosion

(fascicule 56 du CCTG)

La protection contre la corrosion, y compris celle de la boulonnerie, est assurée par galvanisation à chaud dans un atelier accepté préalablement par la maîtrise d'œuvre. Elle fait l'objet de garanties découlant de l'application du tableau 6 du fascicule 56 du CCTG.

3.4. Aciers pour béton armé

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

3.4.1. Généralités

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

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

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

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

3.4.2. Treillis soudés

(NF A 35-080-2)

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

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

3.4.3. Ronds lisses

(NF A 35-015)

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

- armatures de fretage ;
- 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.

3.4.4. Armatures à haute adhérence

(NF A 35-080-1)

L'atelier d'assemblage des armatures doit bénéficier de la marque NF-Armatures ou équivalente, qu'il soit effectué en usine ou avec un atelier forain sur chantier.

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

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

3.4.5. Dispositifs de raboutage ou d'ancrage

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

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

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

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

3.4.6. Accessoires

(norme NF EN 13670/CN, chapitres 6.2.1.4, 6.2.2.4 et 6.2.1.5 du fascicule 65 du CCTG)

Les cales doivent respecter les exigences fixées dans les chapitres 6.2.1.4 et 6.2.1.5 du fascicule 65 du CCTG.

3.5. Produits de scellement des armatures

(NF EN 1504-6, Document d'Évaluation Européen 001)

Les produits de scellement utilisés peuvent être à base de liants hydrauliques ou de résines synthétiques. Ils doivent bénéficier d'un ETE selon le Document d'Évaluation Européen (anciennement ETAG n° 001 partie 5) et du marquage CE conformément à la norme NF EN 1504-6.

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

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

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

Le système d'attestation de conformité du produit ou système de produits mis en œuvre doit appartenir à la classe : 4.

Les produits mis en œuvre doivent être soumis à l'agrément de la maîtrise d'œuvre.

3.6. Béton hydraulique

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

3.6.1. Généralités sur la définition du béton

(norme NF EN 13670/CN et NF EN 206/CN, article 8.1 du fascicule 65 du CCTG)

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

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

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

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

Par dérogation au fascicule 65 du CCTG, pour chaque partie d'ouvrage, les classes d'exposition, la classe de résistance au sens de la norme NF EN 206/CN, la teneur minimale en liant équivalent, les exigences sur le ciment, le rapport Eeff/Lianteq maximal et les caractéristiques complémentaires exigées sont indiqués dans le tableau de l'article 3.6.2.

La classe de chlorure pour chacune des parties d'ouvrage est définie en référence au tableau NA 5.2.8 de la norme NF EN 206/CN.

En cas de recours à la préfabrication, les clauses spécifiques de la NF EN 206 s'appliquent.

3.6.2. Définition du béton

(article 8.1.1 du fascicule 65 du CCTG, norme 206/CN)

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

3.6.2.1. Tableau de définition du béton

Partie d'ouvrage	Classe d'exposition	Classe de résistance minimale
Niches de vérinage, sommier	XC4 / XF1	C30/37
Bossages d'appui	XC4 / XF1	C60/75
Murs garde-grève	XC4 / XF1	C30/37
Dalle de visite	XC4 / XF1	C30/37
Solin des joints	XC4 / XF1	C30/37
Consoles de vérinage	-	C35/45

3.6.2.2. Commentaires concernant les spécifications fournies dans les tableaux précédents

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

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

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

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

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

- caractéristique complémentaire "EQP" : les bétons correspondants doivent faire l'objet de dispositions particulières pour la qualité des parements précisées dans la suite du présent CCTP.

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

3.6.2.3. Consistance et teneur en air du béton

La consistance du béton est proposée par le titulaire et soumise au visa de la maîtrise 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.

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

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

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.

3.6.3. Constituants du béton

(article 8.1.2 du fascicule 65 du CCTG)

3.6.3.1. Granulats

(art 8.1.2.2 du fascicule 65 du CCTG, normes NF EN 12620+A1, NF P 18-545, FD P 18-542)

Pour la formule de béton, la dimension nominale supérieure du plus gros granulats est proposée et justifiée par le titulaire. Elle est limitée à 25 mm et doit être adaptée à la dimension et à la densité du ferrailage des pièces à bétonner.

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

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

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

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

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

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

Dispositions particulières liées aux réactions "d'alcali-silice" RAG

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

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

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

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

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

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

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

3.6.3.2. Ciments

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

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

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

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

3.6.3.2.1. Contrôle intérieur

Pendant toute la durée des travaux de bétonnage, le titulaire fournit à la maîtrise 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} .

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

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

3.6.3.2.3. Dispositions particulières liées à la limitation du retrait LRE

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

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

3.6.3.2.4. Dispositions particulières liées aux réactions de gonflement interne

Réaction alcali-silice RAG :

Dispositions concernant le dossier d'étude du béton :

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 du béton.

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 la maîtrise d'œuvre, le dossier d'étude du béton doit contenir les extraits du PAQ 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 la maîtrise d'œuvre, les résultats des essais permettant la qualification des granulats conformément aux prescriptions du fascicule de documentation FD P 18-542 et de la norme XP P 18-594 sont joints au dossier d'étude du béton.

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 du béton.

Si les granulats sont potentiellement réactifs à l'effet de pessimum (PRP), le dossier d'étude du béton 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.

Contrôle intérieur :

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

Réaction sulfatique interne RSI :

Conformément aux indications du document intitulé « Recommandations sur la prévention des désordres dus à la RSI » édité par le LCPC en août 2007, en cas d'élévation de température excessive et en fonction du niveau de prévention retenu pour l'ouvrage ou la partie de l'ouvrage, le titulaire peut être amené à utiliser des ciments particuliers.

3.6.3.3. Adjuvants pour béton

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

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

3.6.3.4. Additions pour béton

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

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

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

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

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

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

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

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

3.6.3.5. Eau

(article 8.1.2.3 du fascicule 65 du CCTG)

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

3.6.4. Généralités sur les épreuves d'études, de convenance et de contrôle

(norme NF EN 13670/CN, 8.2.1, 8.2.3 et 8.3.2 du fascicule 65 du CCTG)

Les épreuves d'étude, de convenance et de contrôle du béton utilisé dans le présent marché doivent respecter les exigences définies dans la norme NF EN 13670/CN et les articles correspondants du fascicule 65 du CCTG (8.2.1, 8.2.3 et 8.3.2 respectivement).

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

3.6.5. Étude du béton

(norme NF EN 13670/CN, article 8.2.1 du fascicule 65 du CCTG)

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

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

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

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

3.6.5.1. Dispositions particulières liées aux réactions "d'alcali-silice" RAG

3.6.5.1.1. Justification de la qualification des granulats

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

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 la maîtrise d'œuvre, le dossier d'étude du béton doit contenir les extraits du PAQ 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 la maîtrise d'œuvre, le titulaire fait réaliser, à ses frais, les essais permettant la qualification des granulats conformément aux prescriptions du fascicule de documentation FD P 18-542. Les résultats de ces essais sont joints au dossier d'étude du béton.

3.6.5.1.2. Justification de la possibilité d'utilisation des granulats

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

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

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

3.6.5.2. Dispositions particulières liées à la réaction sulfatique interne

3.6.5.2.1. Généralités

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

Par dérogation au document intitulé « Recommandations sur la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne » édité par le LCPC en août 2007, la mention "ES" désigne soit un ciment ES au sens de la norme NF P 15-319, soit un ciment SR au sens de la norme NF EN 197-1 et titulaire de la marque NF-Liants hydrauliques.

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

3.6.5.2.2. Température maximale pour le niveau de prévention Bs

Pour le niveau de prévention Bs, la température maximale dans le béton doit, d'une manière générale, rester inférieure à 75 °C. Si cette condition ne peut être respectée, elle doit obligatoirement rester inférieure à 85 °C et au moins une des six conditions 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 le béton de pièces critiques coulées en place, utilisation d'un ciment conforme à la norme NF P 15-319 (ES) excepté les ciments CEM I, CEM II/A-L et CEM II/A-LL ;
- le ciment utilisé est un ciment non conforme à la norme NF P 15-319 (ES) de type CEM II/B-V, CEM II/B-S, CEM II/B-Q, CEM II/B-M (S-V), CEM III/A ou CEM V, dont la teneur en SO₃ n'excède pas 3 % et qui est fabriqué à partir d'un clinker dont la teneur en C₃A n'excède pas 8 % ;
- le ciment, un CEM I, est utilisé en combinaison avec des cendres volantes conformes à la norme NF EN 450-1, de laitiers de haut fourneau moulus conformes à la norme NF EN 15167-1, ou encore de pouzzolanes naturelles calcinées. La proportion d'addition doit être d'au moins 20 % sous réserve de respecter les exigences des normes, en particulier la norme NF EN 206/CN. Les teneurs en C₃A (rapportée au ciment) et en SO₃ sont respectivement inférieures ou égales à 8 % et 3 % ;
- vérification de la durabilité du béton vis-à-vis de la réaction sulfatique interne à l'aide de l'essai de performance décrit dans les recommandations et par la satisfaction aux critères décisionnels.

3.6.5.2.3. Température maximale pour le niveau de prévention Cs

Pour le niveau de prévention Cs, la température maximale dans le béton doit, d'une manière générale, rester inférieure à 70 °C. Si cette condition ne peut être respectée, elle doit obligatoirement rester inférieure à 80 °C et au moins une des six conditions suivantes doit être respectée :

- le traitement thermique est maîtrisé, la durée de maintien de la température du béton au-delà de 70 °C ne doit pas excéder 4 heures et les alcalins équivalents actifs du béton doivent être en quantité inférieure à 3 kg/m³ (la durée de maintien est définie comme la période pendant laquelle la température est supérieure à 70 °C) ;
- 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 le béton de pièces critiques coulées en place, utilisation d'un ciment conforme à la norme NF P 15-319 (ES) excepté les ciments CEM I, CEM II/A-L et CEM II/A-LL ;
- le ciment utilisé est un ciment non conforme à la norme NF P 15-319 (ES) de type CEM II/B-V, CEM II/B-S, CEM II/B-Q, CEM II/B-M (S-V), CEM III/A ou CEM V, dont la teneur en SO₃ n'excède pas 3 % et qui est fabriqué à partir d'un clinker dont la teneur en C₃A n'excède pas 8 % ;
- le ciment, un CEM I, est utilisé en combinaison avec des cendres volantes conformes à la norme NF EN 450-1, de laitiers de haut fourneau moulus conformes à la norme NF EN 15167-1, ou encore de pouzzolanes naturelles calcinées. La proportion d'addition doit être d'au moins 20 % sous réserve de respecter les exigences des normes, en particulier la norme NF EN 206/CN. Les teneurs en C₃A (rapportées au ciment) et en SO₃ sont respectivement inférieures ou égales à 8 % et 3 % ;
- vérification de la durabilité du béton vis-à-vis de la réaction sulfatique interne à l'aide de l'essai de performance décrit dans les recommandations et par la satisfaction aux critères décisionnels.

3.6.5.2.4. Température maximale pour le niveau de prévention Ds

Pour le niveau de prévention Ds, la température maximale dans le béton doit, d'une manière générale, rester inférieure à 65 °C. Si cette condition ne peut être respectée, elle doit obligatoirement rester inférieure à 75 °C mais dans ce cas, le ciment doit être conforme à la norme NF P 15-319 (ES) avec, dans le cas des CEM I et CEM II/A, une limitation à 3 kg/m³ de la teneur en alcalins équivalents actifs du béton et la formulation du béton doit être obligatoirement validée par un laboratoire indépendant expert en réaction sulfatique interne et remplir les conditions suivantes :

- pour les éléments préfabriqués, le ciment utilisé est conforme à la norme NF P 15-319 (ES) avec, dans le cas des CEM I et CEM II/A, une limitation à 3 kg/m³ de la teneur en alcalins équivalents actifs du béton ;
- pour le béton de pièces critiques coulées en place, utilisation d'un ciment conforme à la norme NF P 15-319 (ES) excepté les ciments CEM I, CEM II/A-L et CEM II/A-LL.

3.6.6. Fabrication, transport et manutention du béton

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

Pour l'application du 8.1 (1) de la norme NF EN 13670/CN, le béton est fabriqué 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.

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

Dans tous les cas, la norme NF EN 206/CN doit être respectée et l'unité de fabrication est soumise à l'acceptation de la maîtrise d'œuvre. Cette dernière s'effectue sur la base du respect des caractéristiques détaillées précisées dans l'annexe B du fascicule 65 du CCTG. La capacité de stockage des ciments et des granulats et la capacité de production compatibles doivent être 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/CN, chaque livraison de béton de structure est accompagnée du bordereau d'impression des pesées qui est visé par le titulaire dans le cadre du contrôle interne. Ce document est également tenu à la disposition de la maîtrise d'œuvre.

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

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

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

3.6.6.2. 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 la maîtrise 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 à la maîtrise d'œuvre avant chaque phase de bétonnage. Le nombre de ces essais doit être au moins de trois pour un tas de 1 000 m³ et au moins de deux pour un tas de 500 m³.

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

3.6.6.3. Épreuve de contrôle

(norme NF EN 13670/CN, article 8.3.2 et annexe B du fascicule 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 à la maîtrise d'œuvre au fur et à mesure de l'obtention des résultats.

Le laboratoire de contrôle est soumis à l'agrément de la maîtrise d'œuvre.

Le lotissement et le nombre de prélèvements sont de trois dans le cadre du contrôle intérieur et trois dans le cadre du contrôle extérieur par bétonnage pour chaque ouvrage réalisé. La confection de l'ensemble des éprouvettes des contrôles intérieur et extérieur est réalisé par le titulaire.

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

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

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

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

Un essai de rendement doit être effectué pour permettre de vérifier l'inégalité suivante : $0,975 < \text{masse volumique théorique} / \text{masse volumique réelle} < 1,025$

Dispositions particulières liées aux réactions "d'alcali-silice" RAG :

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

Le gonflement doit être inférieur à 200 µm/m à cinq mois.

3.7. Produit de ragréages des épaufrures

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

3.7.1. Qualité du produit de ragréage

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

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

- la résistance à la compression selon la norme NF EN 12190 doit être supérieure ou égale à 45 MPa ;
- la teneur en ions chlorures déterminée selon la norme NF EN 1015-17 doit être inférieure ou égale à 0,05 %;
- l'adhérence mesurée sur un support de référence (défini par la norme NF EN 1766) MC (0,40) selon la norme NF EN 1542 doit être supérieure ou égale à 2 MPa ;
- le module d'élasticité mesuré selon la norme NF EN 13412 doit être supérieur ou égal à 20 000 MPa ;
- l'absorption capillaire mesurée selon la norme NF EN 13057 doit être supérieure ou égale à $0,5 \text{ kg.m}^{-2}.\text{h}^{0,5}$;
- la résistance à la carbonatation : la profondeur de carbonatation mesurée selon la norme NF EN 13295 doit être nulle ou inférieure à celle d'un béton témoin MC(0,45) (défini par la norme NF EN 1766) ;
- la compatibilité thermique – Partie 1 – Gel dégel : la contrainte d'adhérence sur un support MC (0,40) (voir norme NF EN 1766) mesurée après 50 cycles de gel/dégel comme décrit dans la norme NF EN 13687-1 doit être supérieure ou égale à 2 MPa ;
- la compatibilité thermique – Partie 4 – Cycles thermiques à sec : la contrainte d'adhérence sur un support MC(0,40) (voir norme NF EN 1766) mesurée après 30 cycles de gel/dégel comme décrit dans la norme NF EN 13687-4 doit être supérieure ou égale à 2 MPa ;
- le coefficient de dilatation : la valeur du coefficient de dilatation thermique du produit ou du système de produits doit être déclarée compatible avec celle du béton support. Il doit être mesuré selon la norme NF EN 1770.

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

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

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

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

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

3.7.2. Produits anti-corrosion des armatures

(NF EN 1504-7)

Les produits utilisés doivent être marqués CE conformément à la norme NF EN 1504-7. Ils doivent empêcher la corrosion des armatures, mais aussi être compatibles avec le 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 :

- la 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 ;
- l'adhérence par cisaillement (acier revêtu sur béton) mesurée selon la norme NF EN 15184 : le critère d'évaluation est la contrainte d'adhérence pour un déplacement D de 0,1 mm. L'essai est

jugé satisfaisant si la contrainte d'adhérence, déterminée à l'aide des barres revêtues, est, dans chaque cas, au moins égale à 80 % de la contrainte d'adhérence de référence, déterminées sur les barres non revêtues.

Le système d'attestation de conformité du produit ou système de produits mis en œuvre doit appartenir à la classe : 4.

Les produits mis en œuvre doivent être soumis à l'agrément de la maîtrise d'œuvre.

3.8. Produits pour la réalisation des bossages d'appui

3.8.1. Mortiers spéciaux à retrait limité

(NF EN 1504-3, NF P 18-821, article 24.4 du CCAG-T)

3.8.1.1. Généralités

Le produit utilisé pour réalisation des bossages supérieurs sera de type mortier injectable entre tôle de calage et sous-face de poutre existante.

Ce produit, préférentiellement hydraulique, présentera les qualités minimales suivantes :

- Utilisation pour calages de 20 à 60 mm (NF P 18-821) ;
- Très fluide ;
- Retrait compensé ;
- Haute résistance mécanique (Rc mini : 60MPa à 24 h) ;
- Bonne adhérence ;
- Haute durabilité ;
- Résistance aux chocs, aux vibrations et aux huiles.

Pour les bossages inférieurs, les caractères injectable et très fluide ne sont pas obligatoires, les autres caractéristiques seront reprises.

Les mortiers seront choisis à partir du guide technique "Choix et application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton".

Ils seront conformes à la norme NF EN 1504-3 pour le ragréage et à la norme NF P 18-821 pour le calage, et titulaires de la marque NF-Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique au titre du calage.

Il pourra être utilisé des produits de calage non inscrits à la norme NF en cas de nécessité d'une prise très rapide. Dans ce cas les critères de la norme NF devront être remplis sauf celui concernant la mise en place sous une grande surface (DPU trop courte pour une mise en place sous une surface importante).

Seuls les mortiers à retrait limité seront acceptés.

L'utilisation de béton projeté et de produit de collage est interdit.

Le titulaire proposera les produits à l'acceptation du maître d'œuvre. Ils ne seront acceptés que sur présentation d'un procès verbal de l'organisme certificateur qui sera remis au maître d'œuvre pendant la période de préparation des travaux.

Le domaine d'emploi du produit utilisé devra être compatible avec l'épaisseur à remplir.

3.8.1.2. Conditionnement

Les produits seront livrés en récipients d'origine. Dans tous les cas, les emballages proposés par le fournisseur doivent être adaptés tant à la nature et à la quantité du produit contenu qu'aux prescriptions de conditionnement prescrites par le fabricant.

Il sera fait mention sur l'étiquette commerciale qui sera apposée sur chaque récipient :

- du nom et de l'adresse du fabricant ;
- du nom et de l'adresse de l'usine de fabrication (le cas échéant, du nom et de l'adresse de l'importateur) ;
- de la dénomination et du type du produit ;
- de la date de fabrication ;
- de la date limite d'emploi ;
- des masses nette et brute, et du volume net ;
- des mentions prescrites par la réglementation pour ce type de produit ;
- des conditions particulières d'utilisation, positions d'utilisation et des précautions d'emploi.

3.8.1.3. Transport, manutention, stockage

Le transport et la manutention, à partir du lieu de livraison jusqu'à la mise en œuvre, seront organisés de manière que les produits ne subissent pas d'altération.

Tout récipient présentant des traces de fuite, ou dont l'étiquette servant de fiche d'identification manque, sera rebuté et évacué immédiatement hors du chantier.

Les produits seront stockés sur le chantier dans un local clos et couvert pour les protéger des effets directs de l'ensoleillement et du gel.

3.8.1.4. Réception sur le chantier

La réception sur chantier comprend :

la vérification de la concordance des bordereaux de commande et de livraison avec l'étiquetage des produits,

l'identification des produits.

L'identification des produits sera faite sur chantier ou, le cas échéant, en usine. Dans ce dernier cas, les récipients contrôlés seront alors plombés.

Un prélèvement sera effectué sur chaque lot de fabrication pour une identification rapide.

Un des échantillons du prélèvement sera conservé pour être remis au maître d'œuvre (prélèvement conservatoire).

Dans le cas où les caractéristiques d'identification rapide donneraient des résultats différents, aux tolérances près, de ceux figurant sur les P.V. d'essai ou les fiches du fabricant, une analyse chimique complète sera alors réalisée afin de conclure à la conformité (ou non-conformité) du produit.

La réception sera effectuée conformément aux dispositions de l'article 24.4 du CCAG-T. Les essais d'identification seront exécutés par le laboratoire accepté par le maître d'œuvre.

Le titulaire remettra au maître d'œuvre avec la fiche de suivi de réception, l'ensemble des documents et résultats d'essais.

3.8.2. Frettage des bossages

Le frettage des bossages en béton sera réalisé à l'aide de barres d'acier de faible diamètre ou par tout autre dispositif assurant ce rôle (exemple : des fibres).

3.8.3. Plaque d'appui des bossages supérieurs

Les tôles métalliques en contact avec les appareils d'appui seront considérées comme des parties de structure de catégorie 2 au sens du fascicule 56 du CCTG. La classe d'environnement retenue est la classe C4.

Sur culées les plaques supérieures de glissement sont réalisées en acier inoxydable AISI 316L. Ils doivent être compatibles avec la plaque de glissement PTFE des appareils d'appui de type D.

Sur piles, les plaques sont en acier S235 protégé par galvanisation. Les tôles acier seront de classe 1 ou 2 au sens de la norme NF A 35-503 « Produits sidérurgiques ». Ces tôles seront protégées par une galvanisation à chaud de 70 microns d'épaisseur minimale.

Le frettage des bossages en béton sera réalisé à l'aide de barres d'acier de faible diamètre ou par tout autre dispositif assurant ce rôle (exemple : des fibres).

3.9. Appareils d'appui en élastomère fretté

(NF EN 1337-1, NF EN 1337-2, NF EN 1337-3, note d'information du Sétra n°27 de décembre 2006, NF EN 1337-11)

3.9.1. Généralités

Les appareils d'appui dont les dimensions issues des études d'exécution et doivent recevoir le marquage CE de niveau 1.

3.9.2. Caractéristiques des appareils d'appui

Ils sont de type :

- Sur culée : Type D avec plaque de glissement
- Sur piles intermédiaires :

- coté culée : Type C avec platine et taquet anti-cheminement en bossage supérieur uniquement ;
- coté pile centrale : Type B.
- Sur pile centrale : Type B.

Leurs dimensions sont précisées sur les plans joints au DCE.

Conformément aux articles 7.3 et 7.4 de la norme NF EN 1337-2, les appareils d'appui avec plan de glissement comportent des alvéoles dans le PTFE avec une lubrification et une protection appropriée du plan de glissement.

3.9.3. Conditions de livraison et de stockage

(NF EN 1337-11)

Les conditions de livraison et de stockage des appareils d'appui doivent être conformes aux exigences de la norme NF EN 1337-11.

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

3.10. Matériel de vérinage

(NF EN 1337-2)

Au cours de la préparation des travaux, le titulaire procédera à un relevé précis de toutes les dimensions y compris la zone des points de vérinage (dimension des bossages, dimension des cales biaises, positionnement des raidisseurs, hauteur entre les interfaces, décalages éventuels...) et complètera ce relevé avec ses interventions (appareils d'appui, implantation des perçages, fixation, hauteur entre interfaces après dévérinage, ..).

Le matériel de vérinage comprendra une centrale de vérinage informatisée (LAO), où seront regroupées toutes les informations de déplacements verticaux et pressions de chaque point de vérinage. Le système comprendra une sécurité de façon à interdire les dénivellations supérieures à 0,2 mm entre deux points de vérinage d'une même ligne. Si le matériel ne permet pas d'atteindre cette précision, le titulaire devra justifier l'ensemble de la structure de l'ouvrage avec la dénivellation d'appui parasite qu'elle est en mesure de garantir.

L'ensemble du matériel, (flexibles, raccords, robinets, vérins...) devra être de fabrication homogène.

Les manomètres et les capteurs de pression des vérins et des pompes auront été contrôlés depuis moins d'un an avant le chantier.

Les vérins auront été révisés et n'auront pas été utilisés avant le présent chantier. Cette révision consistera, notamment, à contrôler le degré d'usure et la bonne étanchéité du système.

Chaque point de vérinage comportera un élément de glissement horizontal capable de reprendre les variations thermiques de l'ouvrage. Tous les vérins comprendront également un blocage sur écrou de sécurité.

Les éléments de calage pour répartir les efforts seront obligatoirement conjugués entre eux.

La stabilité du calage sera justifiée par le titulaire.

Le calage sous les platines métalliques des points de vérinage du tablier sera disposé de telle sorte que l'on puisse considérer une bonne répartition de la pression des descentes de charges. En cas d'impossibilité de neutralisation d'un effort horizontal significatif, la répartition des efforts sur les supports sera calculée selon l'annexe A de la norme NF EN 1337-2.

Le calage permettra également de reprendre les rotations provoquées par les gradients thermiques. Pour ce faire, il pourra être utilisé des calottes sphériques en tête de vérin ou l'interposition de feuillets d'élastomère dont on justifiera la souplesse et la stabilité.

Le titulaire prévoira suffisamment de matériel de secours, notamment les flexibles et raccords, pour pallier toute casse.

Le système de vérinage devra éviter toute dénivellation brutale du tablier en cas de perte de pression.

3.11. Matériaux composites pour renforcement

Les matériaux sont conformes aux spécifications indiquées dans les recommandations provisoires de l'AFGC « Réparation et renforcement des structures en béton au moyen des matériaux composites-Recommandations provisoires » de février 2011, qui traite des deux technologies de mise en œuvre des renforts composites suivantes :

- le collage de plaques composites ou plats pultrudés après préparation du support béton,

- la stratification directe de tissus unidirectionnels ou bidirectionnels par imprégnation de matrice polymère après préparation du support béton.

Chaque procédé proposé doit faire l'objet un avis technique du CSTB dont la date de validité couvre la période du chantier.

3.11.1. Précisions concernant la température de transition vitreuse de l'adhésif

La température de transition vitreuse T_g doit être supérieure de 10 °C à la température de service continu (T), soit $T_g > 45$ °C ($T=35$ °C), pour des matériaux composites collés sur les âmes et les semelles de l'ouvrage.

Le mode de détermination de la T_g doit être conforme aux prescriptions du §1.4.2 des recommandations provisoires de l'AFGC de février 2011 :

- l'application des normes européennes en vigueur ;
- la norme NF EN 12 614 pour l'analyse calorimétrique différentielle (ACD) ou analyse thermique différentielle (ATD) ;
- l'ISO 11357-1 pour le matériel ;
- la définition de l'historique thermique de l'éprouvette, en précisant le nombre et la nature des cycles thermiques réalisés avant la mesure ;
- la définition des conditions de mesure (température, hygrométrie, âge...), qui doivent correspondre à celles de l'ouvrage en service.

Les recommandations provisoires de l'AFGC préconisent en outre d'effectuer deux mesures successives sur le même échantillon : la première pour déterminer les caractéristiques en l'état, la deuxième pour déterminer les caractéristiques du polymère « idéal » (totalement réticulé sans vieillissement physique).

3.11.2. Revêtement

Le revêtement de protection appliqué sur les matériaux composites collés sur les âmes est soumis à l'agrément de la maîtrise d'œuvre.

La compatibilité du revêtement avec le procédé de renforcement composite doit être attestée par le titulaire de l'avis technique du CSTB sur le procédé et doit avoir fait l'objet d'essais préalables validant la compatibilité et l'adhérence avec la matrice époxy du renfort composite et assurer une protection reconnue efficace contre les UV (pour les composites collés à l'extérieur).

Le revêtement a une teinte la plus proche possible de la couleur du béton du tablier de l'ouvrage.

3.11.3. Compatibilité avec le matériau en place

Le matériau composite à appliquer doit être compatible avec le matériau endommagé à réparer. Le renforcement existant à réparer est constitué de :

- une lamelle de S&P C-Laminate de 1,6 m x 15 cm x 1,4 mm, collée avec la résine S&P Resin 220 HP ;
- de trois bandes de tissus S&P C-Sheet 240 – 400 g/m² ; ces bandes sont collées en deux couches avec la résine S&P Resin 55 HP, et passent par dessus 4 lamelles aux caractéristiques mentionnées précédemment.

Cette compatibilité est requise compte-tenu du fait que les bandes de tissu composite de réparation seront collées, avec recouvrement de la longueur d'ancrage, sur les bandes existantes, et recouvriront aussi les lames collées horizontalement.

Le matériau en place n'a pas fait l'objet d'un revêtement tel que visé à l'article précédent.

3.12. Précontrainte

(norme NF EN 13670/CN, chapitres 7.1 et 7.2 du fascicule 65 du CCTG)

Ce chapitre concerne les barres de brélage des consoles de vérinage sur les piles. Ces organes sont provisoires et seront démontés après les travaux.

3.12.1. Procédés de précontrainte par post-tension

(norme NF EN 13670/CN et chapitre 7.2.1 du fascicule 65 du CCTG)

Conformément au 7.2.1 (1) de la norme NF EN 13670/CN, le système de précontrainte par barre doit bénéficier d'une évaluation technique européenne (ETE) pour procédés de précontrainte par post-tension.

Par complément au 7.2.1 (2) de la norme NF EN 13670/CN, tous les éléments constitutifs du système de précontrainte doivent appartenir au même procédé.

3.12.2. Armatures de précontrainte

(norme NF EN 13670/CN, chapitre 7.2.3 du fascicule 65 du CCTG)

Pour l'application du 7.2.3 (1) de la norme NF EN 13670/CN, les armatures de précontrainte prévues sont des barres de précontrainte en acier à haute résistance.

Le prédimensionnement des barres en phase projet a été établi avec des barres de précontrainte de diamètre de 40 mm et de classe fpk = 1030 MPa.

Ces barres doivent être certifiées par l'ASQPE.

3.12.3. Composants d'ancrage et accessoires

(norme NF EN 13670/CN)

Les ancrages sont du type actifs et passifs alternativement aux deux extrémités.

3.13. Remblais contigus

3.13.1. Caractéristiques des matériaux des remblais

Les matériaux peuvent être de classe S1ins à S4ins ou G1ins à G4ins selon le fascicule n°2 de 2023 du GTR. Ces matériaux devront être strictement insensibles à l'eau, leur granulométrie, leur état hydrique et les conditions de mise en œuvre devront permettre la réalisation d'un compactage faible des couches mises en œuvre, au droit du mur garde grève

Les matériaux utilisés pour les remblais sont fournis par l'entreprise.

Les caractéristiques principales de ces matériaux sont définies dans l'annexe n°1 du nouveau fascicule n°2 de 2023 du GTR :

Classement selon la nature					Classement selon le comportement		Classement selon l'état hydrique		
Paramètres de nature 1 ^{er} niveau de classification	Classe	Paramètres de nature 2 ^e niveau de classification	Sous-classe fonction de la nature	Caractères principaux	Valeurs seuils retenues	Sous classes			
D _{max} ≤ 63 mm et tamisé à 63 µm ≤ 15 % et Fraction 63 µm/2 mm > fraction 2/63 mm	S Sols sableux	Tamisé à 63 µm ≤ 5 % et Cu ≥ 6	S1 Sables propres, sables silteux ... Granulométrie étalée	Ces sols sont peu courants. Ce sont des sables propres ayant une granulométrie étalée (Cu ≥ 6). Ces sols sont sans cohésion et perméables, généralement insensibles à l'eau mais, dans certains cas, cette insensibilité devra être confirmée (Vis, CBRi, étude complémentaire, planche d'essais...). Leur emploi en couche de forme non traitée nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (friabilité des sables « FS »).	FS ≤ 60	S11	Pour toutes les classes de sables, les classes d'états hydriques sont définies dans le tableau suivant :		
					FS > 60	S12			
		Tamisé à 63 µm ≤ 5 % et Cu < 6	S2 Sables propres, sables silteux ... Granulométrie mal graduée	Ce sont des sables propres qui sont sans cohésion et perméables, généralement insensibles à l'eau mais, dans certains cas, cette insensibilité devra être confirmée (Vis, CBRi, étude complémentaire, planche d'essais...). Leur granulométrie, mal graduée et de petit calibre, les rend très érodables et d'une « traficabilité » difficile. Leur emploi en couche de forme non traitée nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (FS).	FS ≤ 60	S21	Ces sables sont propres. Ils sont insensibles à l'eau	ins	
					FS > 60	S22			
		Tamisé à 63 µm compris entre 5 et 15 % et Cu ≥ 6	S3 Sables limoneux, sables argileux (peu argileux)... Granulométrie étalée	La plasticité et/ou la quantité de leurs fines rendent ces sols généralement sensibles à l'eau. Leur temps de réaction aux variations de l'environnement hydrique et climatique est court, tout en pouvant varier assez largement (fonction de perméabilité). Quand ils sont sensibles à l'eau, lorsque leur état hydrique est « h » ou « th », il est difficile de les améliorer par essorage. Leur emploi en couche de forme non traitée nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (FS).	FS ≤ 60	S31	Tamisé à 2 mm > 70 %	IPI ≤ 4 ou w _h ≥ 1,25 w _{opt}	th
								4 < IPI ≤ 8 ou 1,25 w _{opt} > w _h ≥ 1,1 w _{opt}	h
		Tamisé à 63 µm compris entre 5 et 15 % et Cu < 6	S4 Sables limoneux, sables argileux (peu argileux)... Granulométrie mal graduée	La plasticité et/ou la quantité de leurs fines rendent ces sols généralement sensibles à l'eau. De plus, leur granulométrie uniforme et de petit calibre les rend très érodables et d'une « traficabilité » difficile. Leur emploi en couche de forme non traitée nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (FS).	FS ≤ 60	S41	Tamisé à 2 mm ≤ 70 %	1,1 w _{opt} > w _h ≥ 0,9 w _{opt}	m
								0,9 w _{opt} > w _h ≥ 0,5 w _{opt}	s
					FS > 60	S32		0,5 w _{opt} > w _h	ts
					FS ≤ 60	S42		IPI ≤ 6 ou w _h ≥ 1,25 w _{opt}	th
								6 < IPI ≤ 12 ou 1,25 w _{opt} > w _h ≥ 1,1 w _{opt}	h
								1,1 w _{opt} > w _h ≥ 0,9 w _{opt}	m
						0,9 w _{opt} > w _h ≥ 0,5 w _{opt}	s		
						0,6 w _{opt} > w _h	ts		

Les paramètres inscrits **en caractères gras** sont ceux dont le choix est à privilégier.

Classement selon la nature					Classement selon le comportement		Classement selon l'état hydrique		
Paramètres de nature 1 ^{er} niveau de classification	Classe	Paramètres de nature 2 ^e niveau de classification	Sous-classe fonction de la nature	Caractères principaux	Valeurs seuils retenues	Sous classes			
D_{max} ≤ 63 mm et tamisé à 63 µm ≤ 15 % et Fraction 63 µm/2 mm > fraction 2/63 mm	G Sols graveleux	Tamisé à 63 µm ≤ 5 % et Cu ≥ 6	G1 Graves contenant peu de fines, à granulométrie étalée, graves roulées à anguleuses (matériaux rocheux ou alluvionnaires éventuellement élaborés)	Ces graves sont généralement insensibles à l'eau. La Vis peut permettre de confirmer l'insensibilité à l'eau. En l'absence d'essais complémentaires, il faut les considérer comme sensibles à l'eau. Leur emploi en couche de forme non traitée nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (Los Angeles, « LA », et micro-Deval en présence d'eau, « MDE »).	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	G11	Pour toutes les classes de sables, les classes d'états hydriques sont définies dans le tableau suivant :		
					LA > 45 ou MDE > 45	G12	Paramètres de nature	Paramètres et valeurs de seuils retenues	Sous-classe
		Tamisé à 63 µm ≤ 5 % et Cu < 6	G2 Graves homométriques contenant peu de fines (galets, matériaux rocheux naturels ou élaborés)	Ces sols sont sans cohésion et perméables. Ils sont généralement insensibles à l'eau. Leur granulométrie est homométrique. Ces sols ont une mauvaise traficabilité, surtout s'ils sont roulés. Leur emploi en couche de forme non traitée nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (LA et MDE).	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	G21	tamisé à 63 µm ≤ 5 % et Vis < 0,2 ou tamisé à 63 µm compris entre 5 et 10 % et Vis < 0,1 ou tamisé à 63 µm compris entre 5 et 10 % et 0,1 ≤ Vis < 0,2 et CBRi > 20 ou tamisé à 63 µm compris entre 10 et 12 % et Vis < 0,1 et CBRi > 20	Ces graves sont propres. Elles sont insensibles à l'eau	ins
					LA > 45 ou MDE > 45	G22			
		Tamisé à 63 µm compris entre 5 et 15 % et Cu ≥ 6	G3 Graves silteuses ou argileuses (peu argileuses) d'origine alluvionnaire, rocheuse... Granulométrie étalée	Leur sensibilité à l'eau dépend de la plasticité de leurs fines. Ils sont plus graveleux que les sols S et leur fraction sableuse est plus faible. Pour cette raison, ils sont en général perméables. Ils réagissent assez rapidement aux variations de l'environnement hydrique et climatique (humidification - séchage). Après compactage ils sont d'autant moins érodables et d'autant plus aptes à supporter le trafic qu'ils sont bien gradués. Lorsqu'ils sont extraits dans la nappe, il est assez peu probable, en climat océanique, que leur état hydrique puisse s'améliorer jusqu'à devenir « moyen ». Leur emploi en couche de forme non traitée nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (LA et MDE).	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	G31			
					LA > 45 ou MDE > 45	G32			
		Tamisé à 63 µm compris entre 5 et 15 % et Cu < 6	S4 Graves silteuses ou argileuses (peu argileuses) mal graduées d'origine alluvionnaire, rocheuse...	Ces sols sont peu courants. Ces sols sont proches des sols G2 mais leur teneur en fines les rend impropres à l'utilisation dans les ouvrages de drainage. Leur emploi en couche de forme non traitée nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (LA et MDE).	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	G41	Autres cas (Vis > 0,2 ou tamisé à 63 µm > 10 ...)	IPI ≤ 7 ou w _h ≥ 1,25 w _{opt}	th
					LA > 45 ou MDE > 45	G42			
							7 < IPI ≤ 15 ou 1,25 w _{opt} > w _h ≥ 1,1 w _{opt}	h	
							12 < IPI ≤ 30 ou 1,1 w _{opt} > w _h ≥ 0,9 w _{opt}	m	
							0,9 w _{opt} > w _h ≥ 0,6 w _{opt}	s	
							0,6 w _{opt} > w _h	ts	

Les paramètres inscrits en **caractères gras** sont ceux dont le choix est à privilégier.

La mise en œuvre de matériaux de type S est interdite par forte pluie.

3.13.2. Géotextile pour remblais contigus

Un géotextile en polypropylène anti-contaminant, de séparation et renforcement, sera disposé sous remblais (en fond de déblai).

Les caractéristiques sont définies au chapitre (3.14.2.2)

3.13.3. Drainage des remblais contigus

Un réseau de drainage sera disposé en fond du remblais contigu, parallèlement au mur garde grève. Un écoulement vers les murs en retour devra être assuré afin de permettre l'évacuation des eaux d'infiltration. Un forage des murs en retour sera réalisé et un regard de visite sera mis à en œuvre à l'arrière du mur en retour.

Les tuyaux pour drains sont en matière plastique rigide, (polychlorure de vinyle ou polyéthylène), avec fentes transversales et stries longitudinales. Ils sont soumis à l'agrément du maître d'œuvre. Ils sont de section semi-circulaire (de diamètre nominal 160 mm) dans leur partie supérieure et trapézoïdal dans leur partie inférieure.

Le drain sera enveloppé d'un géotextile répondant aux spécifications suivantes :

Géotextile anti-contaminant, filtrant pour réseau dispositif de drainage dans des sols fins.

- géotextile certifié ASQUAL ;
- résistance à la traction : ≥ 12 kN/m ; NF EN ISO 10 319 ;
- déformation à l'effort de traction : 30 à 80 % ; NF EN ISO 10 319 ;
- poinçonnement statique : ≥ 0,6 kN ; NF G 38 019 ;
- perforation dynamique : < 25 mm ; NF EN ISO 13433 ;
- perméabilité normale ≥ 0,05 m/s ; NF EN ISO 11 058 ;
- capacité drainante dans le plan ≥ 10⁻⁶ m²/s ; NF EN ISO 12 958 sous 20 kN/m² ;
- ouverture de filtration < 150 µm ; NF EN ISO 12 956.

L'ensemble des éléments du complexe de drainage devra être soumis à la validation du maître d'œuvre.

3.14. Couche de forme

3.14.1. Description des travaux

Le maître d'œuvre a choisi de réaliser une couche de forme de niveau PF2 selon le GTR avec un matériau de type roches carbonatées R3Li (R21) en 0/20 mis en œuvre sur 30 cm d'épaisseur.

En conséquence, selon les définitions du GTR, il est détaillé ci-dessous les règles de conception de cette couche de forme.

3.14.2. Nature et provenance des matériaux

3.14.2.1. Matériaux pour couche de forme

Les matériaux pour couche de forme fournis par le titulaire sont des matériaux appartenant aux roches calcaires.

Les caractéristiques des granulats sont conformes aux spécifications granulométriques de la norme NF EN 13 285.

Les caractéristiques intrinsèques de la fraction sont : $MDE \leq 45$.

L'agrément des matériaux est délivré par le maître d'œuvre sur présentation des fiches descriptives qui constituent un point d'arrêt.

Les courbes granulométriques du matériau 0/20 sont soumises au maître d'œuvre pour approbation.

3.14.2.2. Géotextile

Les caractéristiques des géotextiles à utiliser sont conformes aux recommandations établies par le Comité Français des Géotextiles et Géomembranes (CFGG) ainsi qu'à la note d'information n° 071 de Mars 1992 du Sétra "Chaussées – Dépendances" complétée par son annexe.

Les conditions de mise en œuvre précisées dans ces mêmes recommandations doivent être respectées.

Le géotextile est soumis à l'acceptation du maître d'œuvre et devra répondre aux spécifications suivantes :

- géotextile pour séparation / renforcement sous couche de forme, sous remblais, sous les purges ;
- géotextile certifié ASQUAL ;
- résistance à la traction : $\geq 20 \text{ kN/m}$; NF EN ISO 10 319 ;
- déformation à l'effort de traction : $< 80 \%$; NF EN ISO 10 319 ;
- poinçonnement statique : $\geq 0,8 \text{ kN}$; NF G 38 019 ;
- perforation dynamique $< 20 \text{ mm}$; NF EN ISO 13433 ;
- perméabilité normale $\geq 0,005 \text{ m/s}$; NF EN ISO 11 058 ;
- capacité drainante dans le plan $\geq 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$; NF EN ISO 12 958 sous 20 kN/m^2 ;
- ouverture de filtration $< 100 \mu\text{m}$; NF EN ISO 12 956.

3.14.2.3. Enduit pour protection des couche de forme

Un enduit de scellement est mis en œuvre le jour même de la réalisation de la couche.

La constitution de cet enduit est la suivante : émulsion de bitume pur, répandue mécaniquement à la rampe, à raison de 1,2 kg minimum de bitume résiduel par mètre carré, et gravillonnage à raison de 6 à 7 litres de gravillons 2/4 ou 4/6 par mètre carré.

Les spécifications relatives au matériel d'exécution sont celles définies dans la norme NF EN 12271.

La conformité des travaux est prononcée par le maître d'œuvre suite à l'inspection visuelle de la qualité de l'enduit.

Les liants utilisés sont des émulsions cationiques de bitume pur à rupture rapide de $\text{pH} > 4$.

3.15. Enrobés

(fascicule 23, 24 et 27 du CCTG, normes NF EN 13043, NF P 18-545, NF EN 13108-1 et NF P 98-150-1)

3.15.1. Qualité des matériaux hydrocarbonés

La qualité requise des différents matériaux rentre dans le cadre de l'application des normes suivantes :

Techniques	Normes Référence	Appellation Européenne	Appellation française	Autres caractéristiques
Béton bitumineux semi-grenu 0/10 * (BBSG 0/10)	NF EN 13108-1	EB 10 roulement	BBSG classe 3	Épaisseur 5 à 7 cm Classe 3
Grave bitume 0/14 * (GB 0/14)	NF EN 13108-1	GB 14 assise	GB classe 3	Épaisseur 8 à 14 cm Classe 3
Couche d'accrochage	NF EN 13808 NF T 65 012			Émulsion aux élastomères à 69 %: - 300 g minimum de bitume résiduel par m ² pour le BBSG - 400 g minimum de bitume résiduel par m ² pour la GB et BBSG sur support raboté

(*) la formulation de la GB et du BBSG pourra comporter un maximum de 30 % d'agréats d'enrobés.

Les enrobés bitumineux tièdes sont acceptés sur le chantier. Ils devront être conformes à la norme NF P 98-150-1, fabriqués à une température d'au moins 100 °C et inférieure d'au moins 25 °C à la température minimale (borne inférieure de la fourchette de températures usuelles de fabrication) indiquée dans le tableau 1 de la norme NF P98-150-1.

3.15.2. Qualité des constituants

La qualité des constituants rentre dans le cadre de l'application de normes. Les principales sont résumées dans le tableau suivant :

Normes	Constituants	GB*	BBSG*
NF EN 13043	Granulats Caractéristiques intrinsèques des gravillons Caractéristiques de fabrication des gravillons Caractéristiques de fabrication des sables Angularité	0/14 C III a Ang 1	0/10 B III a Ang 1
NF EN 13043	Fines d'apport Filler d'apport	Cf « tableau 1 – nouvelle codification des granulats »	
FD T 65.000 NF EN 12591	Liants hydrocarbonés / Nature Classe	Pur 35/50	Pur 35/50

* : cf. ci-après « tableau 1 – nouvelle codification des granulats »

Les enrobés font obligatoirement l'objet d'une étude de formulation. Celle-ci doit dater de moins de cinq ans. La fourniture, par le titulaire, de l'épreuve complète de formulation, constitue un point d'arrêt.

Conformément à la norme NF P 98 150-1, l'épreuve de formulation est de niveau 2. Les études de formulation complètes sont fournies 1 mois avant le début de la fabrication. Ce délai est nécessaire pour procéder à une vérification de l'étude.

Le titulaire remet à l'appui de son offre une description de la formule retenue pour la couche d'accrochage ainsi qu'une notice concernant l'épandage. Le procédé doit assurer :

- le bon collage des couches ;

- la possibilité aux camions d'approvisionnement et aux engins du chantier de circuler sans détériorer la couche d'accrochage, ni polluer les voies de circulation et d'accès au chantier (propreté).

La caractérisation des agrégats d'enrobés est effectuée conformément à la norme NF EN 13108-8 (tonnage, essais, matériaux étrangers).

La caractérisation exigée pour leur utilisation est TL1 – B1 – G1 – R1.

Le mélange d'agrégats d'enrobés issus de différents chantiers de fraisage est interdit.

L'utilisation d'agrégats d'enrobés dans les études de formulation doit respecter les conditions de validité d'une étude (NF EN 13108-1, NF EN 13108-2, NF EN 13108-20 et NF EN 13108-21).

3.15.3. Caractéristiques des centrales

La centrale doit fournir, à la demande de la maîtrise d'œuvre, les informations de production (enregistrement par l'automate du poste d'enrobage). Les données sont fournies sur support électronique.

Dans le cas de centrales fixes, la durée minimale de chaque séquence doit être de 6 heures.

L'acceptation des centrales constituent un point d'arrêt qui est levé par le maître d'œuvre avant le commencement des travaux.

Les centrales de fabrication doivent être équipées d'une rampe d'épandage pour un produit agréé, destiné à éviter l'accrochage des enrobés dans les bennes des camions.

L'étalonnage ou la vérification obligatoire des centrales d'enrobage constitue un point d'arrêt.

Les centrales de fabrication doivent comporter une bascule électronique, validée par l'AQP, qui doit permettre la pesée de chacun des camions en une seule fois et la délivrance d'un bon de livraison d'identification conforme au présent CCTP.

3.16. Revêtement de trottoirs en asphalte

(norme NF EN 13108-6)

L'asphalte du revêtement de trottoir est un asphalte AT 0/4 conforme à la norme NF EN 13108-6. Ses caractéristiques au sens de cette norme sont les suivantes :

Appellation française	Appellation européenne	D _{max} (mm)	TL _{min} (%)	I min (mm)	I max (mm)
AT 0/6	ACR 6, grade de bitume	6	7,5	2	8

Avec :

TL = teneur en liant ;

I = indentation.

Sa granularité est conforme au tableau 2 de la norme NF EN 13108-6.

3.17. Joints de dilatation

3.17.1. Généralités

Les joints de dilatation mis en œuvre doivent être titulaires d'un avis technique sur les joints de chaussée des ponts-routes délivré par le Cerema.

3.17.2. Solins

Le béton du solin du joint est de même nature et de même qualité que celui du tablier adjacent.

3.17.3. Liaison du joint à l'étanchéité générale

3.17.3.1. Liaison par fermeture de l'étanchéité

La fermeture de l'étanchéité est réalisée par une feuille de bitume armée conforme à la norme NF P 84-316 (type 40 T.V.-th à autoprotection métallique par feuille d'aluminium) ou à bitume armé. Cette feuille est collée horizontalement sur le support béton sur quelques centimètres et est appliquée sur la tranche du revêtement en insérant le drain.

Cette fermeture de l'étanchéité est systématique au droit du trait de scie régnant sur le tablier du pont.

3.17.3.2. Liaison par collage d'un élément du joint à la tranche de l'étanchéité

Cette disposition fait partie intrinsèque de la technique du joint. Elle est donc réalisée conformément à l'avis technique sur les joints de chaussée des ponts-routes délivré par le Cerema, tant pour la fermeture de l'étanchéité que pour la mise en place du drain éventuel.

3.17.4. Évacuation des eaux

3.17.4.1. Dispositions générales

Des dispositifs de collecte et d'évacuation des eaux qui percolent au travers des joints de chaussée, sont prévus sous les joints de dilatation de l'ouvrage. Ces dispositifs sont conformes à l'avis technique du joint.

Les drains seront raccordés aux cunettes en pied des murs garde-grève et au centre des fûts de pile.

Les éventuels drains mis au jour lors des travaux de réfection des joints seront également raccordés aux systèmes d'évacuation.

3.18. Signalisation horizontale définitive

3.18.1. Références – Normes et circulaires

L'ensemble des éléments constitutifs des produits, les machines doivent être conformes aux normes françaises ou européennes en vigueur ou toutes autres normes reconnues comme équivalentes, citées dans le présent document.

L'attestation de conformité à la norme et aux prescriptions complémentaires de qualité est fournie par l'utilisation de la marque NF. À défaut, il appartient à l'entreprise d'apporter au maître d'ouvrage la preuve de la conformité de ses produits :

- soit en faisant état d'une autre marque de qualité ayant fait l'objet d'une reconnaissance mutuelle avec la marque NF pour les produits considérés ;
- soit en fournissant les preuves établies par tierce partie, en langue française, que ses produits satisfont à l'ensemble des clauses du règlement particulier de la marque NF.

Les prestations définies dans le présent CCTP sont conformes aux textes et normes en vigueur.

Les documents techniques ne sont pas dans le présent CCTP, mais l'entrepreneur est contractuellement réputé :

- connaître parmi ces documents, tous ceux spécifiques aux travaux du présent fascicule ;
- être en possession de ces documents et en avoir une parfaite et complète connaissance.

Sont dans tous les cas contractuellement applicables aux travaux du présent fascicule, les documents techniques suivants :

La réglementation applicable aux travaux du présent fascicule sont définies par :

- l'Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière – Livre 1 – Septième partie – « Marques sur chaussées » (Édition 1997), versions consolidées 2021 et ultérieures ;
- l'Arrêté Interministériel du 03 mai 1978 relatif aux conditions générales d'homologation des équipements routiers de signalisation, de sécurité et d'exploitation ;
- le Cahier des Modalités d'Homologation des produits de marquage des chaussées en vigueur à la date de publication du présent CCTP ;
- L'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la certification de conformité des produits de marquage sur chaussées qui indique les modalités, les performances exigées et les normes de référence pour l'obtention de la certification ;
- La certification NF2 ;
- les Normes françaises en vigueur applicables à la signalisation horizontale.

3.18.2. Provenance des matériaux et produits

L'entrepreneur doit spécifier le numéro et les références de certification NF des produits employés.

Le nom, le numéro de certification, la date de fabrication des produits et le temps limite de conservation après brassage sont indiqués sur chaque emballage de façon indélébile, sans rature ni surcharge, ainsi que les informations réglementaires telles que :

- le nom du fabricant ;
- le numéro d'autorisation de fourniture ;
- le numéro du lot.

3.18.3. Caractéristiques des matériaux et produits

En application de l'Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière (article 5 de la première partie – généralités), il est rappelé que tous les produits utilisés pour le marquage des chaussées doivent être homologués ou faire l'objet d'une autorisation préalable d'emploi.

Les produits de marquage routier et les micro-billes de verres utilisés doivent obligatoirement être certifiés et soumis à l'agrément du maître d'œuvre. Ils sont conformes aux spécifications des différentes normes et notamment NF EN 1436, NF EN 1423 et NF EN 1424/A1.

Les produits de marquage utilisés sont des produits certifiés ASCQUER. Ils doivent être conformes au référentiel NF2 décrit dans l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la certification de conformité des produits de marquage sur chaussées. Les produits certifiés avec un ou plusieurs produits de saupoudrage doivent être appliqués impérativement avec le ou les produits de saupoudrage indiqués sur les fiches techniques.

Les produits rétro-réfléchissants utilisés doivent avoir la même nature de micro-billes de verre que celles utilisées à la certification et désignées au certificat.

Il est rappelé qu'un produit non rétro-réfléchissant certifié mis en œuvre avec adjonction de billes de verre certifiées n'est pas considéré comme un produit rétro-réfléchissant certifié.

3.18.4. Performance des produits

L'ensemble des produits utilisés doit respecter à minima les niveaux suivants définis dans la norme NF EN 1436

Les produits seront :

- Peinture blanche en solution aqueuse certification NF EN 1436 (NF2) à 1 million de passages de roues (P5) et avec une visibilité de nuit minimum égale ou supérieure à 220 mcd.m-2.lx-1 ;
- Peinture blanche solvantée (sans toluène) certification NF EN 1436 (NF2) à 1 million de passages de roues (P5) et avec une visibilité de nuit minimum égale ou supérieure à 150 mcd.m-2.lx-1 ;
- Micro-billes de verres traitées.

CHAPITRE 4. EXÉCUTION DES TRAVAUX

4.1. Travaux préparatoires

4.1.1. Relevé géométrique des ouvrages existants

Le relevé réalisé par le titulaire comprend les mesures et prises de cotes nécessaires à la réalisation des études d'exécution et travaux, en complément des éléments de récolement des ouvrages disponibles.

4.1.2. Concessionnaires

Avant tous travaux, le titulaire s'assure de la présence éventuelle de canalisations, câbles et lignes existants dans l'emprise du chantier et de ses accès proches. Elle doit se mettre en rapport, un mois au minimum avant l'exécution des travaux par l'intermédiaire de déclarations réglementaires d'ouverture de chantier, avec les administrations et services intéressés afin d'effectuer les protections nécessaires.

Le titulaire a l'obligation de contacter les concessionnaires avant tout démarrage des travaux. Le titulaire prend toutes les mesures nécessaires pour ne pas endommager les réseaux existants lors des travaux. En cas d'anomalie observée par rapport à l'emplacement des réseaux sur les plans, elle avertit immédiatement le maître d'œuvre.

4.1.3. Atelier météo

Le chantier est équipé d'un thermomètre hygromètre enregistreurs fonctionnant en permanence lors de la phase de réparation des matériaux composite.

Les conditions météorologiques prévues à 5 jours doivent être affichées dans les installations de chantier et corrigées 24 heures à l'avance.

4.1.4. Nettoyage préalable de l'ouvrage

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

La technique employée est l'hydro-décapage.

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

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

Pour la préparation du terrain, le titulaire est chargé d'arracher ou d'abattre puis de débiter et d'emmétriser toute végétation 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.

4.2. Ouvrages provisoires

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

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

4.2.1. Chargé des ouvrages provisoires

Le titulaire soumet à l'acceptation de la maîtrise d'œuvre la désignation d'un « chargé des ouvrages provisoires ».

Cette proposition est présentée dans le cadre de la note d'organisation générale ; elle précise les références professionnelles de l'intéressé et sa situation dans l'entreprise ou vis-à-vis de celle-ci. Dans tous les cas, la mission de COP est une mission de contrôle interne.

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

4.2.2. Classement des ouvrages provisoires

(5.1.2 du fascicule 65 du CCTG)

Les échafaudages sont classés en première catégorie.

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

4.3. Signalisation temporaire

4.3.1. Signalisation verticale

L'occultation éventuelle des panneaux se fait par la mise en place d'un cache dont la nature et le mode de fixation sur le panneau sont soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

La distance entre l'aplomb de l'extrémité du panneau de police et l'extrémité de l'accotement ne doit pas être inférieure à 0,70 m. La hauteur normale d'implantation des panneaux de police est de 1,40 m.

4.3.2. Maintenance et entretien de l'exploitation temporaire

L'entretien, la surveillance et la maintenance, de tous les dispositifs d'exploitation sous chantier sont entièrement sous la responsabilité du titulaire, qui doit être en mesure d'intervenir pour rendre conforme toute neutralisation différente de celle validée par la maîtrise d'œuvre dans les études d'exécution ; la rémunération de cette prestation est réputée incuse dans le prix d'exploitation.

Le titulaire prend soin de maintenir pendant toute la durée du chantier un entretien de l'ensemble des dispositifs de signalisation temporaire. Elle procède notamment au nettoyage et balayage dès que nécessaire.

4.3.3. Signalisation horizontale

Les bandes colles sont mises en place sur le marquage blanc existant en rive (bande BAU sens intérieur, bande BDD sens extérieur), juste avant les travaux, un nettoyage soigné sera effectué (balayage et dépoussiérage) au maximum 24 heures avant l'application.

À cette fin, un lavage à l'eau par pompe à haute pression (comprise entre 50 et 100 bars) sera effectué afin d'éliminer toutes traces d'anciens produits d'étanchéité et de laitance risquant d'entraîner une mauvaise tenue des bandes collées.

Le nettoyage précédent immédiatement l'application des produits sur les bandes de chaussée à marquer est exécuté par l'entrepreneur et à ses frais.

L'application sur chaussée humide est interdite.

4.4. Ragréages

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

Les abouts de tablier sont à réparer une fois les garde-grève démolis. Les abouts du tablier comprennent la face non visible de l'entretoise d'extrémité et les abouts de poutre.

4.4.1. 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 STRES 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.

4.4.2. 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.

4.4.3. Préparation des produits

La préparation des produits doit être conforme aux préconisations de préparation spécifiées dans la notice technique du fabriquant. 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.

4.4.4. Mode d'exécution

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

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

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

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

4.4.5. Les essais de convenance

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

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

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

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

4.5. Forages et perçages des bétons en place

Les forages et les perçages des trous sont exécutés au carottier à diamants et concernent :

- les fûts de pile pour permettre le passage des barres de clouage des consoles de vérinage.

Le titulaire soumettra à l'accord de la maîtrise d'œuvre les dispositions techniques pour ne pas endommager le d'aciers passifs, notamment lorsque les résultats de la reconnaissance in situ présentent quelques incertitudes. Pour cela il sera tenu de :

- préciser l'emplacement de chacun des forages sur le plan d'exécution qui définit le ferrailage de la pièce à forer. L'axe des forages sera repéré avec une précision de plus ou moins deux millimètres, sachant que la précision d'exécution des forages sera de plus ou moins cinq millimètres ;
- d'implanter sur l'ouvrage les forages par le géomètre chargé des implantations après démolition superficielle du béton (dans le cas des forages traversants) et identification des aciers passifs (repérage électromagnétique),
- munir les matériels de perforation d'un dispositif automatique de coupure en cas de contact avec des pièces métalliques.

Le titulaire sera tenu responsable de tout dégât sur les aciers passifs en place et devra supporter les frais de réparation qui en résulteraient.

L'implantation des forages sera réceptionnée par la maîtrise d'œuvre avertie par le titulaire à la fin de l'opération et au plus tard 48 heures avant le début des forages.

Les forages exécutés seront contrôlés par la maîtrise d'œuvre dans les mêmes conditions de délais avant les opérations suivantes.

4.6. Mise en œuvre des aciers scellés

4.6.1. Réalisation des perçages

Les dimensions des forages, diamètre et profondeur, devront être justifiées par le titulaire par référence à des essais réalisés en laboratoire.

Le titulaire soumettra à l'accord de la maîtrise d'œuvre les dispositions techniques pour n'endommager le minimum d'aciers passifs, notamment lorsque les résultats des repérages électromagnétiques présentent quelques incertitudes et sera tenu de :

- préciser l'emplacement de chacun des perçages sur le plan « bon pour exécution » qui définit le ferrailage de la pièce à percer. L'axe des forages sera repéré avec une précision de plus ou moins deux millimètres, sachant que la précision d'exécution des perçages sera de plus ou moins cinq millimètres ;
- d'implanter sur l'ouvrage les perçages par le géomètre chargé des implantations après démolition superficielle du béton (dans le cas des perçages traversants) et identification des positions réelles des aciers passifs (repérage électromagnétique) ;
- munir les matériels de perçage d'un dispositif automatique de coupure en cas de contact avec des pièces métalliques.

Le titulaire doit prendre toutes les précautions pour n'endommager le minimum d'aciers passifs :

- tout acier passif rencontré au cours d'un forage doit être signalé à la maîtrise d'œuvre et relevé. Pour éviter de fragiliser la structure, les opérations de forage et de scellement sont réalisées par phases à l'avancement ;
- le titulaire sera tenu responsable de tout dégât sur les aciers passifs en place et devra supporter les frais de réparation qui en résulteraient.

L'implantation des perçages sera réceptionnée par le maître d'œuvre avertie par le titulaire à la fin de l'opération et au plus tard 48 heures avant le début des perçages.

Les perçages exécutés seront contrôlés par le maître d'œuvre dans les mêmes conditions de délais avant les opérations suivantes.

4.6.2. Réalisation des scellements

Une épreuve de convenance sera réalisée. Elle porte sur la réalisation de 3 ancrages sur l'âme de la poutre de la travée latérale ouest suivie d'un essai de traction jusqu'à rupture.

4.7. Armatures de béton armé

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

4.7.1. Fabrication des armatures

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

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

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

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

Pour l'application du 6.3 (5) de la norme NF EN 13670/CN, le redressage d'armatures pliées accidentellement est interdit.

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

4.7.2. Soudage

(norme NF EN 13670/CN et chapitre 6.4 du fascicule 65 du CCTG, norme NF A 35-027, NF EN ISO 17660-1 et NF EN ISO 17660-2)

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

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

4.7.3. Pose des armatures

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

La pose d'armatures pour béton est effectuée par des entreprises certifiées AFCAB – Pose. La pose peut également être assurée par le titulaire dans les conditions définies au chapitre 6.5.1 du fascicule 65 du CCTG. Le façonnage dans les coffrages n'est admis que dans les conditions fixées au chapitre 6.3.3 du fascicule 65 du CCTG. L'assemblage et la jonction des armatures sont exécutés conformément aux chapitres 6.5.2 et 6.5.3 du fascicule 65 du CCTG. Les écarts admissibles sur la position des armatures sont définis au chapitre 10.6.2 du fascicule 65 du CCTG.

4.7.4. Enrobage des armatures

(NF EN 13670/CN, chapitre 6.5.4 du fascicule 65 du CCTG)

Les enrobages des aciers passifs de l'ouvrage sont définis dans les articles du chapitre 2 du présent CCTP précisant les justifications par le calcul de chaque partie d'ouvrage.

Le respect des exigences du présent CCTP autorise l'adoption d'une tolérance d'exécution C_{dev} de 5 mm.

Si, de plus, les exigences complémentaires figurant à la clause 4.4.1.3 (3) de la norme NF EN 1992-1-1 et de son annexe nationale la norme NF EN 1992-1-1/NA sont également respectées (les ferrillages sensibles font l'objet de dessins de détail à grande échelle précisant les enrobages et les façonnages et des éléments témoin sont confectionnés), une tolérance d'exécution C_{dev} de 0 mm est autorisée. Les écarts admissibles sur l'enrobage des armatures sont définis au chapitre 10.6.2 du fascicule 65 du CCTG.

4.8. Précontrainte

(norme NF EN 13670/CN, 7.3, 7.4, 7.5, 7.7 et 7.8 du fascicule 65 du CCTG)

Pour l'application du 7.1 (2) de la norme NF EN 13670/CN, les travaux doivent être réalisés par une entreprise spécialisée respectant les recommandations relatives aux opérations sur site données dans l'ETAG 013, bénéficiant d'une certification émanant de l'ASQPE ou équivalent et répondant aux exigences définies dans le document intitulé « CEN Workshop Agreement n°14646 » édité par le CEN en 2003.

4.8.1. Transport et stockage

(norme NF EN 13670/CN, chapitre 7.3 du fascicule 65 du CCTG)

Le transport et le stockage des armatures, dispositifs d'ancrage, conduits doivent être effectués conformément aux exigences définies dans la norme NF EN 13670/CN et au chapitre 7.3 du fascicule 65 du CCTG.

4.8.2. Barres de clouage

(Chapitre 7.8 du fascicule 65 du CCTG)

4.8.2.1. Mise en place des barres

Le titulaire propose à l'acceptation de la maîtrise d'œuvre les dispositions et l'ordre des opérations.

Les barres sont mises en place après la réalisation des massifs d'ancrage. Les conduits, leur étanchéité et leur scellement dans les consoles ayant été réalisés avant bétonnage.

Les barres sont calées de façon à ne pas toucher les parois des conduits.

Les plaques d'ancrage sont réglées par l'intermédiaire d'un mortier de calage de façon à être bien perpendiculaires à l'axe des barres.

4.8.2.2. Mise en tension des barres

Le titulaire doit effectuer une épreuve de convenance de la mise en tension des barres de brêlage. Celle-ci doit permettre de valider le procédé de précontrainte retenu dans les études d'exécution ainsi que les modalités de mise en tension :

- procédé de précontrainte présentant une très faible rentrée d'armatures facilement contrôlable et compensable ;
- nécessité de recalage au bout d'un certain délai et pesage préalable ;
- nécessité d'effectuer plusieurs phases de mise en tension :
 - la mise en tension avec trois serrages minimum sous coupure totale ;
 - les barres ne pourront pas être mises en tension à plus de 30 % de leur capacité sous neutralisation de voies de circulation ;
- validation de l'assouplissement des règles sur les allongements extrémaux admissibles fixés au chapitre 7.5.2.4 du fascicule 65 du CCTG, le cas échéant.

4.9. Béton

(norme NF EN 13670/CN, 8.4 et 8.5 du fascicule 65 du CCTG)

Pour la conservation des éprouvettes de béton, le chantier doit disposer d'une enceinte isotherme à hygrométrie contrôlée (100 %).

4.9.1. Dispositions particulières liées aux réactions de gonflement interne du béton

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

En l'absence de granulats titulaires de la marque NF-Granulats et d'un dossier carrière approuvé par la maîtrise d'œuvre, toutes les procédures de bétonnage doivent prévoir la fourniture à la maîtrise 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 à la maîtrise 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 à la maîtrise 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 la maîtrise d'œuvre est une condition nécessaire à la levée des points d'arrêt avant bétonnage.

4.9.2. Bétonnage sous conditions climatiques extrêmes

(norme NF EN 13670/CN, 8.5.4 du fascicule 65 du CCTG)

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

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

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

4.9.2.1. Bétonnage par temps froid

(norme NF EN 13670/CN, 8.5.4.1 du fascicule 65 du CCTG)

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

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

4.9.2.2. Bétonnage par temps chaud

(note du 8.5.4.2 du fascicule 65 du CCTG)

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

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

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

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

4.9.3. Reprises de bétonnage

(article 8.4.1.2 du fascicule 65 du CCTG)

Les reprises de bétonnage sont interdites.

4.9.4. Cure

(norme NF EN 13670/CN, 8.5.2 et 8.5.3 du fascicule 65 du CCTG)

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

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

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

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

4.9.5.1. Méthodologie de mise en œuvre

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

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

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

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

L'aspect des parements ne doit être ni trop lisse, ni glacé. Le bullage moyen est jugé par rapport à l'échelle 3 du FD P 18-503, soit une surface maximale par bulle de 0,3 cm², une profondeur maximale de 2 mm et une surface de bullage inférieure à 2 %.

4.9.5.2. Traitement thermique

Le traitement thermique du béton est interdit.

4.9.5.3. Cure et mûrissement

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

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

4.9.6. Décoffrage

Le décoffrage ne peut pas avoir lieu moins de 24 heures après la fin du bétonnage.

La résistance du béton au décoffrage est d'au moins 18 MPa.

4.10. Mise en œuvre du matériau composite

4.10.1. Périmètre des travaux

Les travaux à réaliser ont pour objet les trois premières bandes verticales en tissus composites et le premier aplat carbone de la réparation exécutée sur l'ouvrage en 2024, endommagés lors d'un choc avec un véhicule hors gabarit. Ils consistent en :

- déposer les cornières d'ancrage de la face extérieure (endommagée) de la poutre de rive ;
- décoller les trois bandes de tissu composite sur la hauteur de la face extérieure de la poutre, sa sous-face et le bas de la face intérieure. Il pourra être utilisé un dispositif chauffant pour décoller le matériau. Une attention particulière devra être portée à la conservation des aplats carbone qui ne seront pas remplacés (7 aplats) ;
- déposer l'aplat endommagé ;
- reprendre les angles de poutre endommagés, et les adapter le cas échéant aux exigences de courbures admissibles ;
- nettoyer le parement des résidus de résine, de matage des cornières déposées, et préparer le support de façon à ce qu'il soit conforme aux prescriptions décrites dans les paragraphes suivants ;
- coller le nouvel aplat ;
- coller les bandes de tissus qui doivent passer au-dessus les aplats en place ; les bandes collées sur la face extérieure de la poutre est ancrée par cornière métallique, ou par tout autre moyen agréé. Sur la face intérieure de la poutre, elle est ancrée par recouvrement sur l'ancienne bande ;
- remplacer les cornières et en assure le matage.

4.10.2. Préparation du support

4.10.2.1. Qualité et résistance du béton

Les dégradations superficielles du béton sont réparées suivant la norme NF P 95-101. En cas de forte dégradation, le maître d'œuvre et le bureau d'études doivent 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) sont complètement éliminés et réparés suivant la norme NF P 95-101.

La surface ragrée doit 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.

4.10.2.2. 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 ségréguées, 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 0,2 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.

La surface ragrée doit 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.

4.10.2.3. Planéité du support

simple suivant l'article 8.8.2.1.3 du fascicule 65 du CCTG (gabarit de 2 m : écart < 8 mm et gabarit de 0,2 m : écart < 3 mm) pour les plats et respecter le cahier des charges du procédé dans le cas des tissus.

Les reprises de planéité sont exécutées par meulage ou par mise en œuvre du produit de reprofilage visé au chapitre 3.

Les produits de reprofilage sont parfaitement adhérents au support (adhérence supérieure ou égale à la cohésion superficielle du béton).

4.10.2.4. Courbure admissible du support

Chaque procédé définit, dans son cahier des charges, les rayons de courbure admissibles.

En particulier les angles « rentrants » (ou concaves) sont reprofilés avant application des renforts composites collés. Les produits de reprofilage devront être parfaitement adhérents au support.

4.10.2.5. Préparation du support béton

4.10.2.5.1. 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.

4.10.2.5.2. 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 :

- retirer la laitance superficielle et éliminer tous revêtements ;
- rendre la surface chimiquement propre ;
- créer une rugosité de surface.

Les techniques utilisables sont :

- sablage à sec ;
- ponçage au disque diamanté suivi d'une aspiration.

Les techniques qui créent des micro-fissurations dans le béton seront prosrites (bouchardage, burinage, décapage thermique...).

Les techniques humides (sablage humide, lavage à eau sous pression) sont prosrites.

Pour le choix de la technique de préparation de l'état de surface, l'attention du titulaire est attirée sur la nécessité de récupération des déchets.

Cette préparation de surface est effectuée sur toute la zone concernée après ragréages, rebouchages et reprofilages.

La cohésion superficielle du béton après préparation devra être supérieure ou égale à celle minimum prise en compte dans la note de dimensionnement. Elle doit en outre être supérieure ou égale à 1,5 MPa, ainsi qu'à la valeur minimale indiquée dans le dossier technique du procédé de renforcement.

4.10.2.6. Implantation de détail du renforcement

À l'issue des études d'exécution, l'implantation de détail du renforcement sera repérée sur le plan de l'ouvrage. L'implantation des renforcements sera ensuite reportée en sous-face de l'ouvrage. Les tolérances admises à la pose sont les suivantes :

- tolérance du tracé par rapport au plan : +/- 2 mm ;
- tolérance de pose par rapport au tracé : +/- 1 mm ;
- tolérance rectitude par rapport au tracé : 2,5 mm.

Cette opération d'implantation de détail du renforcement fera l'objet d'une réception contradictoire effectuée par la maîtrise d'œuvre et le titulaire. Cette opération qui fera l'objet d'un procès verbal de réception constitue un point d'arrêt.

4.10.3. Mise en œuvre du renforcement

4.10.3.1. Mise en œuvre des différents procédés : cadre de fiche technique

La préparation du support étant déjà réalisée et réceptionnée, les différentes étapes de mise en œuvre du procédé sont décrites par l'apporteur du KIT dans les moindres détails.

Les procédures d'exécutions correspondante sont systématiquement fournies.

Compte tenu de l'expérience des applicateurs, des éléments complémentaires au KIT sont appréciés, à savoir :

1. la protection mécanique adhérente ;
2. la protection au feu ;
3. la protection contre les chocs et l'abrasion ;
4. la finition et les revêtements associés ;
5. autres.

Des références ainsi que des procès-verbaux d'essai peuvent valider ces informations.

4.10.3.2. Mise en œuvre des colles

Elle n'est permise que dans les conditions climatiques suivantes :

- temps calme (pas de vent) ;

- le poste de collage doit être à l'abri de la pluie et de tout ruissellement ;
- températures minimales ambiantes, du support et des matériaux supérieures à 10° C et supérieures aux valeurs minimales indiquées dans le dossier technique du procédé ;
- pour éviter toute condensation sur les supports, la température du support doit être supérieure de + 3° C à celle du point de rosée ;
- humidité relative doit être inférieure à la valeur minimale indiquée dans le dossier technique du procédé ; au-dessus de 80 % d'humidité relative, la fréquence des contrôles de condensation doit être augmentée.

Les quantités d'application recommandées au m² dans le cahier des charges du procédé sont respectées (sous réserve de l'acceptation de l'épreuve de convenance) et le titulaire réalise le contrôle des épaisseurs appliquées (peigne ou jauge) et le suivi des quantités consommées.

4.10.3.3. Stockage des matériaux

Les matériaux doivent être stockés dans un abri chauffé ou ventilé pour être conservés dans des conditions se conformant à celles données dans la fiche technique du procédé.

4.10.3.4. Températures de mise en œuvre des colles

Elles doivent rester dans la fourchette donnée 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 indiquée par le fabricant.

4.10.3.5. Mise en œuvre des matériaux composites

Préparation du tissu avant collage : découpe des bandes respectant le dimensionnement sur plan et les caractéristiques du tissu (chaîne et trame).

Les tissus ne doivent jamais être pliés sous peine d'endommagement des fibres de carbone.

Pour chaque couche de tissu appliquée sur le support :

- si spécifié dans le dossier technique du procédé, pré-imprégner de colle le tissu de fibres ;
- imprégner le support (dont primaire, si nécessaire et spécifié dans le dossier technique du procédé) de colle dans les quantités indiquées par le dossier technique du procédé (sous réserve de l'acceptation de l'épreuve de convenance),
- pose manuelle du tissu sans pli ni étirement excessif, et en respectant le sens de la fibre (chaîne et trame) après avoir imprégné le support avec la résine ;
- marouflage et débullage dans le sens des fibres ;
- application de la couche de colle de fermeture.

Le déroulement de la totalité de ces opérations ne doit pas excéder la DPU de la colle.

Dans le cas de couches de tissu superposées : soit la polymérisation de la colle n'est pas achevée entre chaque couche appliquée, soit la couche de fermeture précédente sera polymérisée et reçoit une préparation de surface adaptée (surface dépolie, aspiration et application d'un solvant) avant application de la couche suivante.

Une projection de sable fin (quartz) sur la dernière couche de tissu avant polymérisation de la colle peut être nécessaire pour favoriser l'adhérence du futur revêtement de protection.

4.10.3.6. Mise en œuvre du revêtement

L'application du revêtement retenu est précédée d'une préparation de surface adaptée au composite.

L'application du revêtement fait l'objet d'une épreuve de convenance.

4.10.3.7. 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.

4.10.4. Systèmes d'ancrage

Le système d'ancrage proposé doit être compatible avec le procédé de renforcement, décrit et mis en œuvre selon les recommandations de l'avis technique du CSTB sur le procédé.

4.11. Déconstruction/reconstruction des murs garde-grève

Après terrassement, le mur garde-grève sera coupé, déposé et évacué. Une fois l'about du tablier libéré, il pourra être réparé.

La surface découpée sera préparée par piquage pour assurer une bonne reprise de bétonnage. Les armatures dimensionnées par le BE seront scellées dans le sommier d'appui.

Le mur garde-grève sera ferrailé et coffré puis coulé

Le titulaire devra justifier de la bonne tenue des murs garde-grève sous l'effet des charges de remblaiement (poussée des terres, poussée hydrostatique, effet du compactage. Le titulaire pourra s'il le souhaite avoir recours à des matériaux autocompactant sous réserve de valider la tenue des murs garde-grève sous l'effet des poussées hydrostatiques.

Lors de la phase de fermeture du PS de Mireport, la circulation piétonne, d'une largeur minimum d'1,40 m devra être maintenue. Le moyen sécurisé sera soumis à l'agrément de la maîtrise d'œuvre.

4.12. Reconstitution du sommier d'appui

Un ferrailage longitudinal sera mis en œuvre sur le sommier, liaisonnant les dés de vérinage, les dés d'appui sous les appareils d'appui et les parties conservées des sommiers.

Le titulaire mettra en œuvre un mortier R4 sur une épaisseur d'environ 60 mm. Les pentes du sommier devront être conservées. Le sommier devra être raccordé à une cunette à reprendre en pied des murs garde-grève. La cunette devra être raccordée au dispositif d'évacuation des eaux des culées.

4.13. Opérations de vérinage

4.13.1. Généralités

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 possédera un élément de secours pour être remplacé rapidement en cas de défaillance. En cas de présence d'au moins 5 points de vérinage, deux (2) éléments de secours sont demandés.

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 le tablier telles qu'elles ressortent des calculs joints à la procédure et au présent CCTP.

Sur une même ligne d'appuis 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 après décollage, en fin de course, au début de la phase de dévérinage et avant pose au niveau définitif.

Le titulaire définit les mesures à prendre lors des opérations de vérinage, et surtout lors du soulèvement du point fixe, pour absorber les mouvements dus aux écarts thermiques attendus.

Le chargé des opérations de vérinage, COV est présent sur le site pendant toutes les opérations de vérinage.

4.13.2. Relevé et instrumentation de fissures

Un relevé des fissures sera réalisé avant et après vérinage sur les appuis, sur les poutres et l'intrados du hourdis (cartographie et relevé des ouvertures).

Le rapport du relevé initial sera transmis au maître d'œuvre avant les opérations de vérinage.

Par ailleurs, avant la phase de vérinage, des capteurs fissuromètres seront installés par le titulaire afin de mesurer l'évolution des ouvertures des fissures préalablement détectées. Les fissures instrumentées seront équitablement réparties sur l'ouvrage. Le titulaire proposera au maître d'œuvre une implantation ainsi qu'un régime de surveillance adapté, en proposant des ouvertures limites pour déclenchement des alarmes de suivi.

En cas d'ouverture anormale des fissures, le titulaire stoppera toutes les opérations en cours et en informera dès constatation le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre.

Un rapport de suivi sera réalisé en fin de mission.

4.13.3. Principe et conditions du vérinage

Le vérinage sera réalisé lors d'une opération coup de poing organisée sur un weekend et précisée dans le CCAP. Les points de vérinage sont situés sous entretoises sur culée dans des niches à créer et sous poutre sur pile sur des consoles de vérinage à installer. Tous les vérins sont des vérins avec écrous de sécurité pour assurer également le rôle de calage lors de la réouverture du tablier porté à la circulation. Ils sont serrés à l'avancement du levage.

Le soulèvement et le dévérinage du tablier seront réalisés sous coupure. Entre les deux opérations, la circulation sur l'ouvrage sera rétablie sans restriction de trafic.

La création des niches, l'installation des consoles et des systèmes de vérinage (LAO, vérins, cales...) aura lieu avant l'opération coup de poing soit lors de coupure de nuit pour les opérations au niveau des appuis en rive de la voie franchie soit de jour depuis les voies d'accès aux travées de rive.

Le tablier est relevé de façon définitive à la cote +75 mm pour les piles intermédiaires et à la cote +100 mm pour la pile centrale. Sur culée l'altimétrie du tablier doit être conservée.

4.13.4. Travaux préparatoires sur chaussée

Le levage du tablier sera réalisé après déblocage au niveau des superstructures existantes au droit des culées et de piles. Ce déblocage pourra concerner notamment :

- les joints de chaussée et, en particulier, à proximité des trottoirs où un angle du joint constituer un point de blocage du tablier. Il sera donc procédé à une dépose provisoire, complétée si nécessaire par la réalisation d'un sciage complémentaire,
- les trottoirs et corniches existantes. Ils seront sciés en cas d'absence de continuité du joint ou lorsque celui-ci paraît trop étroit ou encombré,
- les garde-corps. Ils seront sciés verticalement au droit du joint si l'espace libre entre lisses ou main courante est insuffisant pour permettre un levage sans contact.

Le titulaire est responsable :

- de la détection de l'ensemble des points susceptibles de bloquer lors des opérations de vérinage
- de la libération de ces points préalablement au levage.

Une fiche de constat sera établie, répertoriant l'ensemble des opérations de libération réalisées par le titulaire (pour visa du maître d'œuvre).

Il ne pourra prétendre à aucune compensation si des blocages non anticipés/traités empêchent le vérinage du tablier et mettent en défaut le bon déroulement du chantier.

Le point bas longitudinal du tablier sera soigneusement sondé pour éviter tout risque de blocage.

Un contact existe entre les murs garde-grève et les tabliers qui nécessite la démolition et la reconstruction des murs garde-grève.

4.13.5. Mise en place des consoles de vérinage

Les consoles de vérinage sont considérées comme des ouvrages provisoires de première catégorie.

Les consoles de vérinage seront installées de façon à pouvoir accueillir des vérins équipés d'écrous de sécurité et de têtes rotulées.

Ces consoles seront fixées par des barres précontraintes traversant les fûts de piles. La mise en tension se fait en plusieurs reprises (au minimum trois reprises), précisées par le titulaire dans sa procédure, de façon à compenser l'ensemble des pertes dues à la faible longueur des barres.

Le titulaire se verra prévoir l'accessibilité aux zones de vérinage pour le contrôle extérieur.

Le perçage des parements ne pourra être effectué qu'après avoir déterminé l'emplacement des aciers, par un système non destructif.

Concernant les fûts de piles, l'emplacement des aciers est déterminé sur les deux faces des piles.

En fin de prestation, les trous réalisés seront bouchés par un mortier sans retrait.

4.13.6. Création des niches de vérinage

Les niches de vérinage seront découpées par carottage, hydrodémolition ou tout moyen soumis à l'agrément du maître d'œuvre. La création d'une niche devra permettre le positionnement du vérin et d'un dé de béton armé fretté sous le vérin. Le dé d'appui du vérin sera liaisonné au sommier de la culée par des scellements et des armatures bateaux et longitudinales.

Le dé d'appui sera penté à 1 % vers l'avant du tablier pour évacuer les eaux provenant d'une fuite du joint de chaussée.

4.13.7. Conduite des opérations de vérinage

L'ensemble des opérations de vérinage se réalisera sous le contrôle et la responsabilité du COV. Ce dernier assure un suivi des opérations par le moyen de fiches informatisées ou manuelles dans lesquelles sont indiqués 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. 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 le titulaire dans les calculs et les températures prévisibles sur la phase de chantier considérée.

Un suivi altimétrique et planimétrique sera réalisé par le titulaire 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 précisées dans les hypothèses de calcul. Le titulaire 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 le titulaire, les valeurs devront être en absolu par rapport à la position initiale du tablier.

En cas d'asservissement automatisé, le titulaire 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.

Les opérations de vérinage se dérouleront lors d'un week-end, sous coupure de circulation. Une fois le vérinage terminé, le tablier sera remis en circulation. Le dévérinage du tablier sera réalisé de nuit.

4.13.8. Centrale hydraulique et dispositif de commande

Le levage sera assisté par ordinateur (LAO) afin de lever simultanément tous les appuis et se soustraire aux problématiques de dénivellation longitudinale et transversale entre points de levage.

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 le tablier telles qu'elles ressortent des calculs.

Les vérins d'une même ligne d'appui seront couplés par asservissement en déplacement, les vérins de part et d'autre d'une poutre seront couplés en pression.

4.13.9. Opération de dévérinage

Après pose des nouveaux appareils d'appui et réalisation des nouveaux bossages (ces derniers ayant atteint une résistance minimale suffisante), le tablier pourra être dévériné (mise en charge des appuis définitifs). Cette opération sera réalisée de nuit, sous coupure de la circulation.

Il pourra être nécessaire de procéder à un levage de quelques millimètres pour libération des cales provisoires, suivi d'une descente contrôlée sur les appuis définitifs.

La procédure de dévérinage sera présentée par le titulaire au maître d'œuvre pour approbation. Elle comprendra notamment les moyens de contrôle envisagés par le titulaire pour s'assurer du bon déroulement de l'opération.

4.14. Ferrailage sous les futurs appareils d'appui

L'abaissement des sommiers d'appui des culées entraîne la démolition des armatures de répartition et de frettage du sommier d'appui positionné sous les appareils d'appui actuels. Il est donc nécessaire de reconstituer ces ferrailages ainsi que les armatures de continuités du sommier.

Après démolition des niches par hydrodémolition, un dé de ferrailage sera positionné dans chaque niche. Il sera liaisonné par des armatures et des scellements au sommier conservé.

Le dimensionnement du ferrailage est à la charge du titulaire.

4.15. Bossages d'appui

4.15.1. Généralités

L'exécution des bossages d'appui inférieurs en micro-béton respecte les prescriptions du document "Environnement des appareils d'appui en élastomère fretté - Règles de l'art" édité par le SETRA et le LCPC en Octobre 1978 (réimpression de juin 90).

Les bossages doivent déborder d'au moins 5 cm des bords des appareils d'appui et d'au moins 10 cm du parement vertical le plus voisin.

L'épaisseur maximale sans frettage du bossage (en mm) correspond au minimum de :

- 50 mm ;
- $15\text{mm} + 0,1 \times (\text{surface de contact}) / (\text{périmètre de contact})$.

Pour les bossages accueillant des appareils d'appui en élastomère, les tolérances de surface sont définies à l'article 7.1.2 de la norme NF EN 1337-3.

Les bossages inférieurs sur piles seront réalisés en week-end, après la phase de vérinage du tablier. Les bossages supérieurs seront réalisés de nuit dans un second temps.

4.15.2. Exécution et tolérances

Les bossages existants seront déposés. L'attention est attirée sur le fait que le sciage des appareils d'appui fixe devra être réalisé après mise en charge des vérins. Les bossages existants seront démolis par tout moyen approprié (piquage, scie à corde,...).

Les faces en béton en contact avec les bossages seront préparées au besoin par striure, piquage ou bouchardage léger puis lavée à l'eau.

Les bossages inférieurs sur culées auront une épaisseur de seulement 20 mm en débord du sommier. Cette valeur dérogatoire vis-à-vis des règles de l'art est choisie du fait du manque d'espace sur culée.

Les bossages supérieurs sont constitués d'une tôle métallique. Pour les appareils d'appui sur piles, les tôles seront en acier galvanisé S235 et auront une épaisseur de 15 mm. Pour les appareils d'appui sur culée, les tôles de glissement seront en acier inoxydable AISI 316L pour assurer le glissement de la frette externe de l'appareil d'appui. Les plaques de glissement sera équipés de taquets latéraux.

Une fois les plaques métalliques servant de coffrage inférieur des bossages supérieurs posées, un mortier sans retrait mis en œuvre par injection à refus jusqu'à la sous-face du tablier. Si la hauteur est suffisante le titulaire pourra proposer une solution de matage sous réserve que justifier d'une méthodologie garantissant la bonne exécution du bossage et sous réserve de la validation du maître d'œuvre.

On observera un temps suffisant pour garantir la montée en résistance admissible du mortier avant repose du tablier sur appuis définitifs.

Les tolérances sur l'implantation et la géométrie des bossages sont les suivantes :

- planéité et horizontalité : Min de (2 mm, 0,3 % de la diagonale du bossage) ;
- implantation en plan : + ou - 10 mm ;
- nivellement : + ou - 10 mm par rapport aux bases d'implantation et + ou - 3 mm par rapport aux bossages de la même ligne d'appui.

4.16. Appareils d'appui en élastomère fretté

4.16.1. Généralités

S'agissant d'un ouvrage en béton, le titulaire propose à l'acceptation du maître d'œuvre la méthodologie de pose des appareils d'appuis.

Les appareils d'appui sont munis d'un dispositif anti-cheminement si nécessaire.

4.16.2. Épreuve de convenance de pose des appareils d'appui

Dans le cas d'injection, de coulage par gravité ou de matage, un essai de convenance est réalisé.

Pour cet essai, un bossage et une plaque de platine sont réalisés, tous deux similaires, en dimension et en nature, au bossage d'appui et à la platine de l'appareil d'appui pour lequel est prévu l'injection, le coulage par gravité ou le matage.

Le coffrage puis l'injection, le coulage par gravité ou le matage de l'essai sont réalisés dans les mêmes conditions que celles prévues pour l'ouvrage.

Le coffrage puis l'injection, le coulage par gravité ou le matage de l'essai sont réalisés dans les mêmes conditions que celles prévues pour l'ouvrage.

Avant la prise du coulis, la platine est enlevée.

Acceptation de l'épreuve : il ne doit y avoir ni vide ni bulle d'air dans le produit et tout particulièrement sur la surface de contact avec la platine. Il est toléré une présence de micro-bulles si leur surface cumulée n'excède pas 2% de la surface totale du bossage.

En cas de mauvais résultat, l'essai est recommencé aux frais du titulaire.

4.17. Joints de dilatation

Les prescriptions suivantes s'appliquent aux joints définitifs à peigne et provisoires à revêtement amélioré.

4.17.1. Matérialisation du vide

Si le vide du joint entre l'about du tablier et le mur garde-grève est inférieur ou égal à 6 cm, matérialiser ce vide par du polystyrène expansé de type EM ou EC au sens de la norme NF T 56-201.

Si ce vide est supérieur à 6 cm, le coffrage du vide du joint est réalisé par un sandwich contre-plaqué / polystyrène / contre-plaqué dans lequel le polystyrène est du type EM ou EC au sens de la norme NF T 56-201. Ce matériau est déposé après la prise du béton.

4.17.2. Surface de reprise

Une surface de reprise est ménagée par le titulaire à l'about du tablier et du mur garde-grève (pose en feuilure). Des aciers de couture en nombre suffisant sont prévus pour assurer la liaison entre la structure et le béton d'ancrage du joint.

4.17.3. Sciage du tapis

Le complexe étanchéité-couche de roulement est scié sur une épaisseur au moins égale à 3 cm mais sans que le béton du tablier soit attaqué (tout autre procédé de coupe du tapis est interdit). Le complexe est alors déposé entre les traits de scie, sans détérioration des arêtes, puis évacué, dans un lieu de stockage, de regroupement, ou dans une unité de recyclage.

4.17.4. Mise en place des ancrages

4.17.4.1. Cas d'une pose sans réalisation de trous forés

Durant la prise du béton de reprise, les ancrages sont maintenus en place. Le dispositif de maintien doit respecter les conditions suivantes :

- assurer un bon maintien des ancrages pendant les opérations de bétonnage ;
- ne pas gêner la mise en œuvre du béton, sa vibration et son surfacage ;
- permettre, à tout moment, une libre dilatation de la structure, surtout pendant la prise du béton, sans risquer de désorganiser le béton autour des ancrages.

4.17.4.2. Cas d'une pose comportant la réalisation de trous forés

Les trous sont forés à l'aide d'un outil adapté (rotopercussion ou carottage).

L'outil doit permettre la réalisation du trou perpendiculairement au plan défini par la surface du tablier. La tolérance pour faux aplomb est de 3 degrés.

Les trous doivent être :

- propres, c'est-à-dire exempts de poussières, cailloux, débris de toutes sortes ;
- d'une humidité compatible avec le produit de scellement défini dans l'avis technique.

Dans le cas d'une rencontre avec un obstacle rendant le forage impossible (armatures, ancrage de précontrainte, etc.) l'emplacement du trou est déplacé, mais non supprimé, à une valeur au plus égal à celle précisée dans l'avis technique du joint.

4.17.5. Réglage des joints

4.17.5.1. Réglage de l'ouverture pour les joints autres que ceux sous revêtement

L'ouverture du joint est à ± 2 mm près celle définie dans la procédure de pose du joint.

4.17.5.2. Réglage en nivellement

La partie supérieure du joint est à (0,-2) mm près dans le plan défini par les arêtes sciées du tapis.

4.17.6. Serrage de la boulonnerie

Dans le cas où le joint comporte une boulonnerie de liaison des éléments à la structure, cette boulonnerie est serrée aux valeurs précisées dans le manuel de pose et rappelées dans l'avis technique du joint. Cette opération est effectuée avec les moyens définis dans le manuel de pose du fournisseur du joint.

4.17.7. Drains

4.17.7.1. Position

Le titulaire établit, pour éviter que l'eau ne s'infiltre sous la chape de l'ouvrage, une liaison entre l'étanchéité du tablier et celle du joint. Cette liaison est obtenue en coulant du bitume sur l'épaisseur de la chape d'asphalte, sur une largeur (sens longitudinal de l'ouvrage) de 2 cm.

Si le drain est rectangulaire, le mettre en place verticalement au droit du trait de scie, au niveau de l'interface étanchéité/couche de roulement. Les fentes sont placées en bas et dans le plan vertical du trait de scie.

Si le drain est rond, le mettre en place au droit du trait de scie, au niveau de l'interface étanchéité/couche de roulement.

Un relevé d'étanchéité par feuille est réalisé pour recouvrir le drain depuis le tablier jusqu'aux enrobés.

4.17.7.2. Juxtaposition

Les éléments de drain sont juxtaposés sans autre liaison particulière qu'une bande de papier autocollant pour les drains rectangulaires et par raboutage pour les drains ronds.

4.17.7.3. Évacuation

Les eaux drainées sont conduites jusqu'au point bas du profil en travers (relevé d'étanchéité des longrines) où un ajutage d'évacuation est ménagé.

4.17.8. Remplissage entre le trait de scie et le joint

4.17.8.1. Principe général

La zone de pose du joint est délimitée par un trait de scie donnant une arête nette facilitant le réglage du joint et la tenue de l'arête du tapis. Un produit de remplissage comble le vide entre le flanc scié du tapis et les éléments métalliques.

4.17.8.2. Béton d'ancrage constituant le solin

Le béton de remplissage est mis en œuvre sans reprise jusqu'au niveau du plan défini par les arêtes sciées du tapis avec les tolérances indiquées au paragraphe ci-dessus intitulé « Réglage en nivellement ». La surface supérieure du béton est talochée.

Pour harmoniser sa couleur avec celle du revêtement adjacent, ce béton est teinté en noir dans la masse, tout autre procédé de coloration (enduction de film époxy noir par exemple) étant interdit.

Outre les éprouvettes classiques de l'épreuve de contrôle, le titulaire réalise à ses frais trois éprouvettes d'information dont les résultats permettent d'autoriser ou non le serrage des ancrages.

4.18. Travaux de déblaiement

4.18.1. Protection des opérations de déblaiement contre les eaux

L'entrepreneur doit, sous sa responsabilité, assurer la protection de son chantier contre les eaux de toute nature et de toute origine et quelle qu'en soit la quantité. Il est responsable des conséquences des perturbations qu'il apporterait dans le régime des eaux de surface ou des eaux profondes. Il assure également sous sa responsabilité l'évacuation des eaux de toute origine, depuis le chantier jusqu'aux exutoires où elles peuvent être reçues. Ces obligations comprennent la construction et l'entretien des ouvrages d'évacuation des eaux, la surveillance et la remise en état des lieux.

Tous les frais engagés par l'entreprise pour assurer l'épuisement (y compris par pompage ou rabattement) et l'écoulement de l'eau sont réputés compris dans les prix unitaires ou forfaitaires du marché.

4.18.2. Prescriptions durant les périodes d'arrêt

En cas d'arrêt des chantiers d'une durée prévisible supérieure à 4 heures, l'entrepreneur doit prendre ses dispositions pour que la plate-forme de déblai soit nivelée puis fermée à l'aide d'un compacteur approprié de façon à assurer l'écoulement des eaux vers les exutoires temporaires.

4.18.3. Gestion des produits issus des déblais

Les matériaux issus des déblais sont évacués en décharge agréée conforme à la réglementation.

4.18.4. Tolérances d'exécution et spécifications

Les tolérances d'exécution des opérations de déblaiement sont les suivantes :

Nature du contrôle	Tolérances d'exécutions
Plate-forme (altimétrie) : <ul style="list-style-type: none"> mesures individuelles : moyenne des mesures individuelles : 	<ul style="list-style-type: none"> + 5 cm / – 5 cm +2 cm / –2 cm
Plate-forme (planimétrie – rives) : <ul style="list-style-type: none"> mesures individuelles : moyenne des mesures individuelles : 	Distance à l'axe : <ul style="list-style-type: none"> +15 cm / –5 cm +10 cm / –0 cm

4.19. Exécution des remblais contigus

4.19.1. Purges du corps des remblais

Dans le cas où des purges du corps des remblais sont nécessaires du fait de l'activité du chantier, des mauvaises conditions de drainage, etc., l'entrepreneur doit les effectuer à ses frais.

4.19.2. Prescriptions en cours de remblaiement

L'entrepreneur est tenu d'exécuter, à sa charge, les ouvrages provisoires qui sont nécessaires à la bonne exécution des travaux afin que les eaux ne stagnent pas sous les assiettes de remblai.

Le déchargement des déblais à utiliser en remblai et leur régalage sont organisés de façon à obtenir un matériau aussi homogène et aussi plein que possible.

4.19.3. Prescriptions en période d'arrêt

En cas d'arrêt de chantier de courte durée (compris entre 4 et 24 heures), et au minimum à la fin de chaque journée, l'entrepreneur doit niveler et fermer la plate-forme de remblai, il s'assure du bon fonctionnement des ouvrages provisoires d'écoulement des eaux.

En cas d'arrêt des chantiers de plus longue durée (congelés, pannes, intempéries), il soumet au visa du maître d'œuvre les dispositions qu'il compte prendre pour maintenir en bon état les ouvrages réalisés.

4.19.4. Mise en œuvre de géotextile

La pose d'un géotextile (cf. article 3.13.2) sous les remblais est assurée par l'entrepreneur.

4.19.5. Mise en œuvre d'un drainage

La pose d'un drainage (cf. article 3.13.3) sous les remblais est assurée par l'entrepreneur.

4.19.6. Mise en œuvre des matériaux de classe S et G

4.19.6.1. Généralités

Les modalités des opérations de mise en œuvre des couches de matériaux et de leur compactage doivent être établies conformément aux spécifications du GTR en vigueur.

L'entrepreneur doit soumettre à l'accord du maître d'œuvre quinze jours avant l'exécution et pour chaque nature de matériaux, les modalités d'exécution exposées dans une notice technique.

L'entrepreneur propose au maître d'œuvre, en application du GTR, l'épaisseur de mise en œuvre.

4.19.6.2. Agrément du matériel de mise en œuvre

Seuls sont agréés par le maître d'œuvre, les compacteurs des classes selon la classification de la norme P 98-736 (norme rappelée au GTR) et disposant de dispositifs de contrôle et d'enregistrement des paramètres de compactage à savoir distance parcourue, vibrations, vitesse de déplacement.

L'entrepreneur soumet au visa du maître d'œuvre :

- la liste et les caractéristiques des engins de régalaage et de compactage qui sont utilisés pour chaque atelier de mise en œuvre ;
- la marque, le type et les principes de montage des compteurs totalisateurs.

4.19.6.3. Suivi de l'exécution des remblais

L'entrepreneur doit s'assurer en permanence du bon fonctionnement des engins de compactage, de la bonne répartition de l'effort de compactage à la surface de la plate-forme de mise en œuvre et du respect de l'épaisseur maximale des couches, qu'il a fixée et validée par le maître d'œuvre. À cet effet, il désigne nominativement le responsable de ce contrôle dans son PAQ.

4.19.6.4. Contrôle de la qualité du compactage

La qualité du compactage est constatée par l'intermédiaire des essais au pénétromètre dynamique, par couches de remblais mises en œuvre (objectif q4).

4.19.7. Résultats attendus et spécifications

4.19.7.1. Tolérances d'exécution et spécifications

Les tolérances d'exécution des remblais contigus constituant la PST sont les suivantes :

Nature du contrôle	Tolérances d'exécutions
<u>Plate-forme (altimétrie)</u> <ul style="list-style-type: none"> • mesures individuelles : • moyenne des mesures individuelles : 	+3 cm / -3 cm +2 cm / -2 cm
<u>Plate-forme (planimétrie – rives) :</u> <ul style="list-style-type: none"> • mesures individuelles : • moyenne des mesures individuelles : 	Distance à l'axe : +15 cm / -5 cm +10 cm / -0 cm
<u>Plate-forme (dévers) :</u> <ul style="list-style-type: none"> • mesures individuelles : • moyenne des mesures individuelles : 	+/-1,5 cm / m +/-1 cm / m

La réception est effectuée sur la base des plans d'exécution établis par l'entrepreneur.

Les contrôles géométriques (altimétrie, planimétrie et dévers) sont réalisés à chaque profil, avec à minima 2 mesures, par le titulaire dans le cadre de son contrôle intérieur.

Le lot ou l'ouvrage est réputé convenir si les conditions définies ci-dessus sont respectées pour 100 % des points contrôlés, sinon l'entrepreneur propose au maître d'œuvre, les dispositions qu'il envisage de prendre pour que le lot contrôlé respecte ces conditions.

Les travaux de mise en conformité sont entièrement à la charge de l'entrepreneur.

Le maître d'œuvre se réserve le droit de procéder à un contrôle extérieur de la géométrie.

4.19.7.2. Performances recherchées et spécifications sur PST

La PST est réceptionnée si les caractéristiques obtenues sont celles d'une « AR1 » selon le GTR. Les caractéristiques minimales recherchées sont les suivantes :

Nature du contrôle	Performances recherchées
Portance	≥ à 20 MPa
Taux de compactage moyen sur toute l'épaisseur de la couche	Objectif de densification pour le compactage : masse volumique moyenne supérieure ou égale à 95 % de la masse volumique OPN (NF P 940-93) soit q4, à assimiler à la classe GTR du sol en place et aux grilles de compactage du

	fascicule II du GTR.
--	----------------------

Les contrôles de portance sont effectués par des essais de plaque ou dynaplaque et sont réalisés à chaque extrémités d'ouvrage par le contrôle intérieur du titulaire.

Le lot ou l'ouvrage est réputé convenir si les conditions définies ci-dessus sont respectées pour 100 % des points contrôlés, sinon l'entrepreneur propose au maître d'œuvre, les dispositions qu'il envisage de prendre pour que le lot contrôlé respecte ces conditions.

Les travaux de mise en conformité sont entièrement à la charge de l'entrepreneur.

Le maître d'œuvre se réserve le droit de procéder à un contrôle extérieur de portance.

4.20. Couche de forme

Comme mentionné à l'article 2.3.13 l'attention est attirée sur le fait que les moyens de compactage doivent être adaptés à la résistance au jeune âge du béton du mur garde-grève, qui ne devra en aucun cas être endommagé lors de ces opérations.

Le répandage de la couche de forme est arrêté lors de fortes pluies ou des pluies persistantes, ou lorsque la température est inférieure à 5°C.

4.20.1. Travaux préalables à la mise en œuvre

La couche de forme est mise en œuvre sur une PST préalablement réceptionnée en nivellement et en portance, conformément à l'article « 4.19.7 ».

Dans le cas où des prescriptions imposées à la PST ne sont pas respectées localement, l'entrepreneur doit exécuter à ses frais, préalablement à la mise en place de la couche de forme, les purges et traitements nécessaires.

4.20.2. Mise en œuvre de géotextile

La pose d'un géotextile (cf. article 3.14.2.2) sous la couche de forme est assurée par l'entrepreneur.

4.20.3. Mise en œuvre et compactage des matériaux

La mise en œuvre de matériaux R3Li est réalisée conformément à la norme NF P 98-115.

L'entrepreneur est tenu d'avoir en permanence sur le chantier une citerne à eau.

Le réglage des couches est réalisé conformément aux spécifications de l'article 7.4 de la norme NF P 98-115.

La mise en œuvre de matériaux R3Li est interdite lorsque la température mesurée sur le chantier à 7 heures du matin est inférieure à 3° C.

La couche de forme est mise en place deux semaines au plus tard après réception de la PST. Le compactage des matériaux devra être conforme aux prescriptions mentionnées dans le fascicule n°2 du nouveau GTR de 2023.

L'atelier de mise en œuvre et le programme d'exécution sont soumis à l'acceptation du maître d'œuvre. L'entrepreneur fait apparaître l'ordre d'exécution des couches de forme et tient compte des contraintes définies au CCAP.

L'atelier de compactage est défini au PAQ. Sa composition et ses modalités d'emploi doivent permettre d'obtenir, les performances définies à l'article « 4.20.5.2 ».

La teneur en eau de compactage est réglée de telle sorte qu'elle permette d'obtenir une densité égale ou supérieure à la densité optimale obtenue sur la planche de référence.

L'entrepreneur est tenu de remplacer immédiatement, et dans la même catégorie, tout engin de compactage qui tomberait en panne.

4.20.4. Protection des couches de forme

Un enduit de scellement est mis en œuvre le jour même de la réalisation de la couche.

La constitution de cet enduit est la suivante : émulsion de bitume pur, répandue mécaniquement à la rampe, à raison de 1,2 kg minimum de bitume résiduel par mètre carré, et gravillonnage à raison de 6 à 7 litres de gravillons 2/4 ou 4/6 par mètre carré.

Les spécifications relatives au matériel d'exécution sont celles définies dans la norme NF EN 12271.

La conformité des travaux est prononcée par le maître d'œuvre suite à l'inspection visuelle de la qualité de l'enduit.

L'entrepreneur est tenu d'exécuter, dans le délai qui lui est imparti par le maître d'œuvre, les travaux de réparations jugées utiles par celui-ci, notamment en cas de plumage, pelage ou peignage de l'enduit.

Les liants utilisés sont des émulsions cationiques de bitume pur à rupture rapide de pH > 4.

L'atelier est composé au minimum d'une répandeuse à liant. Par ailleurs, en complément de l'article 6 du fascicule 26 du CCTG, les engins doivent satisfaire aux prescriptions suivantes :

- le coefficient de régularité transversale de la rampe mesurée selon la méthode de la Station d'Essais de Matériels Routiers de Blois (S.E.M.R) doit être inférieur à 0,05 ;
- les rampes à moyenne et haute pression conviennent, les rampes à basse pression sont exclues (pression inférieure ou égale à 0,25 MPa) ;
- il est exigé un dispositif de réchauffage de la rampe et de ses accessoires par circulation d'un fluide intermédiaire (ou par un système équivalent) ;
- la répandeuse est en outre équipée d'une commande à distance de l'ouverture et de la fermeture des jets.

En complément au CCTG, la température superficielle du support doit être au minimum de 5° C. La température du liant doit être comprise entre les valeurs suivantes au stockage et au répandage : catégorie 65 M, 50 à 70° C.

L'entrepreneur prend toutes les dispositions nécessaires pour interdire formellement toute circulation sur la couche de forme pendant le jour qui suit la mise en œuvre de l'enduit.

Toute circulation est interdite sur la couche de forme pendant les périodes de gel et de dégel, pendant les périodes pluvieuses et pendant le délai de séchage après les pluies.

L'entrepreneur a la charge de l'entretien du revêtement jusqu'à la réception des travaux.

4.20.5. Résultats attendus et spécifications

4.20.5.1. Tolérances d'exécution et spécifications

Les tolérances d'exécution sont les suivantes :

Nature du contrôle	Tolérances d'exécutions
Plate-forme (altimétrie) : <ul style="list-style-type: none"> • mesures individuelles : • moyenne des mesures individuelles : 	+1 cm / –3 cm +0,5 cm / –0,5 cm
Plate-forme (planimétrie – rives) : <ul style="list-style-type: none"> • mesures individuelles : • moyenne des mesures individuelles : 	Distance à l'axe : +10 cm / –0 cm +5 cm / –0 cm
Plate-forme (dévers) : <ul style="list-style-type: none"> • mesures individuelles : • moyenne des mesures individuelles : 	+/-1,5 cm / m +/-0,5 cm / m

La réception est effectuée sur la base des profils en travers d'exécution établis par l'entrepreneur.

Les contrôles géométriques (altimétrie, planimétrie et dévers) sont réalisés à chaque profil, avec à minima 2 mesures, par le titulaire dans le cadre de son contrôle intérieur.

Le lot ou l'ouvrage est réputé convenir si les conditions définies ci-dessus sont respectées pour 100 % des points contrôlés, sinon l'entrepreneur propose au maître d'œuvre, les dispositions qu'il envisage de prendre pour que le lot contrôlé respecte ces conditions.

Les travaux de mise en conformité sont entièrement à la charge de l'entrepreneur.

Le maître d'œuvre se réserve le droit de procéder à un contrôle extérieur de la géométrie.

4.20.5.2. Performances recherchées et spécifications

La couche de forme est réceptionnée si les caractéristiques obtenues sont celles d'une PF2 selon le GTR.

Le PAQ de l'entrepreneur présente l'étude de définition de la référence Proctor du matériau (OPN). Les objectifs de densification de cette couche de forme sont q3 (au sens du GTR) :

- masse volumique sèche moyenne sur toute l'épaisseur compactée : $p_{dm} \geq 98,5 \%$ pd OPN ;
- masse volumique sèche en fond de couche : $p_{fdc} \geq 96 \%$ pd OPN.

Nature du contrôle	Performances recherchées
Portance :	≥ 50 MPa
Taux de compactage : <ul style="list-style-type: none"> masse volumique sèche moyenne sur toute l'épaisseur compactée masse volumique sèche en fond de couche 	<p>pdm $\geq 98,5$ % pd OPN</p> <p>pdfc ≥ 96 % pd OPN</p>
Performances mécaniques du matériau :	PF2

Les contrôles de portance sont effectués par des essais de plaque ou dynaplaque et sont réalisés à chaque profil par le contrôle intérieur du titulaire.

Le lot ou l'ouvrage est réputé convenir si les conditions définies ci-dessus sont respectées pour 100 % des points contrôlés, sinon l'entrepreneur propose au maître d'œuvre, les dispositions qu'il envisage de prendre pour que le lot contrôlé respecte ces conditions.

Les travaux de mise en conformité sont entièrement à la charge de l'entrepreneur.

Le maître d'œuvre se réserve le droit de procéder à un contrôle extérieur de portance.

4.21. Revêtement de trottoir en asphalte

(normes NF EN 13108-6, NF P 98-150-1)

L'asphalte du revêtement de trottoir doit être transporté dans des camions et des remorques munis de malaxeurs chauffants (pétrins) et de dispositifs permettant le contrôle de la température afin de maintenir l'homogénéité et la température du produit.

La température de l'asphalte est comprise entre 200 et 250 °C au moment de sa mise en œuvre. Dans le cas où un procédé particulier d'entreprise prévoit des plages différentes de températures, celui-ci doit être déclaré et documenté (fiche technique).

L'application de l'asphalte par des moyens manuels ou mécaniques ne peut se faire que lorsque l'état de surface du support et les conditions météorologiques (ni pluie, ni gel) sont compatibles avec une bonne exécution des travaux.

L'asphalte ne peut être appliqué que si le support présente des déformations sous la règle de trois mètres inférieures ou égales à 5 mm.

L'asphalte étant un AT 0/6, son épaisseur usuelle d'application est limitée à 20/25 mm.

L'asphalte ne peut être circulé que lorsque sa température est inférieure à 40 °C.

4.22. Balayage de chaussée

Le balayage de chaussées est prévu de façon systématique avant les travaux d'application des matériaux enrobés bitumineux (rémunéré dans le cadre des prix de fourniture et mise en œuvre de GB, de BBSG).

Par ailleurs, à la demande du maître d'œuvre, le balayage de chaussées peut être effectué, si nécessaire, sur chaussées indépendamment des travaux sur chaussées.

Dans tous les cas, le balayage est effectué avec un camion citerne équipé d'une balayeuse aspiratrice. Les matériaux provenant du balayage sont évacués par l'entreprise conformément aux dispositions du PRE.

Le balayage de supports rabotés fera l'objet d'un point d'arrêt pour vérifier la propreté du support.

4.23. Fraisage de la chaussée

4.23.1. Fraisage sur ouvrage

L'enrobé en place a une épaisseur théorique minimale de 8 cm.

Le fraisage est réalisé sur une épaisseur égale 5 cm, en conservant le dévers en toit existant sur le tablier. L'entrepreneur sera tenu de mettre en place toutes les dispositions nécessaires pour le fraisage sur l'ouvrage d'art notamment au droit des joints de chaussée et de l'étanchéité de celui-ci. Une procédure spécifique devra être transmise et sera soumise à la validation de la maîtrise d'œuvre.

La procédure de fraisage et d'évacuation intégrera toutes les sujétions en matière de protection de la santé et de l'environnement.

Dans le cas où une ou des dégradations de nature à porter atteinte à la chape d'étanchéité se produit au cours de la réalisation du fraisage sur ouvrage d'art, le titulaire devra supporter toutes les charges

inhérentes aux dégradations qu'il a causé à savoir la remise en état de la chape conformément aux recommandations du STER 81 (réfection des étanchéités et des couches de roulement des tabliers d'ouvrages d'art- réparations localisées).

Tous les produits de fraisage sont évacués du chantier à la diligence du titulaire.

4.23.2. Fraisage hors ouvrage et engravures

Pour ce qui concerne le fraisage de la chaussée et les engravures transversales et longitudinales nécessaires aux raccordements sur la chaussée existante, les fraiseuses auront une largeur minimale de 1 m. Le fond de forme doit être parfaitement balayé par balayeuse aspiratrice. Avant toute application de la couche d'accrochage à l'émulsion de bitume, la réception du fond de forme de fraisage, par le représentant du maître d'œuvre, doit faire l'objet d'un point d'arrêt systématique, pour vérifier la propreté du support.

Tous les produits de fraisage sont évacués du chantier à la diligence du titulaire.

4.24. Revêtements de chaussée

(normes NF EN 13108-1, NF EN 13036-1 et NF P 98-150-1)

4.24.1. Couche d'accrochage

Une couche d'accrochage à l'émulsion de bitume pur (ou modifié), répandue mécaniquement à la rampe à raison d'une quantité minimum de bitume résiduel définie précédemment (cf article 3.15.1), est appliquée sur la couche d'enrobé inférieure avant la mise en œuvre.

Toute circulation autre que celle des camions approvisionnant le finisseur est interdite sur la couche d'accrochage.

L'entrepreneur indique dans son PAQ la formule retenue pour la couche d'accrochage ainsi qu'une notice proposant un dispositif technique permettant de répandre la couche d'accrochage sans risque d'arrachement, ni de pollution des infrastructures empruntées par les transporteurs.

L'attention de l'entrepreneur est particulièrement attirée sur la situation urbaine du chantier et les engagements pris par le maître d'ouvrage, lors de l'enquête d'utilité publique, en matière de propreté du chantier. Aucune pollution n'est tolérée.

Lorsque cela est techniquement possible, la couche d'accrochage est appliquée la veille de l'application de la couche d'enrobé supérieure.

Le répandage de la couche d'accrochage doit être réalisé sur un support sec et de manière à respecter en tout point le dosage prescrit. La couche d'accrochage doit en particulier présenter toutes les garanties d'absence d'adhérence aux roues des engins et camions. L'entreprise doit prévoir une émulsion à rupture maîtrisée ou un répandage par finisseur à rampe intégrée.

Des contrôles par carottage sont réalisés pour vérifier le collage entre les couches.

Toute pollution des voies de circulation imputable à l'entreprise donne lieu à remise en état (signalisation horizontale comprise) à ses frais.

4.24.2. Transport

La composition de l'atelier de transport et le plan de transport sont fixés pendant la période de préparation.

Le transport des enrobés est réalisé conformément à l'article 6 de la norme NF P 98 150-1 complété comme suit :

- quelles que soient les conditions atmosphériques, la bâche doit être mise en place dès la fin du chargement et y demeurer jusqu'à l'achèvement du déchargement ;
- chaque chauffeur doit veiller à la propreté de son camion, en particulier de ses roues ;
- le sablage des bennes de camions ou l'emploi de produits non agréés est formellement interdit et entraînera la non prise en compte des matériaux transportés ;
- le nettoyage des volets et de la porte arrière des camions, après vidange des enrobés, est interdit au-devant de l'atelier d'application. Le titulaire mettra à disposition une aire de nettoyage dédiée, proche de l'accès de sortie du chantier.

4.24.3. Bon d'identification

Les matériaux sont livrés avec un bon d'identification conforme à celui défini dans les normes produits correspondantes, comportant les éléments suivants :

1. le numéro du bon ;
2. le nom ou la raison sociale du producteur ;
3. le nom du chantier, du client et l'adresse de livraison ;
4. le nom du transporteur et le numéro d'immatriculation du véhicule ;
5. la désignation de l'enrobé ;
6. la date de livraison et l'heure de départ de la centrale ;
7. la masse totale du camion en charge ;
8. la masse du camion à vide ;
9. la masse de l'enrobé livré.

Les bons doivent impérativement être remis au maître d'œuvre ou son représentant au moment du déversement sur le chantier.

4.24.4. Mise en œuvre

La mise en œuvre des enrobés sera réalisée au moyen d'un finisseur et conformément à l'article 9 de la norme NF P 98-150-1. Si l'atelier de mise en œuvre ou de compactage n'est pas complet les travaux sont interrompus.

Avant la mise en œuvre des enrobés (GB, BBSG), la couche d'accrochage à l'émulsion de bitume est appliquée conformément à la norme NF P 98-150-1 et les dosages prescrits au CCTP (cf article 3.15.1).

Afin d'empêcher impérativement tout arrachement d'émulsion par les roues des camions et de souiller les routes utilisées par les transporteurs, avant l'application des enrobés, le titulaire appliquera sur la couche d'accrochage rompue un lait de chaux dilué à 60 g de matière sèche de chaux hydratée/litre, à raison de 250 g/m² de lait de chaux.

Avec l'agrément du maître d'œuvre ou de son représentant, le titulaire pourra proposer en remplacement une grille claire pour les couches de base et de liaison si le support ou les conditions d'application remettent en cause l'emploi d'un lait de chaux. Il pourra également soumettre au maître d'œuvre ou son représentant, une émulsion dite « propre » à rupture rapide avec les mêmes obligations de résultat. La grille claire sera en granulats concassés 4/6 ou 6/10 (dosage 2 l/m²).

La répandeuse de liant est maintenue sur le chantier.

Le titulaire dispose à proximité du chantier d'un compacteur et d'un finisseur de secours afin de pouvoir réagir rapidement à une panne éventuelle.

Sur le tablier, le BBSG est mis en place au moyen d'un finisseur. Leur température de mise en œuvre est celle précisée au tableau 4 de la norme NF P 98-150-1.

L'épaisseur de GB3 0/14 mise en œuvre hors ouvrage d'art vaut : 12 cm

L'épaisseur de BBSG 0/10 mise en œuvre sur et hors ouvrage d'art vaut : 6 cm.

4.24.4.1. Répandage avec finisseur

Le schéma de répandage doit indiquer la position des joints longitudinaux (pas de joint dans les bandes de roulement).

Le titulaire doit prendre toutes les dispositions pour le répandage et le compactage des matériaux à l'aplomb des longrines.

Les températures de répandage sont conformes aux normes correspondantes (NF P98-150-1).

Le répandage des enrobés est arrêté par temps pluvieux ou dès lors que la température extérieure est inférieure à 5 °C ou que la vitesse du vent atteint 30 km/h.

La présence de fioul ou de gaz-oil est formellement interdite sur l'atelier.

4.24.4.2. Compactage

Les compacteurs à pneus sont équipés de jupes de protection de pneumatique pour limiter leur refroidissement.

Pour les rouleaux à jantes lisses, l'eau nécessaire à l'humidification des jantes est approvisionnée par une citerne automotrice.

Aucun compacteur vibrant ne sera autorisé lors du compactage de l'enrobé.

4.24.4.3. Joints

La réalisation de joints longitudinaux et transversaux est précisée dans le PAQ du titulaire conformément aux articles 9.3.2.2 et 9.3.2.4 de la norme NF P 98-150-1. Ils sont réalisés à chaud.

Avant chaque remise en circulation, le titulaire doit s'organiser pour raccorder le BBSG sur l'existant avec une dénivellation progressive.

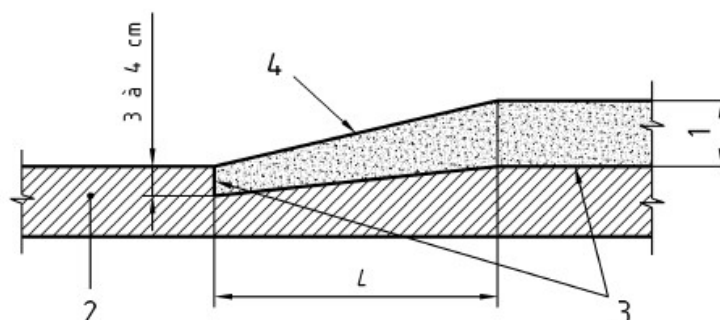
La méthode d'exécution des joints transversaux est la suivante : sciage et utilisation d'un marteau piqueur.

4.24.4.4. Raccordements définitifs à la voirie existante

Ils sont réalisés par engravures biaises par rapport à l'axe longitudinal de la chaussée, conformément à la norme NF P 98-150-1 (§ 9.3.3.1). Ces engravures sont dimensionnées de façon qu'il n'y ait pas de changement brusque dans le profil en long de la chaussée.

Les raccordements aux voiries latérales et affluentes sont également réalisés par engravures.

Vue longitudinale



Légende

- 1 Enrobé neuf
- 2 Enrobé ancien
- 3 Collage
- 4 Pente 1 % à 1,5 %

La profondeur maximale doit être égale à :

- l'épaisseur du tapis si cette dernière est inférieure ou égale à 4 cm ;
- à 4 cm pour des épaisseurs de tapis supérieures à 4 cm.

La longueur d'application longitudinale L est telle que L/e soit supérieur à 200.

4.24.5. Contrôle de fabrication

Les contrôles sont réalisés par des séries d'au moins quatre prélèvements.

Les valeurs individuelles et les moyennes journalières, de granulométrie et de teneur en liant obtenues sont comparées aux seuils de refus indiqués ci-après :

Spécifications (seuils de refus) :

Critère	Seuil de refus
Passant à 6,3 mm et 10 mm	$\leq 4 \%$ en valeur absolue
Passant à 2 mm	$\leq 3 \%$ en valeur absolue
Passant à 63 μm	$\leq 1,5 \%$ en valeur absolue
Teneur en liant	$\leq 0,4 \%$ en valeur absolue

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

4.24.5.1. Pourcentages de vides

Les masses volumiques réelles prises en compte pour le calcul des pourcentages de vide sont mesurées en respectant la méthode A à l'eau de la norme NF EN 12697-5. Les masses volumiques apparentes sont déterminées à partir d'essais réalisés au moyen d'appareils de mesures en rétrodiffusion de type Troxler ou GMPV.

L'intervalle de pourcentages de vides (V_i , V_s) est défini conformément aux dispositions de la norme XP P 98-151 et la moyenne de pourcentage de vides obtenus doit être conforme au tableau 8 de la norme NF P 98-150-1.

4.24.5.2. Macro-texture

Le titulaire doit effectuer des contrôles de macro-texture du béton bitumineux comme prévu par la norme NF EN 13036-1. Ces contrôles sont effectués à raison de 5 unités par voie de circulation (3 unités sur l'ouvrage et 1 unité sur chaque extrémités de l'ouvrage).

Le niveau minimal de macro-texture PMT au sens de la norme NF EN 13036-1 et après mise en œuvre est de 0,4 mm pour 90 % des points contrôlés pour un enrobé BBSG 0/10 et de 0,5 mm pour 90 % des points contrôlés pour un enrobé BBSG 0/14, conformément à l'annexe B de la norme NF P 98-150-1.

4.25. Remise en état des lieux et nettoyage final

(article 37 du CCAG-T, article 4.5 du fascicule 65 du CCTG)

Outre la remise en état des lieux conformément à l'article 37 du CCAG, le titulaire est tenu d'assurer le nettoyage de l'ouvrage conformément à l'article 4.5 du fascicule 65 du CCTG. Notamment, les parements de l'ouvrage sont nettoyés et débarrassés de toutes les souillures et salissures du fait des travaux.

En fin de chantier, après repliement du matériel, le titulaire doit remettre en état les abords de l'ouvrage.