



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



N66– PR34+210 REHABILITATION ET CONSOLIDATION DU MUR DE BUSSANG

DCE

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

DIREST / SERVICE OA / POLE OA4

REHABILITATION ET CONSOLIDATION DU MUR DE BUSSANG

DCE
DIREST / Service OA / Pôle OA4
Cahier des clauses techniques particulières

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
B	Prise en compte des remarques DIREST	HCN	OTN	Janv. 2024
B	Prise en compte des remarques DIREST	HCN	OTN	Déc. 2024
A	1 ^{ère} diffusion	YBI	OTN	Déc. 2024
ARTELIA Villes et Territoires ALO – 21 Rue de la HAYE, 67300 Schiltigheim – Tél : 03 80 04 04 00 VISUALING– LE C.A.I.R.E, 84 Route de Strasbourg, 67500 Haguenau – 06 26 42 38 01				

SOMMAIRE

1.	DISPOSITIONS GÉNÉRALES – DESCRIPTION DE L’OUVRAGE .	12
1.1.	Préambule.....	12
1.2.	Objet du marché	12
1.3.	Données générales	12
1.3.1.	Planimétrie et altimétrie	12
1.3.1.1.	Planimétrie.....	12
1.3.1.2.	Altimétrie	12
1.3.2.	Données hydrauliques	12
1.3.3.	Réseaux de concessionnaires.....	12
1.3.4.	Contexte climatique et environnemental	12
1.3.4.1.	Prise en compte du gel et des sels de déverglaçage.....	12
1.3.5.	Classes d’exécution et de tolérance au sens de la norme NF en 13670/CN	13
1.3.6.	Respect de l’environnement	13
1.3.6.1.	Généralités.....	13
1.3.6.2.	Plan de respect de l’environnement	13
1.4.	Données concernant l’ouvrage existant.....	13
1.4.1.	Situation de l’ouvrage	13
1.4.2.	Repérage de l’ouvrage	14
1.4.3.	Caractéristiques principales.....	15
1.5.	Etat général de l’ouvrage.....	15
1.5.1.	Fondations	15
1.5.2.	Parement	15
1.5.3.	Rappel des événements.....	16
1.5.4.	Chaussée	16
1.5.5.	Conclusion sur l’état de l’ouvrage	17
1.5.6.	Dispositifs d’accès, de visite et d’entretien	17
1.5.7.	Surveillance – repère topométriques	17
1.6.	Description des travaux à réaliser.....	17
1.6.1.	Description des travaux	17
1.6.2.	Aspect des parements en béton.....	18
1.7.	Consistance des travaux	19

1.7.1.	Travaux compris dans le marché.....	19
1.7.2.	Travaux non compris dans le marché	20
1.8.	Contraintes particulières imposées au chantier	20
1.8.1.	Conditions d'accès au site.....	20
1.8.2.	Installation de chantier.....	20
1.8.3.	Constructions avoisinantes	21
1.8.4.	Maintien et exploitation de la RN66	21
1.8.5.	Phasage des travaux et ordre d'exécution.....	21
1.8.6.	Moyens mis en œuvre	22
1.8.7.	Limitation des nuisances et respect de l'environnement	22
1.8.8.	Contraintes environnementales.....	22
1.8.8.1.	Catégorie piscicole	22
1.8.8.2.	Classification des cours d'eau	22
1.8.8.3.	Protection spécifique	23
1.8.9.	Protection du site – déchets – traitement des eaux de ruissellement polluées	24
1.8.10.	Réseaux	24
1.8.10.1.	Préambule	24
1.8.10.2.	Réseaux impactant les travaux	25
1.8.10.3.	Réseaux pouvant impacter les conditions d'accès.....	25
2.	PRÉPARATION ET ORGANISATION DU CHANTIER	25
2.1.	Stipulations préliminaires.....	25
2.2.	Documents à fournir par le titulaire	25
2.2.1.	Dispositions générales.....	25
2.2.2.	Liste des documents à fournir	25
2.3.	Programme d'exécution des travaux	26
2.4.	Sécurité et protection de la santé.....	26
2.5.	Management de la qualité des parties en béton.....	26
2.6.	Plan qualité – généralités	27
2.6.1.	Composition générale du plan qualité.....	27
2.6.2.	Point d'arrêt et points critiques	27
2.7.	Note d'organisation générale du chantier	28
2.8.	Procédures d'exécution	28
2.8.1.	Liste des procédures d'exécution	28

2.8.2. Documents annexés aux procédures d'exécution.....	29
2.8.3. Assurance de la qualité pour les bétons projetés sur parement maçonné et coffrage perdu.....	29
2.8.4. Assurance de la qualité pour les implantations	30
2.8.5. Maîtrise de la conformité pour les bétons.....	30
2.8.5.1. Nature et qualité des différents constituants	30
2.8.5.2. Dispositions particulières liées aux réactions de gonflement interne des bétons	31
2.8.5.3. Mise en œuvre du béton sous conditions climatiques extrêmes	32
2.8.5.4. Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel	32
2.8.6. Maîtrise de la conformité pour les armatures de béton armé.....	32
2.8.7. Assurance de la qualité pour l'étanchéité	32
2.8.8. Assurance de la qualité pour les clous.....	32
2.8.8.1. Assurance de la qualité pour les forages	32
2.8.8.2. Assurance de la qualité pour les injections.....	33
2.9. Journal de chantier.....	33
2.10. Plan de respect de l'environnement	34
2.11. Documents de suivi d'exécution	34
2.12. Programme des études d'exécution	34
2.13. Études d'exécution – généralités	34
2.14. Bases des études d'exécution.....	35
2.15. Textes réglementaires et règlements de calcul	35
2.16. Actions et sollicitations	36
2.16.1. Données de site.....	36
2.16.2. Charges permanentes.....	36
2.16.3. Charges d'exploitation.....	36
2.17. Plans d'exécution et notes techniques.....	37
2.18. Etudes géotechniques et hypothèses de calcul des ouvrages géotechniques	37
2.19. Documents à produire dans le cadre de la mission G3	38
2.20. Dossier des ouvrages exécutés	38
2.21. Opérations topographiques.....	40
2.21.1. Généralités.....	40
2.21.2. Opérations à la charge de l'entrepreneur.....	40
2.22. Batardage et gestion du cours d'eau.....	40

3.	PROVENANCE, QUALITÉ ET PRÉPARATION DES MATÉRIAUX..	42
3.1.	Généralités.....	42
3.1.1.	Marquage CE des produits de construction	43
3.1.2.	Conformité aux normes, marques et avis techniques français	43
3.1.2.1.	Possibilité d'équivalence	43
3.1.2.2.	Acceptation ou refus du maître d'œuvre d'une équivalence	43
3.2.	Déchets	44
3.3.	Béton projeté	44
3.3.1.	Provenance des matériaux	44
3.3.2.	Définition et exigences relatives au béton	44
3.3.2.1.	Caractéristiques de résistance et d'adhérence	45
3.3.2.2.	Classes d'exposition du béton projeté.....	45
3.3.2.3.	Exigences vis-à-vis de l'alcali-réaction	45
3.3.3.	Mélange à projeter fabriqué en usine	45
3.3.4.	Constituants.....	46
3.3.4.1.	Granulats	46
3.3.4.2.	Sable	46
3.3.4.3.	Eau	47
3.3.4.4.	Ciments	47
3.3.4.5.	Adjuvants	48
3.3.4.6.	Additions.....	48
3.3.4.7.	Coffrages	49
3.3.4.8.	Cure.....	49
3.3.5.	Produits de scellement des aciers	50
3.3.6.	Composition, fabrication, transport et manutention des bétons	50
3.3.6.1.	Composition	50
3.3.6.2.	Fabrication des bétons	51
3.3.6.3.	Transport et manutention	51
3.3.6.4.	Assurance de la qualité des bétons	51
3.4.	Armatures de béton armé	52
3.4.1.	Aciers.....	52
3.4.2.	Armatures	52
3.4.3.	Dispositifs de rabouillage ou d'ancrage	52
3.4.4.	Accessoires	53
3.5.	Bétons et mortiers hydrauliques	53

3.5.1. Généralités sur la définition des bétons	53
3.5.2. Définition des bétons	54
3.5.2.1. Mortiers	54
3.5.2.2. Commentaires concernant les spécifications fournies dans les tableaux précédents	54
3.5.2.3. Consistance et teneur en air des bétons	55
3.5.3. Constituants des mortiers et bétons	56
3.5.3.1. Granulats	56
3.5.3.2. Ciments	57
3.5.3.3. Adjuvants pour bétons	58
3.5.3.4. Additions pour bétons	58
3.5.3.5. Eau	59
3.5.4. Généralités sur les épreuves d'études, de convenance et de contrôle	59
3.5.5. Étude des bétons	59
3.5.5.1. Dispositions particulières liées aux réactions « d'alcali-silice » RAG	60
3.5.5.2. Dispositions particulières liées à la réaction sulfatique interne	60
3.5.5.3. Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel G et G+S	61
3.5.6. Épreuves de convenance	61
3.5.6.1. Dispositions générales	62
3.5.6.2. Dispositions particulières liées aux réactions « d'alcali-silice » RAG	62
3.5.6.3. Contrôle interne a la charge du titulaire lors du processus de fabrication	62
3.5.6.4. Dispositions particulières liées aux réactions « d'alcali-silice » RAG	62
3.5.6.5. Épreuve de contrôle	62
3.5.6.6. Équipements des centrales à béton	63
3.6. Cloutage	63
3.6.1. Coulis de scellement ou de protection	63
3.6.1.1. Définition du coulis	64
3.6.1.2. Eau	64
3.6.1.3. Ciment	64
3.6.1.4. Adjuvants	64
3.6.1.5. Essais de convenance du coulis	64
3.6.2. Produits de scellement et de calage	64
3.6.2.1. Généralités	64
3.6.2.2. Scellement au coulis	65
3.6.2.3. Scellement au mortier	65
3.6.2.4. Scellement à base de mortier de résine	65
3.6.2.5. Scellement mécanique	65
3.6.2.6. Produit de calage des plaques d'appui	65

3.6.3. Barres constituant les épingles	65
3.6.3.1. Armatures à haute adhérence	65
3.6.3.2. Autres barres.....	66
3.6.3.3. Boulonnerie	66
3.6.3.4. Protection contre la corrosion des clous.....	66
3.6.4. Plaques d'ancrages	66
3.6.4.1. Plaques simples.....	66
3.6.5. Conduits.....	66
3.6.6. Contrôle extérieur	67
3.7. Drains subhorizontaux.....	67
3.8. Enrochements	67
3.9. Béton bitumineux.....	68
3.9.1. Type d'enrobé	68
3.9.2. Caractéristiques des granulats	68
3.9.2.1. Caractéristiques des gravillons pour les enrobés de classe 3	68
3.9.2.2. Caractéristiques des fillers, sables et graves.....	68
3.9.3. Liant hydrocarboné	69
3.9.4. Composition et spécifications du béton bitumineux.....	69
3.10. Barbacanes.....	69
3.10.1. Produits de scellement des barbacanes	70
3.11. Grave non traitée	70
3.11.1. Granulats	70
3.11.2. Eau.....	71
3.11.3. Caractéristiques de la grave non traitée	71
3.11.4. Préconisations spécifiques.....	71
3.12. Glissières de sécurité	72
3.12.1. Généralités.....	72
3.12.2. Qualité des matériaux	72
3.12.3. Protection contre la corrosion	72
3.12.4. Système de fixation	72
4. EXÉCUTION DES TRAVAUX.....	73
4.1. Travaux préparatoires	73
4.1.1. Installations de chantier	73
4.1.2. Implantation, piquetage	74

4.1.3. Atelier météo	74
4.2. Ouvrage provisoire	74
4.3. Batardeau et épuisement	74
4.3.1. Batardeau en big bag.....	74
4.3.2. Epuisement	75
4.3.3. Pêche de sauvegarde	75
4.3.4. Nettoyage du fond de lit.....	75
4.4. Cloutage	75
4.4.1. Reconnaissances préliminaires	75
4.4.2. Contrôle intérieur.....	75
4.4.3. Les essais de convenance.....	76
4.4.4. Suivi de chantier.....	76
4.4.5. Forage.....	76
4.4.5.1. Implantation	76
4.4.5.2. Diamètre	76
4.4.5.3. Exécution des forages.....	76
4.4.6. Mise en œuvre des clous	77
4.4.6.1. Mise en œuvre des clous	77
4.4.6.2. Injections des clous	77
4.4.7. Essais à la rupture et de contrôle	77
4.4.7.1. Essais à la rupture	77
4.4.7.2. 4.21.2 - Essais de contrôle	78
4.4.7.3. 4.21.3 - Protection des parements.....	78
4.4.8. Scellement par mortier de résine	78
4.4.9. Plaques d'ancrage	78
4.4.9.1. Dimensions et implantation des plaques.....	78
4.4.9.2. Mise en œuvre des ancrages des clous	78
4.4.9.3. Protection contre la corrosion des plaques d'ancrage	79
4.4.10. Contrôle extérieur	79
4.5. Dispositifs de retenue marques NF	79
4.5.1. Dessins d'exécution.....	79
4.5.2. Fabrication et montage	79
4.5.3. Reconditionnement des surfaces protégées.....	80
4.6. Projection du béton sur parement.....	80
4.6.1. Préparation du support	80

4.6.2. Armatures	80
4.6.2.1. Mise en place des armatures.....	80
4.6.2.2. Ancrage des armatures.....	81
4.6.3. Projection du béton.....	82
4.6.3.1. Arrêts et reprises.....	83
4.6.3.2. Aspect des parements	83
4.6.3.3. Cure des bétons.....	83
4.6.3.4. Bétonnage par temps froid.....	83
4.6.3.5. Bétonnage par temps chaud.....	84
4.6.4. Contrôle intérieur.....	84
4.6.5. Les essais de convenance.....	84
4.6.6. Suivi de chantier.....	84
4.6.7. Contrôle extérieur	85
4.6.8. Dernières opérations préalables à la réception du béton projeté	85
4.7. Coffrages	85
4.7.1. Procédures.....	85
4.7.2. Épreuve de convenance.....	86
4.7.3. Obligation de résultats	86
4.7.4. Coffrages pour parements fins.....	86
4.7.5. Coffrages perdus	86
4.7.6. Protections des parements.....	87
4.7.7. Réparations d'imperfections et de non-conformités	87
4.8. Armatures de béton arme	87
4.8.1. Fabrication des armatures	87
4.8.2. Soudage	88
4.8.3. Pose des armatures	88
4.8.4. Enrobage des armatures.....	88
4.8.5. Maitrise de la conformité	89
4.9. Bétons	89
4.9.1. Béton de propreté.....	89
4.9.2. Bétonnage sous conditions climatiques extrêmes	89
4.9.2.1. Bétonnage par temps froid.....	89
4.9.2.2. Bétonnage par temps chaud.....	90
4.9.3. Reprises de bétonnage	90
4.9.4. Cure	90

4.9.5. Dispositions particulières liées à la réaction sulfatique interne	90
4.9.6. Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel	91
4.9.6.1. Méthodologie de mise en œuvre.....	91
4.9.6.2. Traitement thermique.....	91
4.9.6.3. Cure et murissement	91
4.10. Grave non traitée	91
4.10.1. Mise en œuvre	91
4.10.2. Couche de protection	92
4.11. Béton bitumineux.....	92
4.11.1. Fabrication des enrobés	92
4.11.1.1. Capacité des centrales	92
4.11.1.2. Stockage et chargement des enrobes.....	92
4.11.1.3. Bon d'identification et bon de pesée	92
4.11.2. Transport	92
4.11.2.1. Organisation des transports.....	92
4.11.2.2. Caractéristiques des camions de transport	93
4.11.2.3. Chargement des camions	93
4.11.3. Mise en œuvre	93
4.11.3.1. Conditions générales	93
4.11.3.2. Répandage	93
4.11.3.3. Guidage en nivellement	94
4.11.3.4. Conditions météorologiques défavorables.....	94
4.11.3.5. Joints transversaux de reprise.....	94
4.11.3.6. Joints longitudinaux.....	94
4.11.3.7. Compactage des enrobes	94
4.11.4. Contrôles effectués par le maître d'œuvre	95
4.11.4.1. Contrôle de fabrication	95
4.11.4.2. Pourcentages de vides	95
4.11.4.3. Macro-texture.....	95
4.12. Barbacanes.....	96
4.13. Remblais contigus	96
4.13.1. Volume des remblais contigus	96
4.13.2. Mise en œuvre des remblais contigus	96
4.14. Enrochements liaisonnés.....	97
4.15. Terre végétale et engazonnement	98

4.16. Remise en état des lieux et nettoyage final 98

1. DISPOSITIONS GENERALES – DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

1.1. PREAMBULE

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

1.2. OBJET DU MARCHE

Le présent CCTP concerne les travaux de la réparation du mur de Bussang assurant le soutènement de la RN66 au PR 34+200 sur la commune de Bussang (88). Il définit les spécifications des matériaux et produits, ainsi que les conditions d'exécution de l'ensemble des travaux.

1.3. DONNEES GENERALES

1.3.1. Planimétrie et altimétrie

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

1.3.1.1. Planimétrie

Conformément au décret n° 2019-165 du 5 mars 2019, tous les points sont repérés dans le RGF93 (réseau géodésique français 1993), en coordonnées planes Lambert 93, selon la conique conforme RGF93CC CC49.

1.3.1.2. Altimétrie

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

1.3.2. Données hydrauliques

Voir données au sein du Dossier de Déclaration Loi sur l'Eau joint au présent CCTP.

1.3.3. Réseaux de concessionnaires

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

1.3.4. Contexte climatique et environnemental

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

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

L'ouvrage à réparer est en zone de gel sévère et de salage très fréquent.

1.3.5. Classes d'exécution et de tolérance au sens de la norme NF en 13670/CN

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

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

La norme NF P 18-451 vient compléter la norme NF EN 13670.

1.3.6. Respect de l'environnement

1.3.6.1. Généralités

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

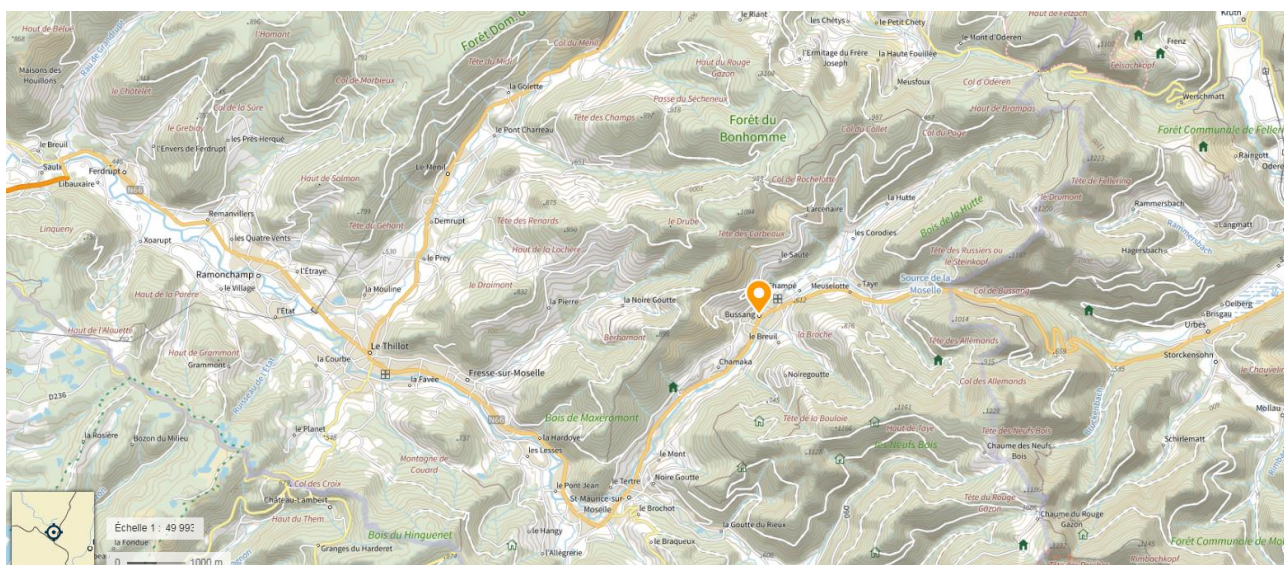
1.3.6.2. Plan de respect de l'environnement

Le titulaire devra fournir pendant la phase de préparation de chantier, un Plan de Respect de l'Environnement (PRE) pour l'ensemble des travaux.

Le PRE sera articulé conformément au SOPRE.

1.4. DONNEES CONCERNANT L'OUVRAGE EXISTANT

1.4.1. Situation de l'ouvrage



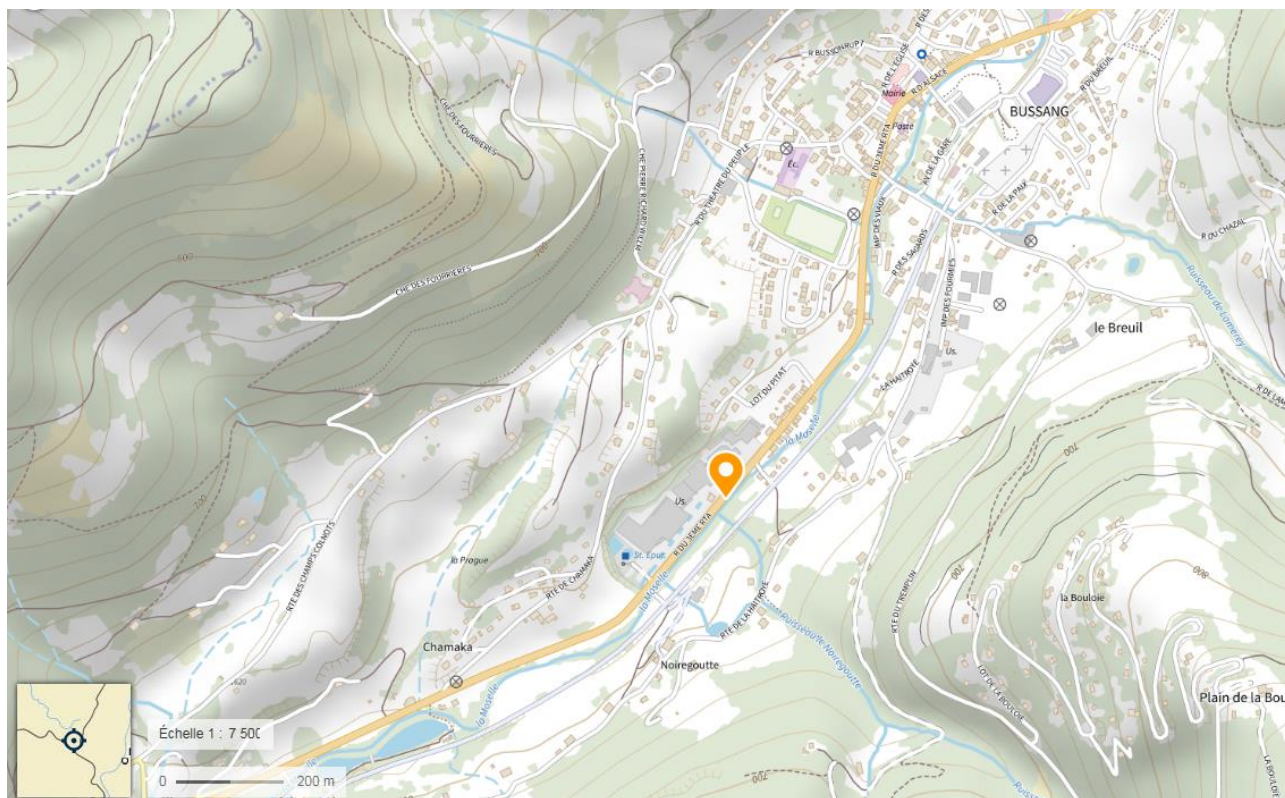


Figure 1 - Localisation de l'ouvrage. Source : Géoportail

1.4.2. Repérage de l'ouvrage

Le schéma de repérage de l'ouvrage est défini ci-après.



Figure 2: Schéma de repérage de la zone effondrée du mur

1.4.3. Caractéristiques principales

Les caractéristiques de l'ouvrage existant sont les suivantes :

Identification / Renseignements généraux	
Maître d'ouvrage	DIR EST
Voie portée	RN 66
Voie protégée	Moselle
Commune	Bussang (88540)
Mise en service	Avant 1950
Numérotation de l'ouvrage	M0070

Caractéristiques générales	
Type de structure	Mur poids
Matériaux	Maçonnerie jointoyée
Longueur	300 m
Hauteur	$2,50 < H < 3,60$ m
Surface	1080 m ²

1.5. ETAT GENERAL DE L'OUVRAGE

1.5.1. Fondations

Globalement, plusieurs types de fondations sont réalisés sur l'ensemble du linéaire du mur de soutènement. Des banquettes en béton sont visibles sur une grande partie du soubassement. Cependant, ces banquettes ne sont pas continues et sont fissurées en plusieurs points.

En l'absence de banquettes, le soubassement est réalisé en moellons similaire au parement du mur. De multiples zones d'affouillement sont visibles sur le linéaire, notamment sur la moitié aval. Ces affouillements touchent les banquettes mais également les moellons de soubassement créant des désolidarisations et des effondrements localisés.

1.5.2. Parement

Le parement du mur est réalisé essentiellement en moellons jointés. Cependant, l'ouvrage est sectionné par de multiples tronçons ayant fait l'objet de travaux de réparation (ragréages et rejointoiement), renforcement (réalisation de longrine en pied de mur) et / ou de remplacement (ouvrage de soutènement en béton armé).

Un rejointoiement quasi-généralisé et des désolidarisations locales des pierres ont été réparés dans une première phase. Localement, les effets conjugués de rejointoiement et d'érosion ont créé des lacunes dans le mur dont la profondeur peut atteindre une trentaine de centimètre.

De multiples bombements du parement sont également visibles (voir figure ci-dessous). Ces bombements sont issus de l'ancien rejointoiement et de la forte poussée des terres.

1.5.3. Rappel des événements

Le 13/12/23, la DIR EST a été informé par les services techniques de la mairie de Bussang de l'effondrement d'une partie du mur de Bussang.

A la suite cet évènement, une réunion sur site a été réalisé en présence de la DIR EST, d'ARTELIA et de l'entreprise Est Ouvrages.

L'effondrement a eu lieu au niveau du PR 34+210 avec un effondrement sur un linéaire d'environ 5 m entrainant une rupture partielle du mur sur les 6 m en amont de la zone et une fissuration des maçonneries sur les 10 m encore en amont.



Figure 3 - Vue de l'effondrement du mur au PR 34+210

1.5.4. Chaussée

À la suite de l'effondrement, la DIR EST a mis en œuvre une solution de confortement à court terme qui consiste en :

- Fermeture de la voie Saint-Maurice-sur-Moselle → Bussang ;
- Pose d'une membrane pour éviter le ruissellement des terres et de l'accotement sur la zone sinistrée ;
- Mise en œuvre d'un « boudin » sur voirie pour rediriger les eaux de ruissellements de voirie en dehors de la zone problématique.



Figure 4 – Vue des aménagements mis en œuvre en mesure conservatrice

1.5.5. Conclusion sur l'état de l'ouvrage

Le diagnostic de l'ouvrage fait ressortir :

- Nécessité de reprise complète de l'ouvrage sur la zone effondrée ;
- Confortement du pied d'ouvrage sur la zone non confortée lors des travaux de 2023.

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

L'ouvrage n'est pas équipé de dispositif d'accès, de visite ou d'entretien.

1.5.7. Surveillance – repère topométriques

L'ouvrage n'est pas équipé de repère de nivellement.

1.6. DESCRIPTION DES TRAVAUX A REALISER

1.6.1. Description des travaux

Les travaux prévoient une reprise du mur de soutènement sur un linéaire total de **31 mètres**.

Compte tenu des contraintes afférentes au projet, notamment celle de la RN66, nous proposons de réaliser un écran de soutènement léger sous forme de **paroi en béton projeté**, armée, et ancrée par le biais de **clous**.

Cette solution permet d'assurer un soutènement sur l'ensemble de la hauteur tout en conservant une partie du mur actuel (zone en bleu sur la figure ci-dessous) et en limitant les charges en haut du mur pendant la phase travaux. Un autre avantage offert par cette solution est la possibilité de réaliser les travaux en alternat pendant toute la phase chantier. Quelques coupures ponctuelles et rapides peuvent être à prévoir lors de la livraison de machine/matériel.

Pour rappel, l'effondrement complet à eu lieu sur un linéaire d'environ 5 mètres, entraînant une rupture partielle du mur sur les 6 m en amont de la zone effondrée et une fissuration des maçonneries sur les 10 mètres encore en amont avec un tassement de l'ouvrage sur environ 5 m. Au total, le mur est fortement endommagé sur une vingtaine de mètres linéaires.

Le projet de reprise est donc le suivant :

- Démolition du soutènement existant au niveau zone effondrée et endommagée sur un linéaire total de 11 mètres environ (5 m de zone effondrée et 6m de zone fissurée en amont) pour mise en œuvre d'une paroi clouée avec coffrage perdu ;
- Conservation du mur de soutènement de part et d'autre de la zone effondrée pour réalisation d'un recouvrement ;
- Mise en œuvre de clous avec béton projeté sur un linéaire de 31 mètres : 11 mètres avec coffrage perdu pour la zone démolie et 10 mètres de recouvrement de part et d'autre de cette zone par-dessus le mur existant.



Figure 5 : Projet de reprise du mur de Bussang à la suite de son effondrement le 13/12/2024

La consistance des travaux se résume donc à :

- La démolition et évacuation du mur de soutènement sur un linéaire de 11 mètres environ (zone déstabilisée) ;
- La reprise et stabilisation de la maçonnerie par jointoiement dans les zones de recouvrement ;
- La réalisation d'une paroi clouée en béton projeté sur le linéaire total de 31 mètres.

En complément de ces travaux, il est proposé de réaliser en tranche optionnelle les travaux suivants :

- Réalisation d'une bèche en enrochements liaisonnés sur l'ensemble du linéaire amont de l'ouvrage (continuité des travaux déjà réalisés lors de la 1ere phase de travaux) ;
- Réalisation d'un système de drainage par forage sur l'ensemble du mur de soutènement avec une intervention depuis la route.

1.6.2. Aspect des parements en béton

L'ensemble des parements en béton armé seront lissés talochés soigneusement.

L'ensemble des parements en béton projeté seront lissés talochés soigneusement.

1.7. CONSISTANCE DES TRAVAUX

1.7.1. Travaux compris dans le marché

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

Ces travaux définis au présent CCTP sont explicités par des plans joints au présent CCTP ; ils comprennent en particulier (liste non exhaustive) :

- Les études d'exécution et méthodes,
- L'établissement des documents suivants : PAQ, PRE, SOSED, PPSPS,
- La gestion et le management de la qualité, sécurité et protection de l'environnement,
- Le contrôle intérieur (interne et externe),
- L'installation et le repli d'un atelier météo,
- Les installations et repliement de chantier,
- L'installation et la signalisation de chantier nécessaire,
- La mise en place de différents moyens d'accès,
- La réalisation du piquetage des réseaux compris dans l'emprise du chantier,
- Le dévoiement des réseaux pouvant impacter les travaux et leur remise en place,
- La mise en place des dispositifs de protection et de confinement du chantier pour la protection de l'environnement et de la santé du personnel,
- La mise en place du batardeau au sein du cours d'eau conformément au DLE pour l'ensemble des phases de travaux et tranche du présent marché,
- La mise en place de dispositifs de protection contre les projections et le bruit,
- Le nettoyage de l'ouvrage et de ses abords,
- Les épreuves de convenance,
- L'établissement des DICT, la gestion et l'organisation des travaux avec les interactions des réseaux,
- Les essais nécessaires à la validation des procédés,
- Le repliement et la remise en état des lieux,
- La réalisation et la fourniture du dossier de récolement,
- La délimitation de l'emprise des travaux et des accès,
- La création et/ou maintien des pistes d'accès,
- Le débroussaillage des accès,
- La prise en compte du balisage existant et son maintien,
- La dépose des équipements de voirie existants sur la zone de travaux,
- Rabotage de l'enrobé sur l'emprise chantier,
- Le dégagement et terrassement de la zone effondrée y compris l'évacuation des matériaux non réutilisés (remblai, maçonnerie, remplissage, etc.),
- La réalisation de la piste en pied du mur existant,
- La mise en place d'un coffrage perdu sur la zone reprise,

- Le forage pour la réalisation des clous,
- **La réalisation des essais sur 9 clous pour validation des données de dimensionnement (à réaliser en dehors de la zone de travaux) ;**
- **La réalisation d'essais de contrôle sur 3 clous définitifs ;**
- Le forage pour mise en place des barbacanes et des drains subhorizontaux ;
- Réalisation de la longrine en béton armé en pied de voile,
- Réalisation de la paroi en béton projeté ;
- Mise en place d'embrochements liaisonnés en pied de mur ;
- Remblaiement ;
- Réalisation d'une poutre de couronnement en tête de mur ;
- Dépose du batardage provisoire ;
- Remise en place de la terre végétale ;
- Réalisation d'une longrine en béton armé pour glissière de sécurité ;
- Mise en œuvre des glissières de sécurité ;
- Reconstruction de la structure de chaussée ;
- Remise en état du site.

En complément, pour la tranche optionnelle n°1 du marché :

- Réalisation de batardeau par tronçon de 50 ml selon les prescriptions du DLE,
- Réalisation d'une pêche de sauvegarde par tronçon batardé,
- Réalisation du sabot en enrochements liaisonnés,
- Déplacement du batardeau par tronçon de 50 ml.

En complément, pour la tranche optionnelle n°2 du marché :

- Réalisation des forages subhorizontaux depuis la voirie existante selon l'implantation définie,
- La mise en place des équipements de barbacane.

1.7.2. Travaux non compris dans le marché

La signalisation routière en lien avec la neutralisation de la voie du sens Remiremont-Mulhouse.

1.8. CONTRAINTES PARTICULIERES IMPOSEES AU CHANTIER

1.8.1. Conditions d'accès au site

L'accès s'effectuera depuis la RN66.

1.8.2. Installation de chantier

Les zones d'installation de chantier seront proposées par le Titulaire et soumises à l'acceptation du Maître d'œuvre.

Il est prévu que les installations de chantier se situent sur la voie neutralisée.

Le titulaire fera une proposition au maître d'œuvre et aura à sa charge la réalisation des démarches auprès des exploitants et propriétaires concernés en cas d'utilisation de terrains autres.

1.8.3. Constructions avoisinantes

L'attention du titulaire est attirée sur l'existence, au voisinage immédiat du chantier, d'une installation industrielle et de la circulation de la RN66 qui ne devront pas être perturbés.

1.8.4. Maintien et exploitation de la RN66

La nature des travaux nécessite la neutralisation du sens Remiremont-Mulhouse. L'alternat étant déjà existant, le titulaire devra prendre en compte ces éléments afin de réaliser ses travaux. Il n'est pas prévu de fermeture complète de la voirie pendant la phase de travaux. L'entreprise devra prendre toutes les dispositions pour :

- Accéder à l'ouvrage sans impact sur le sens Mulhouse-Remiremont,
- Limiter l'émission de poussière vers la voie du sens Remiremont-Mulhouse.

1.8.5. Phasage des travaux et ordre d'exécution

Le phasage et ordre d'exécution sont décrit ci-après :

- Phase 0 : Installation
 - Installation de chantier ;
 - Sécurisation du site par alternat et mise en place de la signalétique nécessaire ;
 - Démolition de la mini-GBA en place ;
 - Sciage de l'enrobé et dépose du boudin existant ;
 - Dépose des équipements de voirie (glissière de sécurité, etc...).
- Phase 1 : Réalisation du batardage
 - Mise en œuvre des filtres à pailles ;
 - Mise en œuvre du batardeau et tuyaux pour la continuité hydraulique ;
 - Réalisation de la pêche de sauvegarde dans l'enceinte ;
 - Mise à sec de la zone de travaux par pompage ;
 - Réalisation de la plateforme en pied.
- Phase 2 : Terrassements et préparation de la plateforme
 - Rabotage de l'enrobé ;
 - Terrassement à l'arrière de la partie effondrée ;
 - Démolition et évacuation du mur effondré ;
 - Mise en place d'une plateforme de travaux dans l'enceinte batardée.
- Phase 3 : Préparation du fond de fouille dans la zone effondrée (terrassement)
- Phase 4 : Ouvrage de soutènement
 - Réalisation de la longrine en béton armé en pied ;
 - Mise en œuvre du coffrage perdu sur la zone effondrée.
- Phase 5 : Forages pour clous et drains et ferraille paroi
 - Forage des clous et équipements associés (le forage et la mise en œuvre des clous d'essai pour essai de traction devront avoir été effectué en amont afin de valider la note de calcul et la procédure de l'entreprise) ;
 - Forage des drains ;
 - Mise en place du ferrailage de la paroi ;
 - Mise en œuvre équipements des barbacanes.

- Phase 6 : Remblai et béton projeté
 - Remblaiement en arrière du coffrage avec du GNT ;
 - Réalisation du béton projeté y compris enceinte de protection contre les projections ;
 - Réalisation du sabot en enrochements liaisonnés ;
 - Réalisation d'une poutre de couronnement en tête.
- Phase 7 : Reprise de la voirie :
 - Remblaiement des fouilles avec reconstitution de la structure de voirie ;
 - Réalisation des enrobés y compris joint de raccord sur existant ;
 - Remise en œuvre de la terre végétale ;
 - Remise en œuvre des dispositifs de retenu et équipements routiers ;
 - Repli des installations de chantier ;
 - Remise en état.

1.8.6. Moyens mis en œuvre

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

1.8.7. Limitation des nuisances et respect de l'environnement

Le titulaire est tenu de respecter tout au long des travaux l'ensemble des prescriptions relatives au respect de l'environnement, à la maîtrise des déchets et à la limitation des nuisances portées au CCAP et aux chapitres 2 et 4 du présent CCTP.

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

- D'assurer un écoulement correct des eaux de ruissellement pendant toute la durée des travaux,
- De protéger l'environnement de l'ouvrage contre toute pollution due au chantier et notamment contre les laitances et projection de béton,
- De minimiser les nuisances sonores pendant les travaux.

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

Tous les engins devront être conformes aux normes en vigueur.

De plus, les camions toupies ne seront en aucun cas lavés sur place.

1.8.8. Contraintes environnementales

1.8.8.1. Catégorie piscicole

La Moselle est classée en **1^{ère} catégorie piscicole** selon les données⁷ mises à disposition par la Fédération de Pêche du 88. Les cours d'eau en 1^{ère} catégorie piscicole présentent des populations piscicoles de type salmonidés, notamment avec la présence de truite, omble, chevalier, ...

1.8.8.2. Classification des cours d'eau

1.8.8.2.1. Rappel de la réglementation

Dans l'annexe V de la DCE, la continuité écologique est définie comme suit : « La continuité de la rivière n'est pas perturbée par des activités anthropogéniques et permet une migration non perturbée des organismes aquatiques et le transport de sédiments ».

La transcription dans la législation française de la DCE s'est faite au travers de la **Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques** (LEMA) du 30 décembre 2006. Elle évoque à nouveau les objectifs d'atteinte du bon état des masses d'eau. Dans un premier temps à une échéance pour 2015, puis 2021, 2027... dans le cas où une dérogation a eu lieu en raison de diverses contraintes.

En accord avec le Loi Grenelle II, elle prévoit notamment le classement des cours d'eau en deux listes au titre de **l'article L.214-17 du code de l'environnement** :

« 1° Une liste de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux parmi ceux qui sont en très bon état écologique ou identifiés par les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux comme jouant le rôle de réservoir biologique nécessaire au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant ou dans lesquels une protection complète des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée est nécessaire, sur lesquels aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique.

Le renouvellement de la concession ou de l'autorisation des ouvrages existants, régulièrement installés sur ces cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux, est subordonné à des prescriptions permettant de maintenir le très bon état écologique des eaux, de maintenir ou d'atteindre le bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant ou d'assurer la protection des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée ;

2° Une liste de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs. Tout ouvrage doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant. »

Les cours d'eau en liste 1 doivent répondre aux obligations de résultat dès la date de publication des listes. Pour les cours d'eau en liste 2, il est obligatoire de restaurer la circulation des poissons migrateurs et le transport suffisant des sédiments, dans un délai de 5 ans après la parution de l'arrêté de classement dans le Journal Officiel.

1.8.8.2.2. Classification de la Moselle

La Moselle située au sein de la masse d'eau « Moselle 1 » est **classée en liste 1** au titre de l'arrêté du 28 décembre 2012 établissant la liste des cours d'eau mentionnée au 1° du I de l'article L. 214-17 du code de l'environnement sur le bassin Rhin-Meuse. Ce classement concerne la Moselle sur son « cours principal et l'ensemble des affluents et sous-affluents de la source jusqu'à sa confluence avec la Moselotte incluse ».

Les cours d'eau classés en liste 1 sont les « cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux mentionnés au 1° du I de l'article L. 214-17 du code de l'environnement, sur lesquels aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique. ».

1.8.8.3. Protection spécifique

Il sera nécessaire de prendre en compte les mesures suivantes :

- Baliser l'emprise des travaux (avec piquets et rubalise, etc.) pour limiter au maximum les risques de dégradation d'habitats naturels,
- Respecter strictement l'emprise prévue des travaux,
- Veiller à ne pas perturber le milieu et adapter les moyens mécaniques et humains,
- Éviter au maximum les milieux sensibles,
- Nettoyer les engins de chantier avant le démarrage des travaux pour limiter les apports de germes d'espèces végétales envahissantes,
- Stocker des fluides et ravitailler des engins et outils sur des plateformes étanches,
- Éviter toute fuite de laitance de ciment,
- **Assurer un batardage assurant le confinement de toute projection ou départ d'éléments vers le cours d'eau,**
- **Assurer la continuité hydraulique du cours d'eau lors des phases de batardage,**

- **Réaliser les pêches de sauvegarde nécessaire en lien avec le phasage retenu par le titulaire,**
- Mettre en place un plan d'intervention en cas de fuite ou de déversement de polluant. Il permettra de décaper et d'évacuer la terre polluée vers un centre de traitement agréé,
- Prévoir un kit anti-pollution à proximité du chantier.

En fin de chantier, les abords seront nettoyés de tous les déchets provenant des travaux.

Le personnel en charge de la réalisation des travaux sera soigneusement sensibilisé aux risques de nuisances sur la faune et la flore, ainsi que les milieux aquatiques et humides.

1.8.9. Protection du site – déchets – traitement des eaux de ruissellement polluées

Le titulaire doit mettre en œuvre un schéma d'organisation et de gestion de l'élimination des déchets (SOGED).

Tout rejet (solide et/ou liquide) direct dans le milieu naturel est interdit. À cet effet, l'entreprise devra mettre en place un système efficace de tri, de récupération et d'évacuation des déchets.

- Devront être triés sur le chantier les déchets inertes, industriels banals et industriels spéciaux.
- Pendant la période de préparation, l'entreprise fournira un diagnostic des déchets qu'elle aura à traiter et la filière d'élimination par type de déchets avec les correspondants. L'ensemble de ces éléments sera à joindre au SOGED.
- Pendant les travaux, l'entreprise fournira les justificatifs certifiant la mise en décharge effective et contrôlée de tous ses déchets (nature et quantité, destination et renseignements exigés notamment dans le décret 98-679 du 30/07/1998).

1.8.10. Réseaux

1.8.10.1. Préambule

L'attention du Titulaire est attirée sur la présence de nombreux réseaux concessionnaires en service dans les emprises de travaux. L'ensemble des DT effectuées lors de la phase de conception ainsi que les récépissés sont fournis dans le présent marché.

Les prescriptions indiquées dans les documents suivants seront appliquées :

- Norme NF S 70-003 :
 - Partie 1 : prévention des dommages et de leurs conséquences,
 - Partie 2 : Techniques de détection sans fouille,
 - Partie 3 : Géoréférencement des ouvrages,
 - Partie 4 : Exemples de clauses particulières des marchés de travaux.
- Guides d'application de la réglementation relative aux travaux à proximité des réseaux :
 - Fascicule 1 - Version 1 - Dispositions générales
 - Fascicule 2 - Version 2 - Guide des travaux
 - Fascicule 3 - Version 1 - Formulaire et documents pratiques

Le Titulaire a à sa charge l'établissement et l'envoi de toutes les Déclarations d'Intention de Commencement de Travaux indispensables au démarrage des travaux. Les DICT seront effectués en tenant compte du n° de consultation du téléservice spécifié dans les DT fournies au présent marché. Les récépissés de ces DT sont également fournis dans le marché.

Les récépissés de ces DICT seront obligatoirement transmis au maître d'œuvre avant le démarrage des travaux.

1.8.10.2. Réseaux impactant les travaux

Sans objet.

1.8.10.3. Réseaux pouvant impacter les conditions d'accès

Présence d'une ligne aérienne sur la voirie dans le sens Mulhouse-Remiremont (voie conservée en circulation).

2. PREPARATION ET ORGANISATION DU CHANTIER

2.1. STIPULATIONS PRELIMINAIRES

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

Ces dispositions ne peuvent pas être contraires aux règles de l'art ni être susceptibles de réduire la sécurité et la durabilité de la structure et des équipements de l'ouvrage, en phase de travaux comme en phase de service.

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

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

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

2.2. DOCUMENTS A FOURNIR PAR LE TITULAIRE

(Norme NF EN 13670/CN, chapitre 4 du fasc. 65 du CCTG, art. 28, 29 et 40 du CCAG-T)

2.2.1. Dispositions générales

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

- Les documents relatifs à la sécurité et à la protection de la santé,
- Les documents relatifs aux ouvrages provisoires de 2ème catégorie,
- Les documents de suivi du contrôle intérieur dont seul le cadre est soumis à son acceptation,
- Le dossier des ouvrages exécutés.

2.2.2. Liste des documents à fournir

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

- Le programme d'exécution des travaux,
- Le projet d'installation de chantier,
- Le Plan Qualité (PAQ), comprenant notamment les documents de suivi d'exécution et les documents de levée de point d'arrêt,
- Les documents liés aux propositions matériaux (agrément matériaux et matériels),

- Les études d'exécution et notamment les études géotechniques d'exécution G3,
- Les documents relatifs à la sécurité et à la protection de la santé (PPSPS),
- Le plan de respect de l'environnement (PRE), qui inclut une composante « gestion des déchets » (SOGED),
- Les documents de levée de points d'arrêt environnementaux et les bordereaux de suivi des déchets,
- Le journal de chantier,
- Les documents de suivi de contrôle intérieur,
- Les résultats des épreuves sur les clous d'essais et définitifs,
- Les résultats des épreuves de convenance,
- Les résultats des contrôles intérieurs,
- Un dossier technique spécifique aux clous comprenant :
 - La qualification et la fonction du personnel employé,
 - Les principales caractéristiques des clous à mettre en œuvre (type, résistance et/ou traction de service, espacement, longueurs, etc.) et des équipements afférents, y compris les agréments le cas échéant,
 - Le type et les modalités de mise en œuvre de la protection contre la corrosion retenue,
 - Les modalités d'exécution (forage, fabrication, installation et scellement, mise en tension) et les caractéristiques techniques des matériels et produits utilisés, le certificat d'étalonnage des vérins employés.
 - La réalisation des essais, y compris les tableaux récapitulatifs et l'interprétation à laquelle elle a donné lieu,
 - Le modèle d'appareil de contrôle utilisé, ses caractéristiques, ses conditions de mise en place, le certificat d'étalonnage de chaque appareil de contrôle,
 - Les mesures prévues pour assurer la sécurité du chantier.
- Les dossiers des ouvrages exécutés (DOE),
- Les documents nécessaires à la constitution du dossier d'intervention ultérieure sur l'ouvrage.

2.3. PROGRAMME D'EXECUTION DES TRAVAUX

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

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

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

2.4. SECURITE ET PROTECTION DE LA SANTE

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

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

2.5. MANAGEMENT DE LA QUALITE DES PARTIES EN BETON

(Norme NF EN 13670/CN, art. 4.3 du fascicule 65 du CCTG)

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

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

Ainsi :

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

2.6. PLAN QUALITE – GENERALITES

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

2.6.1. Composition générale du plan qualité

Le PAQ est constitué :

- De la note d'organisation générale du chantier (NOG), et le cas échéant, des procédures de maîtrise de la qualité qui la complètent ;
- Des plans qualité des co-traitants et des sous-traitants ;
- Des procédures d'exécution ;
- Des cadres des documents de suivi d'exécution.

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

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

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

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

2.6.2. Point d'arrêt et points critiques

La liste des points d'arrêt est donnée ci-dessous, sauf proposition particulière du titulaire acceptée par le maître d'œuvre ou son représentant. Les délais de préavis et de levée sont de à minima 5 jours.

Phase des travaux	Points d'arrêt
Phase préparatoire	<ul style="list-style-type: none">▪ Acceptation du PAQ▪ Acceptation du PRE▪ Visa des études d'exécution
Batardeau	<ul style="list-style-type: none">▪ Réception du batardeau
Clous	<ul style="list-style-type: none">▪ Implantation et définition des clous d'essais▪ Réception des épreuves de convenance de cloutage avant démarrage des travaux de cloutage sur l'ouvrage▪ Définition et acceptation de l'implantation des clous définitifs

Béton armé projeté et coulé en place	<ul style="list-style-type: none"> ■ Acceptation des centrales à béton ■ Autorisation de réaliser les épreuves de convenance Acceptation de l'épreuve de convenance après acceptation de l'épreuve d'étude ou des références probantes ■ Acceptation du coffrage perdu ■ Autorisation de pose des armatures de béton armé ■ Acceptation de l'élément témoin de convenance ■ Autorisation de bétonnage d'une partie d'ouvrage ■ Acceptation des parements
Equipements et ouvrages annexes	<ul style="list-style-type: none"> ■ Implantation des barbacanes ■ Implantation des sabots en enrochements ■ Acceptation du fond de fouille avant réalisation de la structure de chaussée

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

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

2.7. NOTE D'ORGANISATION GENERALE DU CHANTIER

(Norme NF EN 13670/CN, art. 4.2.2.1 du fascicule 65 du CCTG)

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

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

- Calendrier de fourniture des documents,
- Nombre des documents adressés au maître d'œuvre, aux bureaux de contrôle et autres intervenants,
- Principes et délais pour les vérifications et modifications,
- Liste des procédures d'exécution,
- Principe du contrôle intérieur envisagé.

2.8. PROCEDURES D'EXECUTION

2.8.1. Liste des procédures d'exécution

Les procédures d'exécution à fournir sont les suivantes :

- Montage des échafaudages et des ouvrages provisoires,
- Réalisation du batardeau et ouvrages liés,
- Dispositions spécifiques pour éviter la projection de béton vers le milieu naturel,
- Réalisation de la pêche de sauvegarde,

- Réalisation de la longrine en béton armé,
- Forage des clous et essais à la rupture,
- Mise en œuvre des clous et équipements associés,
- Ferrailage et projection du béton armé sur la structure existante,
- Ferrailage et projection du béton armé sur le coffrage perdu,
- Dispositions spécifiques pour la mise en œuvre de béton armé par temps froid,
- Réalisation des barbacanes et drains subhorizontaux,
- Mise en œuvre de la structure chaussée,
- Réalisation des poutres de couronnement,
- Réalisation du sabot en enrochements liaisonnés,
- Préparation de surfaces,
- Pose des armatures de béton armé,
- Si réalisées sur chantier, exécution des armatures de béton armé,
- Détails des épreuves de convenance (déroulement, moyens humains et matériels mis en œuvre...).

2.8.2. Documents annexés aux procédures d'exécution

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

- Le plan de phasage des travaux de réparation ;
- Le projet des ouvrages provisoires ;
- Le dossier d'étude des clous ;
- Le dossier d'étude des bétons et leurs références ;
- L'ensemble des dispositions prises pour la protection de l'environnement ;
- Le programme de bétonnage ;
- Le programme de forage et d'injection ;
- Les références des documents internes à l'entreprise et consultables par le maître d'œuvre sur le chantier.

2.8.3. Assurance de la qualité pour les bétons projetés sur parement maçonné et coffrage perdu

Le PAQ définit :

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

Le PAQ précise :

- Les conditions de réalisation des épreuves de convenance ;
- Les modalités de communication des résultats par le titulaire au maître d'œuvre ;
- La conduite à tenir lorsque les résultats escomptés ne sont pas atteints.

Les épreuves de convenance sont à la charge du titulaire et doivent être réalisées avant le début de la projection, sur le chantier et dans les conditions de celui-ci pour vérifier :

- La méthode de préparation du support ;
- La mise en place du ferrailage éventuel ;
- La projection (y compris la qualification du porte-lance) ;
- Le respect des épaisseurs ;
- Les caractéristiques du béton projeté.

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

2.8.4. Assurance de la qualité pour les implantations

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

2.8.5. Maitrise de la conformité pour les bétons

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

2.8.5.1. Nature et qualité des différents constituants

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

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

- Leur provenance ;
- Leurs caractéristiques :
 - Granularité et teneur en fines des gravillons, des sables et graves (norme NF EN 933-1) ;
 - Module de finesse des sables et graves (normes NF EN 12620+A1 et NF EN 13139) ;
 - Propreté des sables et graves (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 NF 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.

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

2.8.5.2.1. Réaction sulfatique interne

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

2.8.5.2.2. Alkali-réaction

Dispositions concernant le dossier d'étude des bétons

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

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

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

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

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

Dispositions concernant les procédures de bétonnage

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

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

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

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

Ces essais doivent être conduits sur la formule modifiée.

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

2.8.5.3. Mise en œuvre du béton sous conditions climatiques extrêmes

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

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

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

2.8.6. Maîtrise de la conformité pour les armatures de béton armé

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

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

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

Enfin, si une protection contre la corrosion des armatures de béton armé est prévue par le sous-article intitulé « Exigences générales » de l'article intitulé « Armatures pour béton armé » du chapitre 3 du présent CCTP, le PAQ explicite ses modalités.

2.8.7. Assurance de la qualité pour l'étanchéité

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

2.8.8. Assurance de la qualité pour les clous

Les procédures d'exécution doivent être conformes aux prescriptions des :

- « Recommandations CLOUTERRE 1991 » et de leur additif 2002.
- Règles professionnelles « Tirants d'ancrage TA 2020 »
- Fascicule 68

2.8.8.1. Assurance de la qualité pour les forages

Elle doit comporter une notice sur la foration indiquant le matériel utilisé, le type de foration (à l'air ou à l'eau), carottage, ainsi que les dispositions prises pour assurer les tolérances géométriques demandées.

2.8.8.2. Assurance de la qualité pour les injections

Le Plan Qualité pour les injections doit comporter le tableau suivant à renseigner pour tous les clous, ou tout autre document contenant au moins ces renseignements.

Numéro tirant	
Longueur	
Date et heure	
Nature du ciment	
Rapport E/C du coulis	
Additif utilisé, nature, dosage	
Pression d'injection au début	
Pression d'injection à la fin	
Durée d'injection	
Quantité injectée	

La numérotation des clous correspond à celle précisée sur les plans d'exécution.

2.9. JOURNAL DE CHANTIER

Un journal de chantier sera tenu sur le chantier par l'entrepreneur. A ce journal doit être annexé, chaque jour, un compte rendu détaillé établi par un représentant de l'entreprise sur lequel doivent être consignés tous les renseignements relatifs à la marche du chantier et en particulier :

- La description exhaustive des travaux et opérations réalisées (volumes, surfaces...),
- Les conditions atmosphériques constatées (vent, températures maximales et minimales, précipitations),
- Les interventions des différents contrôles (interne, externe et extérieur),
- Les résultats des différents essais et contrôles in situ ou en laboratoire,
- Les visites des différents interlocuteurs (CSPS, MOA...) et interventions d'entreprises internes ou extérieures au chantier,
- La liste et la description des points d'arrêt et points critiques levés dans la journée.

Ce journal sera visé par le maître d'œuvre et le représentant de l'entreprise chaque semaine.

2.10. PLAN DE RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT

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

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

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

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

Le PRE devra également comporter une partie spécifique décrivant :

- Les méthodes employées pour la mise en œuvre du batardeau et d'assurer la continuité hydraulique du cours d'eau ;
- Les moyens matériels et matériaux pour la réalisation de ces travaux ;
- Le descriptif de la pêche de sauvegarde ;
- Les moyens matériels et matériaux pour la protection du milieu naturel contre les départs de laitance et les projections de béton.

2.11. DOCUMENTS DE SUIVI D'EXECUTION

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

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

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

2.12. PROGRAMME DES ETUDES D'EXECUTION

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

2.13. ÉTUDES D'EXECUTION – GENERALITES

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

Les études d'exécution comprennent :

- Une note définissant les bases des études d'exécution ;
- Les documents 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.

2.14. BASES DES ETUDES D'EXECUTION

(art. 4.2.1.2.1 du fasc. 65 du CCTG, art. 4.2.1 du fasc. 66 du CCTG)

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

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

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

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

2.15. TEXTES REGLEMENTAIRES ET REGLEMENTS DE CALCUL

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

- Les normes NF EN 1990 et NF EN 1990/A1 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1990/NA et NF EN 1990/A1/NA ;
- Les normes NF EN 1991-1-1 et NF EN 1991-1-3 à NF EN 1991-1-7, leurs amendements NF EN 1991-1-3/A1, NF EN 1991-1-4/A1 et NF EN 1991-1-7/A1, ainsi que leurs annexes nationales, les normes NF P06-111-2 et NF P06-111-2/A1 (annexes nationales de NF EN 1991-1-1), NF EN 1991-1-3/NA à NF EN 1991-1-7/NA, leurs amendements NF EN 1991-1-3/NA/A1, NF EN 1991-1-4/NA/A1, NF EN 1991-1-4/NA/A2, NF EN 1991-1-4/NA/A3 ;
- La norme NF EN 1991-2 et son annexe nationale, la norme NF EN 1991-2/NA ;
- Le document du Sétra d'octobre 1982 « Transports exceptionnels – Définition des convois-types et règles pour la vérification des ouvrages d'art » ;
- Le document du Cerema d'octobre 2016 « Carte des transports exceptionnels – Définition des convois types pour l'évaluation et le dimensionnement des ouvrages d'art » ;
- Les normes NF EN 1992-1-1, NF EN 1992-1-1/A1 et NF EN 1992-2 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1992-1-1/NA et NF EN 1992-2/NA ;
- Les normes NF EN 1993-1-1 et NF EN 1993-1-1/A1, NF EN 1993-1-5, NF EN 1993-1-5/A1 et NF EN 1993-1-5/A2, NF EN 1993-1-8, NF EN 1993-1-9, NF EN 1993-1-10, NF EN 1993-2 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1993-1-1/NA, NF EN 1993-1-5/NA, NF EN 1993-1-8/NA, NF EN 1993-1-9/NA, NF EN 1993-1-10/NA et NF EN 1993-2/NA ;
- Les normes NF EN 1994-1-1 et NF EN 1994-2 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1994-1-1/NA et NF EN 1994-2/NA ;
- La norme NF EN 1997-1, son amendement NF EN 1997-1/A1 et son annexe nationale, la norme NF EN 1997-1/NA, ainsi que les normes d'application nationales NF P 94-261 (et son amendement NF P 94-261/A1), NF P 94-262 (et son amendement NF P 94-262/A1), NF P 94-270, NF P 94-281 et NF P 94-282 (et ses amendements NF P 94-282/A1 et NF P 94-282/A2) ;
- Recommandations et règles de l'art LCPC/SETRA « Buses métalliques – recommandations et règles de l'art » (version 1981),
- Guide SETRA pour la surveillance, l'entretien et la réparation « Buses métalliques » (version 1992),

- « Recommandations CLOUTERRE 1991 » et de leur additif 2002,
- Règles professionnelles « Tirants d'ancrage TA 2020 ».
- Fascicule 68
- La norme NF EN 14490 – Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Clouage

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

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

2.16. ACTIONS ET SOLLICITATIONS

2.16.1. Données de site

L'ouvrage est situé à Bussang sur la RN66. Les données du site sont les suivantes :

Sismicité :	Modérée	Décret 2010-1255 du 22.10.2010 Décret 2015-5 du 06.01.2015
Températures extrêmes de l'air sous abri :	T_{\max} : 40,0 °C T_{\min} : -30,0 °C	NF EN 1991-1-5/NA Clause 6.1.3.2(1)
Vitesse de référence du vent :	Région : 2 soit $v_{b,0}$ = 24,0 m/s	NF EN 1991-1-4/NA Tableau 4.4 (NA)
Charge de neige :	Région : B1 Altitude : 548 m Valeur caractéristique : S_k : 0,92 kN/m² Valeur exceptionnelle : S_{Ad} : 1,00 kN/m²	NF EN 1991-1-3/NA Tableau A.2
Gel :	Sévère	NF P 18-326
Profondeur hors gel :	0,80 m	NF P 94-261 Annexe O

2.16.2. Charges permanentes

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

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

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

Concernant le ferrailage minimum d'effort tranchant, conformément au §6.2.1 de la norme NF EN 1992-1-1, il est considéré l'absence de redistribution transversale des charges permanentes.

2.16.3. Charges d'exploitation

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

En référence au tableau 4.4a de la norme NF EN 1991-2/NA et l'article 2.15.3 du CCTP, les groupes de charges suivants seront pris en considération :

- Le groupe de charge Gr1a avec un trafic de Classe 2 (Modèle de charges LM1)
- Le groupe de charge Gr1b avec un trafic de Classe 2 (Modèle de charges LM2)
- Le groupe de charge Gr2 avec un trafic de Classe 2 (Modèle de charges LM1 + forces horizontales)
- Le groupe de charge Gr5 (Modèle de charges LM3)

2.17. PLANS D'EXECUTION ET NOTES TECHNIQUES

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

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

Ces mêmes indications doivent être également reproduites sur chaque plan.

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

2.18. ETUDES GEOTECHNIQUES ET HYPOTHESES DE CALCUL DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

Le rapport d'étude G2 PRO est fourni au sein de la pièce B07_G2_PRO.

Les hypothèses de calcul des ouvrages de fondation et de soutènement sont précisées dans le rapport cité ci-avant.

Les actions transmises par les ouvrages sur les fondations et soutènements, doivent être définies sur la base des calculs structure menés lors des études d'exécutions des ouvrages. La prise en compte de ces actions sera conforme aux Eurocodes 0,1 et 7.

Les actions d'origine géotechnique et les propriétés des matériaux géotechniques pris en compte pour le calcul des ouvrages de fondations et soutènements sont définies par le titulaire lors des études d'exécution sur la base des rapports d'ingénierie géotechnique cités ci-dessus.

Le poids des engins et matériels de chantier divers présents sur les remblais doivent être pris en compte avec une surcharge uniforme de « 10kN/m² » ou « stationnement de grue mobile » ou « positionnement de grue fixe » suivant les moyens et méthodes utilisées par le titulaire.

Il appartient au titulaire de réaliser, à ses frais, les études géotechniques complémentaires qu'il jugera nécessaires pour le dimensionnement des ouvrages, préalablement à la mission G3 à réaliser au marché. Le coût de ces prestations est considéré compris dans l'offre de l'opérateur économique.

2.19. DOCUMENTS A PRODUIRE DANS LE CADRE DE LA MISSION G3

La mission G3 à charge de l'entreprise doit être à minima conforme à la norme NF P 94-500 et pourra être complétée par les éléments ci-dessous :

Pour tous les ouvrages :

La note d'hypothèse générale reprenant toutes les hypothèses de sol, les situations de calcul, les niveaux d'eau, toutes les hypothèses relatives aux matériaux (béton, acier,...) et la géométrie des couches géologiques pour chaque coupe de calcul, et précisera :

- Les hypothèses géotechniques à partir d'une analyse détaillée des documents issus de ce marché en précisant les éventuelles incertitudes à lever par des investigations complémentaires,
- Les hypothèses hydrogéologiques (niveaux, perméabilités...) et leur géométrie,
- Les types de fondations et de confortement associés aux paramètres de calcul (barrettes, pieux, micropieux, jet, tirants, clous ...),
- Définition d'un programme d'investigations géotechniques complémentaires.

Pour la paroi clouée :

- Dans le cadre de son P. A. Q. l'entreprise fournira les points suivants :
 - Le mode d'aménée et d'installation des matériels de forage et d'injection,
 - Le contenu et la présentation des fiches techniques d'exécution des clous,
 - Les caractéristiques des boues de forage le cas échéant,
 - Les caractéristiques de béton,
 - Les contrôles des bétons,
 - Les dispositifs de bétonnage et de ferrailage,
 - Les équipements des clous.
- Les notes de calculs pour toutes les coupes nécessaires en faisant ressortir clairement :
 - Les valeurs des efforts ELS et ELU à reprendre,
 - La valeur de résistance,
 - Les justifications de ferrailage,
 - Le déplacement de la paroi clouée,
 - Les plans de ferrailage,
 - Les coupes techniques des clous (assemblage, platine de tête, dispositif d'injection).

La note de calcul devra prendre en compte les essais en traction effectués et des éventuelles longueur hors-sol entre l'entrée en terre et le coffrage.

2.20. DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES

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

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

Il comprend en outre :

- La documentation établie en cours d'exécution, conformément au 4.2.4.1 du fasc. 65 du CCTG ;

- Le journal de chantier ;
- Un rapport récapitulant l'ensemble des incidents du chantier et les calculs éventuels et actions correctives auxquels ils ont donné lieu ;
- 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 ;
- L'ensemble des comptes-rendus de réunion de chantier,
- Les visas du MOE.
- Le dossier photographique du chantier.

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

- Le relevé des données géométriques nécessaires au chantier ;
- Le nivellement de l'ouvrage ;
- L'établissement de plans de l'existant.

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

Le sommaire du DOE est le suivant :

- 1-Pieces du marché
- 2-Ordres de service
- 3-Agréments sous-traitants
- 4-OPR
- 5-Journaux de chantier
- 6-Compte rendu de réunion
- 7-Points d'arrêt
- 8-Contrôles extérieurs
- 9-Planning
- 10-Documents d'exécution
 - a-Installation de chantier
 - b-Qualité (PAQ, procédures, demande d'agrément, contrôle intérieur),
 - c-Note de calcul
 - d-Plans
 - e-Documents méthodes,
 - f-Sécurité
 - g-Environnement,
 - h-Réseaux / DICT
- 11-Nivellement de l'ouvrage
- 12-Photos

2.21. OPERATIONS TOPOGRAPHIQUES

2.21.1. Généralités

L'Entrepreneur doit vérifier les cotes fournies à titre indicatif par le Maître d'œuvre, en phase étude, et faire part de ses observations éventuelles dans un délai de 10 jours calendaires après remise des documents.

Après accord, l'Entrepreneur prend à sa charge le relevé topographique de l'ouvrage et toutes les implantations.

L'Entrepreneur sera responsable de la bonne conservation des repères mis en place par le Maître d'œuvre le cas échéant et devra remplacer, à ses frais, tout repère détruit en cours de chantier.

Il devra disposer sur le chantier relevant du présent marché d'un géomètre chargé spécialement de piqueter et vérifier avec précision les emplacements et les niveaux des divers ouvrages au fur et à mesure de l'avancement. En cas de mauvais fonctionnement constaté au service topographique du titulaire du marché, le Maître d'œuvre fera réaliser les travaux topographiques nécessaires par un géomètre de choix aux frais du titulaire du marché.

La rémunération de ces opérations topographiques et les frais de fournitures s'y afférent sont inclus dans l'ensemble des prix du bordereau.

2.21.2. Operations a la charge de l'entrepreneur

L'entrepreneur fera exécuter un relevé topographique du mur afin de valider les variations de profils de l'ouvrage, et de valider les hypothèses retenues à l'étude en termes de calcul de dimensionnement du renforcement à venir.

Cette opération se fera au démarrage de la phase de préparation du chantier afin de garantir le projet de confortement et le délai de fabrication de tous les éléments nécessaires au bon déroulement des travaux de renforcement.

2.22. BATARDAGE ET GESTION DU COURS D'EAU

Lors de la réalisation des travaux de la tranche ferme, un batardage du cours d'eau est nécessaire.

Celui-ci se composera de :

- Mise à sec avec d'un batardage avec des big-bags remplis partiellement pour buser temporairement le cours d'eau durant les travaux ;
- Mise en place d'un batardage longitudinal complémentaire + film polyane, grutés depuis le haut de berge ;
- Mise en place du géotextile ;
- Mise en place de la zone de décantation ;
- Pompage des eaux vers le cours d'eau ;

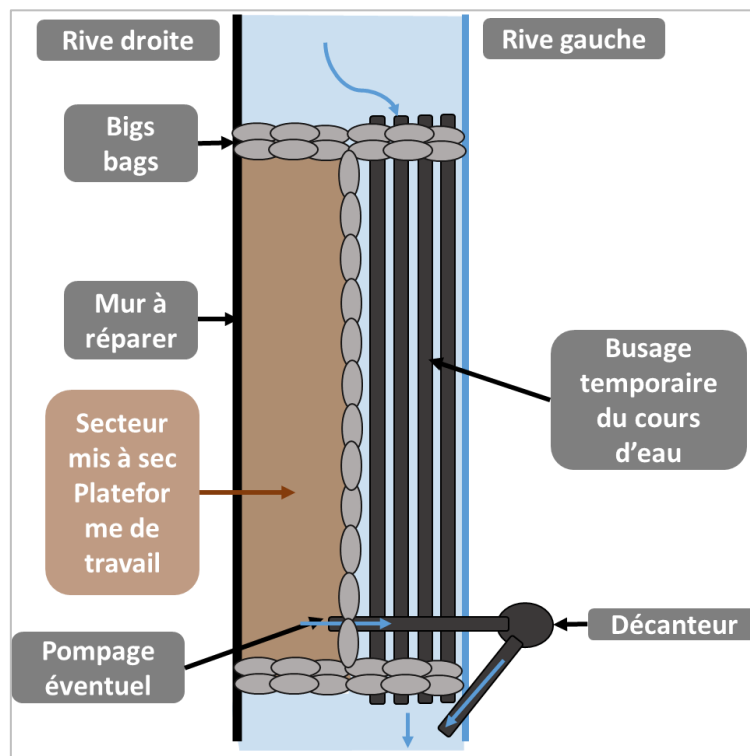


Figure 6: Schéma de réalisation du batardeau

Concernant la tranche optionnelle n°1 pour la réalisation du sabot en enrochements liaisonnés. Le batardage s'étendra sur un linéaire maximal de 50 ml. Le linéaire de traitement étant de 150 ml, il sera nécessaire de réaliser 3 enceintes étanches.

En phase chantier, les aménagements nécessitent la mise à sec partielle et provisoire du lit mineur afin de réaliser les travaux dans des conditions optimales et de diminuer les risques de pollution accidentelle. Cette mise à sec sera réalisée de la manière suivante :

- La réalisation d'une enceinte de mise à sec s'effectue par un plot de 50 m ;
- Pour le plot, l'Entrepreneur prévoit l'aménagement de batardeaux de type big-bags en vue de limiter les arrivées d'eau dans l'enceinte ;
- L'enceinte aura pour but de protéger l'échafaudage et sur la zone chantier un pompage sera mis en place pour évacuer les arrivées d'eau dans l'enceinte. Le rejet se fera vers un décanteur (positionné en rive gauche ou en aval immédiat du plot dans le prolongement du linéaire traité) équipé d'un géotextile.

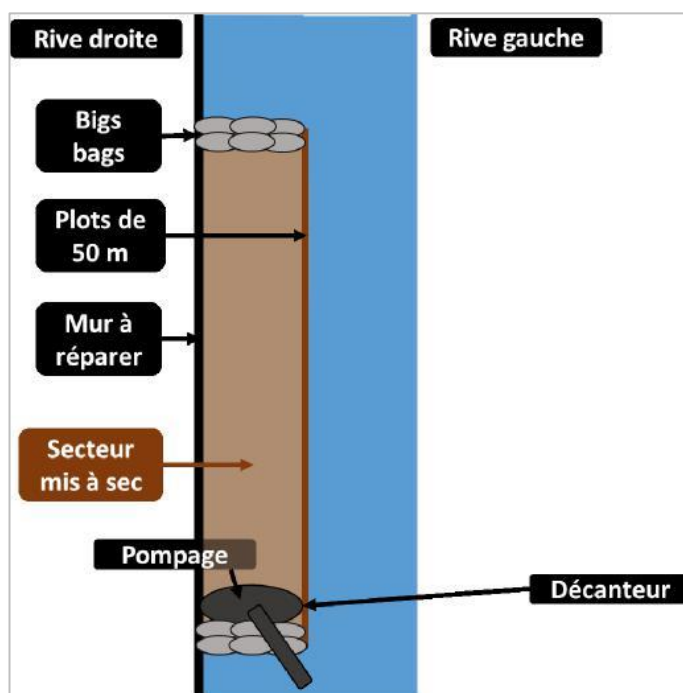


Figure 7: Schéma synthétique de la réalisation d'une enceinte étanche au sein de la Moselle (échelle non respectée) pour la sécurisation du pied du mur

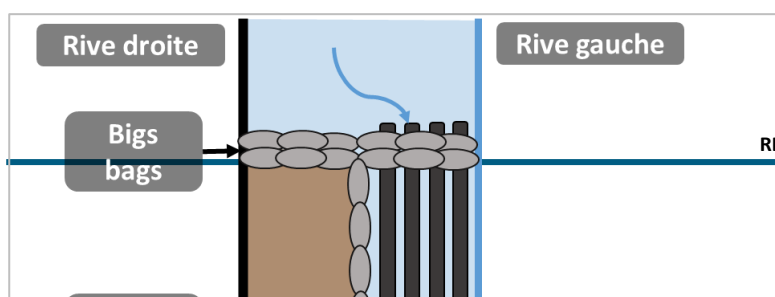


Figure 8: Schéma synthétique de la réalisation d'une enceinte étanche au sein de la Moselle (échelle non respectée) pour la réfection du mur sur sa portion effondrée

3. PROVENANCE, QUALITE ET PREPRATION DES MATERIAUX

3.1. GENERALITES

(art. 5.1 du fasc. 66 du CCTG, art. 21 à 25 du CCAG-T)

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

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

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

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

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

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

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

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

3.1.1. Marquage CE des produits de construction

(règlement UE n°305/2011)

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

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

3.1.2. Conformité aux normes, marques et avis techniques français

(art. 23.2 et 24.2 du CCAG-T)

3.1.2.1. Possibilité d'équivalence

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

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

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

Conformément à l'article 24.2 du CCAG-T, le titulaire peut proposer d'autres matériaux, produits ou services à condition que ceux-ci bénéficient d'une attestation délivrée par un organisme établi dans l'Espace économique européen et accrédité selon les normes NF EN ISO/CEI 17025 et NF EN ISO/CEI 17065 par le Comité français d'accréditation (COFRAC), ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de l'European coopération for Accreditation (EA), coordination européenne des organismes d'accréditation. Ces matériaux, produits ou services doivent également être acceptés par le maître d'œuvre, ce dernier restant seul juge de l'équivalence.

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

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

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

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

3.2. DECHETS

Le SOPRE donnera la nature et la quantité des déchets au sens de la circulaire du 15 février 2000 relative à la planification de la gestion des déchets que le titulaire doit évacuer dans le cadre des travaux objets du présent marché.

3.3. BETON PROJETE

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

Les matériaux utilisés ainsi que les contrôles effectués sur ceux-ci doivent être conformes et répondre aux spécifications de la norme NF P 95-102 et à toutes celles issues du présent CCTP, ainsi qu'en particulier les normes NF EN 206/CN, NF EN 14487-1 et NF EN 14487-2.

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

3.3.1. Provenance des matériaux

Dans les huit (8) jours qui suivent la notification du marché, le titulaire soumet à l'agrément du maître d'œuvre la nature, la provenance et la qualité des matériaux qu'il entend utiliser.

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

3.3.2. Définition et exigences relatives au béton

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

Le béton doit répondre aux exigences définies dans le présent sous-article.

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

3.3.2.1. Caractéristiques de résistance et d'adhérence

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

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

3.3.2.2. Classes d'exposition du béton projeté

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

La classe d'exposition du béton projeté vis-à-vis du gel et des sels de déverglaçage est XF2 au sens de la norme NF EN 206/CN.

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

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

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

3.3.3. Mélange à projeter fabrique en usine

(Norme NF P 95-102)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.3.4. Constituants

3.3.4.1. Granulats

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.3.4.2. Sable

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

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

3.3.4.3. Eau

(NF EN 1008)

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

3.3.4.4. Ciments

(NF EN 197-1, NF EN 197-2, FD P 15-010)

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

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

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

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

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

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

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

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

Le ciment et son dosage doivent respecter les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques	Béton G	Béton G+S
Type et classe	CEM I ou CEM II/A et B sauf cendres volantes 42,5 N – 42,5 R ^{oo} et supérieure	CEM I ou CEM II/A (S, D) PM ou ES ou SR-LH [°] 42,5 N – 42,5 R ^{oo} et supérieure
Dosage minimal pour un béton armé ou précontraint 0/20	385 kg/m ³	385 kg/m ³

Le titulaire doit justifier la résistance au gel interne par l'essai pertinent des normes NF P 18-424 ou NF P 18-425, selon le degré de saturation en eau du béton. Le titulaire doit également justifier la résistance à l'écaillage par l'essai défini dans la norme XP P18-420 en cas de gel en présence de sels de déverglaçage.

Les fines des sables et des sables de correction granulaire passant au tamis de 0,063 mm ne peuvent pas être comptabilisées dans le ciment.

[°] Pour réduire les risques de réaction sulfatique en présence de sels de déverglaçage dont la teneur en sulfates solubles est supérieure à 3 %, le titulaire doit utiliser des ciments PM ou ES au sens des normes NF P 15-317 et NF P 15-319, ou des ciments SR au sens de la norme NF EN 197-1 et titulaires de la marque NF-Liants hydrauliques.

^{oo} Le titulaire doit limiter la microfissuration superficielle du béton, et de ce fait, la pénétration des chlorures, en utilisant des ciments peu exothermiques, en particulier pour la réalisation des pièces massives. L'utilisation des ciments de la classe de résistance à court terme R est donc déconseillée.

3.3.4.5. Adjuvants

(NF EN 934-5)

Les adjuvants employés doivent être conforme à la norme NF EN 934-5.

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

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

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

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

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

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

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

L'utilisation d'un entraîneur d'air est obligatoire pour les bétons traditionnels de classe inférieure à C50/60. L'utilisation d'un réducteur d'eau est fortement conseillée pour pallier les baisses de résistances mécaniques consécutives à la présence d'air entraîné. Il est nécessaire d'effectuer un complément d'étude en centrale permettant de tenir compte des conditions de malaxage et de température. Son objet est d'ajuster le dosage en entraîneur d'air de manière à respecter la fourchette de pourcentage d'air entraîné défini lors de l'étude et de vérifier la stabilité dans le temps des différents paramètres.

3.3.4.6. Additions

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

Sont autorisées :

- L'utilisation de fumées de silice. Elles doivent respecter la norme NF EN 13263-1+A1 ;
- L'utilisation de laitiers. Ils doivent respecter les normes NF EN 15167-1 et NF EN 15167-2 ;
- L'utilisation d'additions calcaires. Elles doivent respecter la norme NF P 18-508 ;
- L'utilisation d'additions siliceuses. Elles doivent respecter la norme NF P 18-509 ;
- L'utilisation d'additions de métakaolins. Ils doivent respecter la norme NF P 18-513.

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

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

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

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

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

3.3.4.6.2. Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel g et g+s

Seuls les laitiers moulus et les fumées de silice sont susceptibles de ne pas altérer la résistance au gel des bétons durcis. Les cendres volantes sont interdites dans tous les cas.

Si les additions sont utilisées comme correcteur de la granularité des sables ou en addition au ciment (nécessairement un CEM I), les dosages maximaux suivants par rapport au poids du ciment sont à respecter :

- 10 % pour les fumées de silice ;
- 30 % pour les laitiers moulus ;
- 15 % pour les additions calcaires (certaines peuvent augmenter la sensibilité à l'écaillage) ;

étant entendu que le total du dosage en additions calcaires et laitiers moulus ne doit pas dépasser 30 %.

Les additions en substitution partielle au ciment ne sont autorisées que pour les bétons G et avec un ciment CEM I ; le dosage minimal s'applique alors au liant recomposé ciment + addition.

Pour un béton dont le diamètre maximal du granulat D_{max} est égal à 20 mm, les quantités maximales suivantes, données en kg/m³, doivent être respectées :

Classes d'exposition	XF1	XF2	XF3	XF4
Laitiers moulus	50	0	50	0
Fumées de silice	30	0	30	0
Additions calcaires	50	0	0	0

Pour un béton dont le diamètre maximal du granulat D_{max} est différent de 20 mm, les quantités d'additions A à ajouter ou à déduire, en pourcentage des valeurs indiquées dans le tableau précédent, sont données dans le fascicule 65 du CCTG.

Pour une même formule, une seule addition est autorisée en substitution dans une formule donnée.

3.3.4.7. Coffrages

(art. 63 et 55 du fasc. 65 du CCTG, FD P 18-503)

Les coffrages nécessaires doivent être des coffrages rigides non métalliques.

3.3.4.8. Cure

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

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

3.3.5. Produits de scellement des aciers

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

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

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

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

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

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

3.3.6. Composition, fabrication, transport et manutention des bétons

3.3.6.1. Composition

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

3.3.6.1.1. Contenu du mémoire d'étude de composition

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

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

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

Où :

- f_c est la moyenne arithmétique des n résultats ;
- S est l'estimateur de l'écart type de la distribution des résistances ;
- f_{c28} est la résistance caractéristique spécifiée ;

- $K(n)$ est un coefficient, fonction du nombre de résultats selon le tableau ci-dessous :

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

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

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

3.3.6.1.2. Délais impartis pour l'étude de composition

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

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

3.3.6.2. Fabrication des bétons

(article 8.3.1 du fascicule 65 du CCTG)

S'il n'y a pas de contraintes particulières de durée de transport et de temps de mise en œuvre, le titulaire a la liberté de proposer sa méthode de fabrication :

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

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

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

3.3.6.3. Transport et manutention

(article 8.3.1.3 du fascicule 65 du CCTG)

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

3.3.6.4. Assurance de la qualité des bétons

Dans le cadre du contrôle intérieur, sont réalisées :

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

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

3.4. ARMATURES DE BETON ARME

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

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

3.4.1. Aciers

(norme NF EN 13670/CN, chapitres 6.2.1.1 et 6.2.2.1 du fascicule 65 du CCTG, normes NF A 35-015, NF A 35-080-1, NF A 35-080-2, NF A 35-024)

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

L'utilisation des aciers lisses est limitée aux :

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

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

Les treillis soudés sont conformes à la norme NF A 35-080-2 et NF A 35-024 et bénéficient de la marque NF-Aciers pour béton armé.

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

Le conditionnement et l'identification des aciers respectent les exigences du chapitre 6.2.2.1 du fascicule 65 du CCTG.

3.4.2. Armatures

(norme NF EN 13670/CN, chapitre 6.2.1.2 et 6.2.2.2 du fasc. 65 du CCTG, norme NF A 35-027)

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

Si les armatures sont façonnées sur chantier, l'atelier forain doit bénéficier de la marque NF-Armatures.

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

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

3.4.3. Dispositifs de rabouillage ou d'ancrage

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

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

La continuité des armatures traversant les reprises de bétonnage est obligatoirement assurée par des dispositifs de raboutage. Ces derniers sont conformes à la norme NF A 35-020-1, et son amendement NF A 35-020-1/A1, et admis à la marque AFCAB-Dispositifs de raboutage ou d'ancrage d'armatures du béton.

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

3.4.4. Accessoires

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

Les cales, chaises et boîtes d'attente doivent respecter les exigences fixées dans les chapitres 6.2.1.4 et 6.2.1.5 du fascicule 65 du CCTG.

Les boîtes d'attente doivent être certifiées AFCAB-Boîtes d'attente pour le béton armé.

Le conditionnement et l'identification des boîtes d'attente respectent les exigences du chapitre 6.2.2.4 du fascicule 65 du CCTG.

3.5. BETONS ET MORTIERS HYDRAULIQUES

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

3.5.1. Généralités sur la définition des bétons

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

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

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

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

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

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

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

Par dérogation au fascicule 65 du CCTG, pour chaque partie d'ouvrage, les classes d'exposition la classe de résistance au sens de la norme NF EN 206/CN, la teneur minimale en liant équivalent, les exigences sur le ciment, le rapport E_{eff}/L_{eq} maximal et les caractéristiques complémentaires exigées sont indiqués dans le tableau du sous-article « Définition des bétons ».

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

3.5.2. Définition des bétons

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

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

Parties d'ouvrage	Classes d'exposition	Classe de résistance	Caract. complémentaires (3)
Longrine de pied	XC4 XF1	C35/45	RAG + Bs
Béton projeté (Mur)	XD1 XC4 XF2	C35/45	RAG + Bs
Longrine glissière / Poutre de couronnement	XD3 XC4 XF4	C35/45	RAG + Bs
Béton de liaisonnement des enrochements	X0	C20/25	-

3.5.2.1. Mortiers

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

3.5.2.2. Commentaires concernant les spécifications fournies dans les tableaux précédents

La mention « ES » dans les tableaux précédents désigne soit un ciment ES au sens de la norme NF P 15-319, soit un ciment SR au sens de la norme NF EN 197-1 et titulaire de la marque NF-Liants hydrauliques.

Conformément à la norme NF EN 206/CN, les bétons des parties d'ouvrage soumises à la classe d'exposition XF2 (dans les conditions du tableau 8.1 du fascicule 65) peuvent être formulés de deux façons différentes :

- Avec une teneur en air occlus égale ou supérieure à 4 % ;
- Avec une teneur en air occlus inférieure à 4 % et les spécifications correspondant à la classe d'exposition XD3.

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

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

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

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

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

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

- Caractéristique complémentaire « G » : les bétons correspondants doivent faire l'objet des dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel, précisées dans la suite du présent CCTP ;
- Caractéristique complémentaire « G+S » : les bétons correspondants doivent faire l'objet des dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel avec fondants précisées dans la suite du présent CCTP.
- Caractéristique complémentaire « RAG » : les bétons correspondants doivent faire l'objet des dispositions particulières relatives à la prévention des désordres liés à l'alcali-réaction précisées dans la suite du présent CCTP ;
- Caractéristique complémentaire « Bs », « Cs », ou « Ds » : il s'agit de niveaux de prévention vis-à-vis de la réaction sulfatique interne du béton. Les prescriptions relatives à ces niveaux sont indiquées dans le guide technique édité en 2017 par l'IFSTTAR et intitulé « Recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne » ;
- Caractéristique complémentaire « LRE » : les bétons correspondants doivent faire l'objet des dispositions particulières relatives à la limitation des retraits précisées dans la suite du présent CCTP ;
- Caractéristique complémentaire « LCH » : les bétons correspondants doivent faire l'objet des dispositions particulières relatives à la limitation de la chaleur d'hydratation précisées dans la suite du présent CCTP ;
- Caractéristique complémentaire « EQP » : les bétons correspondants doivent faire l'objet de dispositions particulières pour la qualité des parements précisées dans la suite du présent CCTP.

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

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

(6) Spécification requise uniquement en présence de chlorures.

(7) Spécification requise uniquement en présence de sulfate.

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

(9) Pour les bétons soumis à une classe d'exposition XF3 ou XF4, le titulaire peut réduire les dosages en liant équivalent en dessous de 385 kg/m³, dans la limite de 350 kg/m³ pour la classe XF3 et de 370 kg/m³ pour la classe XF4, sous réserve de justifier la résistance au gel interne par l'essai pertinent des normes NF P 18-424 ou NF P 18-425 selon le degré de saturation en eau du béton. Le titulaire doit également justifier la résistance à l'écaillage par l'essai défini dans la norme XP P 18-420 en cas de gel en présence de sels de déverglaçage.

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

3.5.2.3. Consistance et teneur en air des bétons

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

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

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

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

Dispositions particulières pour la qualité des parements (EQP)

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

3.5.3. Constituants des mortiers et bétons

(art. 8.1.2 du fasc.65 du CCTG)

3.5.3.1. Granulats

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.5.3.2. Ciments

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

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

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

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

Contrôle intérieur

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

Contrôle extérieur

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

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

3.5.3.2.1. 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.

3.5.3.2.2. Dispositions particulières liées à la limitation du retrait LRE

La résistance caractéristique du béton est d'au moins 35 MPa à 28 jours sur cylindres.

3.5.3.2.3. Dispositions particulières liées aux réactions de gonflement interne

Réaction alcali-silice RAG

Contrôle intérieur

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

Contrôle extérieur

L'attention du titulaire est attirée sur le fait que le maître d'œuvre peut faire effectuer sur les prélèvements de ciment des mesures de taux d'alcalins et de teneurs en laitier.

Réaction sulfatique interne RSI

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

3.5.3.3. Adjuvants pour bétons

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

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

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

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

L'utilisation d'un entraîneur d'air est obligatoire pour les bétons traditionnels de classe inférieure à C50/60. L'utilisation d'un réducteur d'eau est fortement conseillée pour pallier les baisses de résistances mécaniques consécutives à la présence d'air entraîné. Il est nécessaire d'effectuer un complément d'étude en centrale permettant de tenir compte des conditions de malaxage et de température. Son objet est d'ajuster le dosage en entraîneur d'air de manière à respecter la fourchette de pourcentage d'air entraîné défini lors de l'étude et de vérifier la stabilité dans le temps des différents paramètres.

3.5.3.4. Additions pour bétons

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

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

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

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

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

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

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

Seuls les laitiers moulus et les fumées de silice sont susceptibles de ne pas altérer la résistance au gel des bétons durcis. Les cendres volantes sont interdites dans tous les cas.

Si les additions sont utilisées comme correcteur de la granularité des sables ou en addition au ciment (nécessairement un CEM I), les dosages maximaux suivants par rapport au poids du ciment sont à respecter :

- 10 % pour les fumées de silice ;
- 30 % pour les laitiers moulus ;
- 15 % pour les additions calcaires (certaines peuvent augmenter la sensibilité à l'écaillage) ;

étant entendu que le total du dosage en additions calcaires et laitiers moulus ne doit pas dépasser 30 %.

Les additions ne sont autorisées en substitution partielle au ciment que pour les bétons G et avec un ciment CEM I ; le dosage minimal s'applique alors au liant recomposé ciment + addition.

Pour un béton dont le diamètre maximal du granulat D max est égal à 20 mm, les quantités maximales suivantes, données en kg/m³, doivent être respectées :

Classes d'exposition	XF1	XF2	XF3	XF4
Laitiers moulus	50	0	50	0
Fumées de silice	30	0	30	0
Additions calcaires	50	0	0	0

Pour un béton dont le diamètre maximal du granulat Dmax est différent de 20 mm, les quantités d'additions A à ajouter ou à déduire, en pourcentage des valeurs indiquées dans le tableau précédent, sont données dans le fascicule 65 du CCTG.

Pour une même formule, une seule addition est autorisée en substitution dans une formule donnée.

3.5.3.5. Eau

(art. 8.1.2.3 du fasc. 65 du CCTG)

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

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

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

Les épreuves d'étude, de convenance et de contrôle des bétons utilisés dans la construction de l'ouvrage doivent respecter les exigences définies dans la norme NF EN 13670/CN et les articles correspondants du fascicule 65 du CCTG (8.2.1, 8.2.3 et 8.3.2 respectivement).

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

3.5.5. Étude des bétons

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

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

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

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

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

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

Justification de la qualification des granulats

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

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

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

Justification de la possibilité d'utilisation des granulats

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

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

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

3.5.5.2. Dispositions particulières liées à la réaction sulfatique interne

Généralités

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

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

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

Température maximale pour le niveau de prévention Bs

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

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

Les caractéristiques exigées sont les suivantes :

Caractéristiques	Béton G	Béton G+S
Rapport E_{eff}/C (E_{eff} = eau efficace et C = ciment ou liant recomposé pour les bétons G)	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Résistance caractéristique en compression f_{ck} à 28 j sur cylindre	≥ 30 MPa	≥ 35 MPa
Facteur d'espacement L selon norme ASTM C 457/C 457M °	≤ 250 μm	≤ 200 μm
Écaillage selon la norme XP P 18-420	sans objet	≤ 600 g/m ² °°
Allongement relatif selon les normes NF P 18-424 et NF P 18-425	≤ 400 $\mu m/m$	≤ 400 $\mu m/m$
Rapport des carrés des fréquences de résonance mesurées suivant la norme NF P 18-414	≥ 75	≥ 75

° L'évaluation du facteur d'espacement nécessite que le titulaire respecte avec une très grande rigueur le mode opératoire de la norme : prélèvement des échantillons, nombre d'échantillons, qualité du polissage, etc. Cette opération doit être réalisée par un personnel qualifié et par un organisme certifié COFRAC.

°° Dans le cas des bétons bruts de décoffrage destinés à des parties d'ouvrage dont l'esthétique est une fonction particulièrement importante, on peut limiter les valeurs d'écaillage à 150 g/m². Ces valeurs très basses nécessitent des conditions de fabrication très élaborées. Elles sont imposées uniquement pour les parties d'ouvrage visibles à très courte distance, 2 à 3 m, et exigeant un aspect d'une qualité exceptionnelle. Elles doivent être spécifiées dans le CCTP du marché.

La quantité d'air occlus dans le béton frais doit être mesurée à l'aéromètre sur chaque gâchée fabriquée.

3.5.6. Épreuves de convenance

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

3.5.6.1. Dispositions générales

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

Un essai de rendement doit être effectué. Il doit permettre de vérifier l'inégalité suivante : $0,975 < \frac{f_{théorique}}{f_{réelle}} < 1,025$

Si l'élément témoin est accepté par le maître d'œuvre, le point d'arrêt est levé ; l'élément témoin est alors démoli et évacué, conformément aux prescriptions du PRE, dans un lieu de stockage ou de regroupement, ou dans une unité de recyclage aux frais du titulaire.

Si cet élément témoin est refusé par le maître d'œuvre, le titulaire l'évacue, conformément aux prescriptions du PRE, dans un lieu de stockage ou de regroupement, ou dans une unité de recyclage et le recommence à ses frais, autant de fois que nécessaire.

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

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

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

3.5.6.3. Contrôle interne a 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.

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

En l'absence de granulats titulaires de la marque NF-Granulats et d'un dossier carrière approuvé par le maître d'œuvre, le titulaire doit réaliser sur chaque dépôt de granulats et à chaque renouvellement de stock, des essais rapides permettant la qualification des granulats conformément aux prescriptions du fascicule de documentation FD P 18-542. Les résultats de ces essais sont fournis au maître d'œuvre avant chaque phase de bétonnage. Le nombre de ces essais doit être au moins de trois pour un tas de 1 000 m³ et au moins de deux pour un tas de 500 m³.

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

3.5.6.5. Épreuve de contrôle

(norme NF EN 13670/CN, art. 8.3.2 et annexe B du fasc. 65 du CCTG)

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

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

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

Lot	Nombre de prélèvements
Longrine de pied	2 et au moins un prélèvement par phase de bétonnage
Poutre de couronnement	1
Longrine pour glissière	2 et au moins un prélèvement par phase de bétonnage

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

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

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

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

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

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

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

3.5.6.6. Équipements des centrales à béton

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

3.6. CLOUTAGE

(Fascicule 68, NF EN 14490, NFP 94-270, NF P 94-242-1, NF P 94-153)

L'ensemble des prescriptions fournies au sein de la G2-PRO présent au sein du DCE sont à prendre en compte par l'entreprise.

3.6.1. Coulis de scellement ou de protection

Les produits de scellement doivent être soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

3.6.1.1. Définition du coulis

Les coulis utilisés pour les injections sont des coulis constitués de ciment et d'eau.

Ils sont réalisés par un mélange de ciment CEM I et d'eau, dans les proportions C/E de 2 (rapport pondéral). L'entrepreneur doit fournir la composition du coulis et ses caractéristiques. Toute modification du rapport C/E doit être justifiée par l'entrepreneur.

L'utilisation de mortier expansif est interdite.

3.6.1.2. Eau

L'eau de gâchage satisfait aux prescriptions de la norme NF EN 1008. Sous réserve de conformité à la norme précitée, l'eau du réseau public peut être utilisée, prescription conforme à l'article 82.3 du fascicule 65 du CCTG.

3.6.1.3. Ciment

Pour les injections dans le sol, le ciment doit être un ciment de type CEM I 52,5 N au sens du tableau 3 de la norme NF EN 197-1 et de ses amendements NF EN 197-1/A1 et NF EN 197-1/A3. Il doit être PM au sens de la norme NF P 15-317 et ES au sens de la norme NF P 15-318.

3.6.1.4. Adjuvants

Les adjuvants doivent être conformes à la norme NF EN 934-2+A1 et satisfaire aux conditions de non-agressivité des armatures.

3.6.1.5. Essais de convenueance du coulis

Il doit être procédé à un essai de convenueance du coulis à la charge de l'entreprise.

Cet essai porte, en fonction des types de produit, sur :

- Les conditions de mise en œuvre,
- La fluidité (suivant NF P 18-832),
- Le ressuage (suivant P18-834),
- La densité,
- Le temps de prise du coulis,
- La résistance à la compression simple du coulis.

Pour cette dernière, la résistance à 28 jours doit être supérieure à 25 MPa.

3.6.2. Produits de scellement et de calage

3.6.2.1. Généralités

Ces produits sont prêts à l'emploi et destinés aux opérations de scellement des épingles.

Les produits sont à base de résine époxyde ou à base de liant hydraulique modifié (produits EP ou LHM selon le vocabulaire du guide intitulé «Choix et application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton - Guide technique» édité en 1996 par le LCPC-SETRA).

L'entrepreneur propose les produits à l'acceptation du maître d'œuvre. Ils ne sont acceptés que sur présentation d'un procès verbal de l'organisme certificateur qui est remis au maître d'œuvre pendant la période de préparation des travaux et au plus tard un (1) mois avant leur utilisation.

Les dosages, domaines d'application, DPU, temps de prise selon la température, caractéristiques mécaniques doivent être clairement récapitulés dans un document.

3.6.2.2. Scellement au coulis

Le coulis de scellement est conforme aux spécifications du Plan Qualité et soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

3.6.2.3. Scellement au mortier

Le mortier de scellement est conforme aux spécifications du Plan Qualité et soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

3.6.2.4. Scellement à base de mortier de résine

Les mortiers de résine ne peuvent être utilisés que pour des scellements provisoires.

Ils doivent bénéficier d'un ATE selon l'ETAG 001 partie 5 et du marquage CE conformément à la norme NF EN 1504-6. Ils doivent satisfaire en fonction de leur destination aux critères figurant dans le guide intitulé «Choix et application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton - Guide technique» édité en 1996 par le LCPC-SETRA.

Les produits proposés ne doivent pas contenir de solvant. Les composants des résines époxy doivent être prédosés et conditionnés dans des emballages distincts, étanches, complètement identifiés et devant permettre la préparation de 1 kg, 2 kg ou 5 kg de mélange.

3.6.2.5. Scellement mécanique

La fixation du boulon est obtenue par une tête expansive située en fond de trou et bloquée par le serrage du boulon. L'effet du boulon est immédiat. Ce type de scellement est réservé pour une épingle provisoire et interdit pour les épingles et tirants définitifs.

3.6.2.6. Produit de calage des plaques d'appui

Le produit de calage est conforme aux spécifications du Plan Qualité et soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

3.6.3. Barres constituant les épingles

(NF P 95-107, NF P 95-106)

Les barres sont conformes à l'article 4.2.2.4 de la norme NF P 95-107 et à l'article 6.3 de la norme NF P 95-106.

Les barres et clous ont les longueurs définies sur les plans joints au présent CCTP.

3.6.3.1. Armatures à haute adhérence

(NF A 35-080-1)

Les barres constitutives des clous sont des armatures à haute adhérence conformes à la norme NF A 35-080-1, de nuance B500B au sens de celle-ci.

Elles sont soudables. Le recours à des armatures conformes aux spécifications de la norme NF A 35-017 est ainsi interdit.

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

Les armatures doivent bénéficier de la marque NF-Armatures.

L'extrémité apparente des barres est filetée sur 200 mm par forage.

3.6.3.2. Autres barres

L'utilisation d'autres barres que des barres en aciers HA est possible. Des barres autoforantes peuvent être acceptées mais sont soumises au visa du maître d'œuvre.

3.6.3.3. Boulonnerie

Les boulons utilisés sont des boulons galvanisés à haute résistance aptes à la précontrainte du système HR au sens de la norme NF EN 14399-1 et de classe de qualité 10.9/10 telle que définie à l'article 3 de la norme NF EN ISO 898-1. Ils sont aptes au serrage par la méthode du couple en classe de performances K2 au sens de la norme NF EN 14399-1.

3.6.3.4. Protection contre la corrosion des clous

Il conviendra de vérifier que l'acier des clous sera conforme à la norme NF EN-10025 (acier de construction) afin d'intégrer une épaisseur sacrificielle pour la corrosion.

3.6.4. Plaques d'ancrages

L'ensemble "plaque d'ancrage" comprend également la contre-plaque et l'écrou hémisphérique. Il est soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

Si l'entreprise n'utilise pas de contre-plaque, le trou de la plaque doit être allésé et présenter du côté serrage un cône d'angle au centre 60°. Le boulon doit avoir obligatoirement une embase hémisphérique.

Les plaques, contre-plaques et écrous sont en acier S235 tel que défini par la norme NF EN 10025-2 ou en acier allié ayant des caractéristiques mécaniques au moins égales.

Ces aciers sont aptes à la galvanisation conformément aux prescriptions de la norme NF A 35503.

Les plaques doivent avoir une dimension minimale de manière à ne pas exercer d'effort ponctuel sur la maçonnerie et répartir l'effort dû au tirant sur une certaine zone. La règle est de couvrir au minimum 3 moellons. Si ces précautions ne sont pas prises, il y a un fort risque de voir apparaître des fissures entre les joints des moellons maintenus et le reste de la maçonnerie. D'autre part les plaques doivent avoir une inertie importante, c'est la raison pour laquelle il est recommandé d'utiliser des UPN. On utilise couramment des UPN 140 ou 160.

3.6.4.1. Plaques simples

Elles sont constituées d'un profilé rectangulaire de 200 mm x 200 mm x 20 mm.

3.6.5. Conduits

Dans le cas de forage dans les remblais ou dans les maçonneries désorganisées, les clous sont enfilés dans des tubes en acier galvanisé conformes aux normes NF EN 10305-3 et NF EN 10240.

L'épaisseur des tubes en acier doit être supérieure ou égale à 2 mm.

Dans le cas de forage dans les remblais ou dans les maçonneries désorganisées, les clous sont enfilés dans des tubes en polyéthylène conformes aux normes en vigueur. Il s'agit des normes NF EN 12201-1, NF EN 12201-2, NF EN 12201-3, et NF EN 12201-5, selon l'identification AFNOR 114, groupe 4 applications industrielles, ou groupe 2 eau potable.

L'épaisseur des tubes en polyéthylène doit être supérieure ou égale à 3 mm.

Toute fourniture de tube du groupe 4 doit impérativement être accompagnée des documents de traçabilité concernant l'origine, la qualité et la quantité du polyéthylène de récupération utilisé pour la fabrication. En l'absence de ces documents, la fourniture est refusée.

3.6.6. Contrôle extérieur

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

3.7. DRAINS SUBHORIZONTAUX

Le tubage des drains crépinés sera en PVC, à visser, de qualité alimentaire, Ø 52-62 mm, avec une résistance à l'écrasement de 9 bars.

L'ouverture des crépines sera de 1 mm (fente usinée).

Les drains devront présenter 3 crépines sur la circonférence.

Ils seront protégés par une chaussette de géotextile.

Une référence aux normes NF en vigueur sur la fiche technique pourra ici constituer un gage de qualité et une garantie de bonne adéquation du produit aux objectifs du projet.

3.8. ENROCHEMENTS

Des enrochements liaisonnés seront mis en œuvre en pied du mur conforté pour la tranche ferme et sur un linéaire total de 150 m dans le cadre de la tranche optionnelle n°1.

Les enrochements proviendront d'une carrière agréée.

Les matériaux à mettre en œuvre sont des enrochements naturels.

Avant tout approvisionnement, les provenances choisies par l'Entrepreneur doivent obligatoirement être soumises à l'agrément du maître d'œuvre.

L'Entrepreneur doit s'assurer que les carrières choisies offrent des disponibilités suffisantes et une homogénéité, tel qu'il puisse garantir les caractéristiques définies ci-dessous.

Le Maître d'œuvre se réserve la possibilité par une visite sur le site de la carrière d'exiger l'approvisionnement à partir des bancs offrant la meilleure garantie.

D'une manière générale, les enrochements doivent posséder une dureté suffisante pour pouvoir être déversés en vrac pour stockage et manipulés avec des engins mécaniques. Ils doivent être aussi homogènes et propres que possibles, ne s'altérer ni à l'air ni à l'eau et être exempts de fissures.

Les enrochements devront présenter une masse volumique réelle au moins égale à 2,3 t/m³ (Norme NF P 18-554).

L'entrepreneur propose à l'agrément du maître d'œuvre des matériaux non gélifs (Norme NF P 18-593) en précisant leurs caractéristiques : porosité (Norme NF P 18-554), degré d'usure (Norme NF P 18-577), indice de continuité (Norme NF P 18-556), résistance aux chocs (Norme NF P 18-573).

Ils ne seront ni gélifs, ni altérables par l'air ou par l'eau.

Ils auront une dureté suffisante pour être manipulés avec des engins et déposés en vrac.

Les valeurs maximales admises sont :

- Micro D_{eval} Humide ≤ 15 ;
- Los Angeles ≤ 25 ;
- Porosité < 2% (norme NFP 18-554) ;
- Densité > 2,6.

Les caractéristiques des enrochements seront les suivantes : blocs de 150 à 400 kg.

Les enrochements ne doivent pas être de forme arrondie mais plutôt tétraédrique.

Le diamètre des blocs ne devra pas présenter d'allongement supérieur à 3 (rapport entre la plus grande dimension et la plus grande largeur mesurable perpendiculairement à la plus grande dimension).

Le fournisseur apportera la preuve à la livraison du niveau de qualité des matériaux ou produits qu'il propose, en les accompagnants de certificats de contrôle inclus dans son système d'assurance qualité. La réception et le contrôle de la qualité des matériaux se feront conformément aux exigences des normes NF P 94-325-1 & NF P 94-325-2.

Les fiches techniques ou les informations sur les caractéristiques des éléments doivent comporter clairement le nom du fournisseur, la dénomination du produit et les dimensions des blocs.

Le Maître d'œuvre se réserve le droit, en cas d'anomalie ou de doute sur les matériaux livrés, de prélever directement des échantillons en vue de procéder à des essais de contrôle dans un laboratoire agréé par lui. Toute livraison non conforme sera refusée et évacuée aux frais de l'entrepreneur. Les frais d'essais éventuels réalisés en sus et donnant des résultats non satisfaisants seront facturés à l'entrepreneur.

3.9. BETON BITUMINEUX

(fasc. 23, 24 et 27 du CCTG, normes NF EN 13043, NF P 18-545, NF EN 13108-1 et NF P 98150-1)

3.9.1. Type d'enrobé

La couche de roulement de l'ouvrage est constituée par un BBSG 0/10 de classe 3.

3.9.2. Caractéristiques des granulats

(NF EN 13043 et norme NF P 18-545)

3.9.2.1. Caractéristiques des gravillons pour les enrobés de classe 3

La couche de roulement étant un BBSG sous classe de trafic cumulé supérieure ou égale à TC3-20 ou TC3-30 (TMJA PL/sens > 150), les caractéristiques minimales des granulats sont celles définies dans le tableau ci-dessous :

Résistance mécanique au sens de la norme NF EN 13043 (*)	Caractéristiques de fabrication au sens de la norme NF EN 13043 (*)
LA20 MDE15 PSV50 (**)	Granularité G ₈₅ /20 ; Tamis intermédiaire : G ₂₀ /15 ; Aplatissement : FI ₂₅ , FI ₃₀ si D < ou égal à 6,3 mm ; Teneur en fines : f ₁ , f ₂ si MBF ₁₀ ; Angularité des gravillons d'origine alluvionnaire : C ₉₅ /1

(*) Pour information, ces exigences sont équivalentes à celles du code Bnc III Ang 1 défini dans la norme NF P 18-545.

(**) Par complément à la norme NF EN 13043, une compensation de 5 points entre les valeurs de LA et MDE peut être admise.

3.9.2.2. Caractéristiques des fillers, sables et graves

(norme NF EN 13043 et article 8 de la norme NF P18-545)

3.9.2.2.1. Fillers

Les fillers sont de catégorie MBF10, V28/45 et DR&B8/25 au sens de la norme NF EN 13043.

3.9.2.2.2. Sables et graves 0/4

Les sables et graves 0/4 ont les caractéristiques minimales suivantes au sens de la norme NF EN 13043 :

- Granularité : GF85 ou GA85 ; GT^C10
- Qualité des fines : MBF10 (MB² admis sur la fraction 0/2)
- Angularité des sables et graves d'origine alluvionnaire : Ecs38.

3.9.3. Liant hydrocarboné

(normes FD T 65-000, NF EN 13808, NF EN 12591, NF EN 14023)

Le liant hydrocarboné utilisé est soit un bitume de grade routier usuel conforme à la norme NF EN 12591, soit un bitume modifié par des polymères conforme à la norme NF EN 14023.

Pour les couches d'accrochage à mettre en œuvre hors ouvrage, le liant utilisé est une émulsion cationique de bitume pur à rupture rapide conforme à la norme NF EN 13808 et dosée à 300 g/m² de bitume résiduel.

3.9.4. Composition et spécifications du béton bitumineux

(NF EN 13108-1 et NF P 98-150-1)

La formule de composition du BBSG doit être conforme aux spécifications de la norme NF EN 13108-1 et doit mettre en évidence la composition du mélange, notamment la teneur en liant et en fines, et les performances obtenues à partir de cette composition.

L'épreuve de formulation est de niveau 2 au sens de la norme NF P 98-150-1. Elle date de moins de cinq ans.

Les performances à obtenir au sens de la norme NF EN 13108-1 sont les suivantes :

Appellation FR	Appellation EU	Teneur en liant	Pourcentage de vides PCG	Tenue à l'eau	Résistance à l'orniérage
BBSG 0/10 classe 3	EB 10 roul grade bitume (à déclarer)	TL _{min} 5,2	V _{min} 5 à V _{max} 10 à 60 girations	ITSR ₇₀	P5 (≤ 5% - 60°C et 30 000 cycles) V _i =5% et V _s =8%
GB4 0/14		-	V _{max} 9	ITSR ₇₀	P10 (≤ 10% - 60°C et 30 000 cycles) V _i = 5% et V _s =8 %

Le taux d'agrégats pourra être de 40% maximum

3.10. BARBACANES

(NF T 54-070)

Les barbacanes mises en place sont en polyéthylène haute densité (PEHD) de diamètre 80 mm millimètres. La tenue des éléments se fait par produit de scellement à retrait compensé défini ci-après. La tuyauterie doit être conforme aux normes NF T 54-070 de novembre 1978.

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

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

3.10.1. Produits de scellement des barbacanes

(NF EN 1504-6)

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

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

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

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

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

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

3.11. GRAVE NON TRAITEE

(fasc. 23 du CCTG, norme NF EN 13285)

Les graves non traitées à mettre en œuvre sont : GNT 0/31,5 mm et GNT 0/20 mm.

3.11.1. Granulats

(norme NF P 18-545, NF EN 13242+A1)

Les caractéristiques minimales des granulats doivent être :

- Catégorie F pour les caractéristiques intrinsèques des gravillons ;
- Catégorie IV pour les caractéristiques de fabrication des gravillons ;

- Catégorie b pour les caractéristiques de fabrication des sables.

3.11.2. Eau

(norme NF P 98-100)

L'eau utilisée peut être de catégorie 1 ou 2 au sens de l'article 5 de la norme NF P 98-100.

3.11.3. Caractéristiques de la grave non traitée

(norme NF EN 13285)

Le fuseau de spécification est celui défini pour une GNT 2 de la norme NF EN 13285.

La masse volumique sèche et la teneur en eau optimale de laboratoire sont déterminées selon les normes NF EN 13286-1 et NF EN 13286-2 à l'énergie Proctor Modifiée.

3.11.4. Préconisations spécifiques

Suivant la méthode d'exécution choisie, la présence des clous au niveau de la zone effondrée peut limiter voire interdire l'utilisation d'un compacteur. Les matériaux de remblais devront être proposés en conséquence.

3.12. GLISSIERES DE SECURITE

(normes NF P 98-410, NF P 98-411, NF P 98 412 et NF P 98-413)

3.12.1. Généralités

Les glissières de sécurité sont conformes à la norme NF P 98-410.

Elles doivent être titulaires de la marque NF-Equipements de la route - Barrières de sécurité.

3.12.2. Qualité des matériaux

Les éléments constitutifs des glissières sont conformes aux prescriptions de la norme NF P 98-412 et du règlement particulier de la marque NF-Equipements de la route - Barrières de sécurité.

3.12.3. Protection contre la corrosion

(fasc. 56 du CCTG)

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

3.12.4. Système de fixation

La platine de fixation sera conforme à la norme NF P 98-412 (platine de 250 x 200 x 14 mm liée à la longrine par des vis ou tiges filetées de diamètre 20 mm).

4. EXECUTION DES TRAVAUX

4.1. TRAVAUX PREPARATOIRES

4.1.1. Installations de chantier

L'installation du chantier comprend les travaux suivants :

- les prestations définies à l'article 1.1 de l'annexe D du fascicule 65 du CCTG,
- les travaux d'assainissement relatifs aux installations de chantier,
- les dispositifs de recueil et de traitement des eaux usées et polluées en provenance des installations du chantier,
- l'éclairage du chantier et des zones de travail,
- l'installation des matériels et des magasins de stockage des produits, y compris la préparation des plates-formes supports,
- une salle de réunion mise à la disposition du maître d'œuvre y compris le chauffage éventuel, l'éclairage et l'entretien,
- les frais relatifs aux DICT,
- le constat contradictoire de toutes les installations avant démarrage du chantier,
- l'aménagement des accès et du terrain mis à disposition de l'entreprise pour la mise en place des installations de chantier et le stockage du matériel et des matériaux,
- les indemnités d'occupation des terrains ainsi que l'aménagement de ces derniers, y compris les démarches administratives, les formalités juridiques ainsi que les travaux de réfection, consolidation et mise en conformité des terrains,
- l'entretien des accès de chantier et des aires de stockage,
- la signalisation des installations de chantier,
- la réalisation de clôtures périphériques du chantier, leur maintien pendant toute la durée du chantier et leur ouverture et fermeture sous chaque passage de véhicule chantier,
- les installations et déplacements éventuels des bureaux et baraquements de l'entreprise, des toilettes et les installations propres au personnel et au matériel de l'entreprise, conformément à la législation en vigueur,
- Les branchements provisoires de toutes natures nécessaires au fonctionnement du matériel et à la marche générale des travaux (eau, énergie, téléphone...), y compris la location des compteurs. La fourniture en eau et en télécommunication sera à la charge de l'entrepreneur,
- la mise en place d'un atelier météo (thermomètre hygromètre enregistreur fonctionnant en permanence) et l'affichage des conditions à 5 jours, corrigées 24 heures à l'avance,
- le nettoyage permanent du chantier, des aires de stockage et de leurs abords, des voies de circulation et de chantier, et à la fin du chantier,
- les frais de gardiennage et la surveillance éventuelle du chantier de jour et de nuit,
- les frais d'astreinte,
- les frais imputables à l'application des prescriptions de toutes les mesures d'ordre, de sécurité et de protection de la santé,
- l'amené, la mise à disposition à pied d'œuvre des moyens de levage,
- le repliement de toutes les installations de l'entreprise,
- la remise en état des lieux après repliement des installations de l'entreprise,

- les frais d'assurance de l'entreprise contre les préjudices causés aux personnes et aux usagers des voies publiques du fait des travaux.

4.1.2. Implantation, piquetage

(art. 27 du CCAG-T)

Le piquetage de l'emprise du chantier doit être réalisé conformément à l'article 27 du CCAG-Travaux pendant l'ensemble de la durée du chantier.

Les tolérances d'implantation des piquets sont de ± 50 mm.

4.1.3. Atelier météo

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

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

4.2. OUVRAGE PROVISOIRE

Ils doivent être conformes aux prescriptions du chapitre 5 du fascicule 65 du CCTG, et classés en fonction de l'importance de l'ouvrage.

Accès aux zones de travail : il se fait par des échafaudages posés ou suspendus.

Il faut prendre garde à la surcharge importante amenée par les retombées, notamment lors de la projection de béton. La surcharge de retombées à prendre en compte doit être égale au poids desdites retombées calculées sur une journée.

Les ouvrages provisoires sont mis en place et utilisés sous la responsabilité entière de l'entreprise titulaire. Ils doivent à ce titre être réceptionnés avant toute utilisation par le chargé des ouvrages provisoires (COP) de l'entreprise.

Il est nécessaire que l'entrepreneur mette en œuvre des étalements. Les étalements ne doivent pas subir de déplacement excédant deux (2) centimètres en quelque point que ce soit durant les phases de réparation prévues.

4.3. BATARDEAU ET EPUISEMENT

4.3.1. Batardeau en big bag

Les batardeaux font partie de l'entreprise qui a la charge de tous les travaux et fournitures nécessaires à leur exécution.

Les batardeaux seront réalisés en amont et en aval de l'ouvrage sur une distance en accord avec le DLE en annexe.

Les matériaux utilisés pour la construction des batardeaux sont des matériaux d'apport, prélevés hors du site, et soumis à l'acceptation du maître d'œuvre. Ils sont évacués à l'issue des travaux, conformément au SOSED.

Pour réaliser les travaux, une mise à sec de l'ouvrage et des abords est réalisée en exécutant deux batardeaux big bag avec pose d'une membrane étanche. Sur l'emplacement des batardeaux, un décapage du lit et une souille sont exécutés.

La cote du niveau supérieur des batardeaux est fixée à + 1,50 m par rapport au fond du lit.

Un busage sera mis en place afin d'assurer l'écoulement correct du cours d'eau.

Les caractéristiques du busage sont les suivantes : 3 conduites de diamètre 600 mm.

Les batardeaux sont mis en place, réceptionnés et utilisés par l'entreprise comme tout ouvrage provisoire.

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

4.3.2. Epuisement

Les épuisements font partie de l'entreprise qui a la charge de tous les travaux et fournitures nécessaires à leur exécution.

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

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

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

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

4.3.3. Pêche de sauvegarde

Pour chaque enceinte de batardée, le titulaire devra prévoir la réalisation d'une pêche de sauvegarde.

Cette pêche devra être réalisée par des personnes habilitées.

Le Titulaire soumettra au maître d'œuvre une procédure spécifique pour la réalisation de cette pêche de sauvegarde.

4.3.4. Nettoyage du fond de lit

Après épuisements, le fond de lit est nettoyé et dégagé de tous les matériaux faisant obstacle à l'exécution des travaux et notamment sous l'ouvrage pour la réfection du radier. Tous les matériaux extraits sont évacués du chantier conformément au SOSED.

4.4. CLOUTAGE

(NF EN 14490)

L'ensemble des prescriptions fournies au sein de la G2-PRO présent au sein du DCE sont à prendre en compte par l'entreprise.

4.4.1. Reconnaissances préliminaires

Les zones à traiter font l'objet d'un relevé contradictoire entre l'entreprise et le maître d'œuvre.

4.4.2. Contrôle intérieur

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

4.4.3. Les essais de convenance

Avant le démarrage des travaux de cloutage, dans le cadre du contrôle intérieur, l'entrepreneur 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 l'entrepreneur en accord avec le maître d'œuvre). Cette épreuve a pour but de vérifier, de façon contradictoire, l'aptitude du personnel et des moyens à satisfaire les conditions du marché.

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

- La qualité de la préparation du support,
- L'applicabilité des produits,
- La qualité des cloutages.

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

4.4.4. Suivi de chantier

Le chantier peut démarrer lorsque les modalités du plan des contrôles sont précisément établies et acceptées par le maître d'œuvre.

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

- La préparation des surfaces ; chaque préparation de surface fait l'objet d'un contrôle interne dont les modalités sont définies dans le Plan Qualité, et dont la traçabilité est assurée dans les documents de suivi d'exécution. Conformément aux dispositions du paragraphe suivant intitulé "Contrôle extérieur" du présent CCTP, le maître d'œuvre se réserve le droit d'effectuer à tout moment un contrôle extérieur inopiné du respect des procédures d'exécution.
- La réception des produits,
- L'application des produits.

Tous les contrôles énumérés ci-dessus font partie du contrôle intérieur à la charge de l'entrepreneur.

4.4.5. Forage

4.4.5.1. Implantation

La position des forages est tracée à la peinture sur la maçonnerie avec indication du numéro du forage. Ces indications sont reportées sur le plan de récolement tenu à jour d'une manière hebdomadaire. La tolérance d'implantation est de 5 cm.

4.4.5.2. Diamètre

Le diamètre des forages est compris entre 50 et 70 mm et est déterminé de la manière suivante :

- Cas de scellement au coulis : diamètre de la barre augmenté de 10 à 15 mm.

4.4.5.3. Exécution des forages

Si la foration se fait à l'air comprimé, la pression doit être strictement contrôlée et ne pas dépasser 0,3 MPa. Le refroidissement à l'eau doit être contrôlé pour éviter le délavage des maçonneries.

Si la maçonnerie est en bon état, on peut recourir à des forages destructifs.

Si la maçonnerie est en mauvais état, le forage est donc réalisé préférentiellement en rotation en essayant de minimiser le diamètre des forages et l'énergie de foration.

4.4.6. Mise en œuvre des clous

4.4.6.1. Mise en œuvre des clous

Les clous sont introduits équipés de centreurs dans les forages ou les conduits.

4.4.6.2. Injections des clous

Les injections se font à faible pression (0,2 MPa maximum) avec surveillance des quantités injectées. Les têtes des forages sont équipées d'un tube d'injection en partie basse et d'un évent en partie haute.

Une consommation excessive de coulis sans atteindre la pression indiquée peut amener à scinder l'injection en plusieurs phases espacées dans le temps.

Suivant la méthode d'exécution choisi par le titulaire, les clous au niveau de la zone effondrée peuvent présenter des longueurs hors-sol importantes entre l'entrée en terre et le coffrage perdu. Ces longueurs devront être protégées par des tubages métalliques perdus afin de garantir l'injection de coulis de ciment sur l'intégralité des clous. Ces longueurs devront être prise en compte dans la note de calcul.

4.4.7. Essais à la rupture et de contrôle

L'exécution matérielle des essais, le dépouillement et l'interprétation des résultats incombent à l'entrepreneur qui propose ses conclusions au maître d'œuvre, lequel doit donner son accord avant tout début d'exécution des travaux.

Le mode opératoire des essais sera conforme à la norme NF EN 14490 « Clouage » Annexe C NF EN ISO 22477-5 « Partie 5 : Essai du tirant d'ancrage », à la norme NF 94-242-1 « Essais statique d'arrachement de clou soumis à un effort axial de traction », aux recommandations clouterre 1991.

Les clous d'essai doivent être implantés sur le terrain de façon qu'ils soient aussi représentatifs que possible de la zone d'ancrage des clous à venir.

Il sera réalisé un nombre d'essais dits de conformité à déplacement contrôlé et à l'effort contrôlé.

Pour réaliser un essai à effort contrôlé, il est nécessaire de réaliser préalablement un essai à déplacement contrôlé en vue d'estimer la traction limite T_{le} et par conséquent les paliers de chargement. On retient pour valeur de T_{le} la moyenne des essais à déplacement contrôlé.

Les essais d'arrachement seront répartis en essais à vitesse contrôlée et en essais à effort contrôlé. Les essais de contrôle ne seront réalisés qu'à vitesse contrôlée et répartis suivant les différentes longueurs de clous. Les essais seront à répartir de manière homogène sur le parement.

4.4.7.1. Essais à la rupture

Pour la réalisation d'essai à la rupture, on se rapportera aux normes NF EN 14490 et NF P 94-242-1 et aux recommandations clouterre 1991.

Ces essais seront réalisés aux emplacements choisis par le maître d'œuvre.

Les essais de conformité visent à vérifier des hypothèses prises sur le frottement latéral unitaire sol-clou. Ils seront réalisés suffisamment en avance pour valider les études d'exécution. Aucun des clous utilisés pour les essais de conformité ne pourront être réemployés et incorporés à l'ouvrage.

En tout état de cause, l'entrepreneur ne débutera les travaux de forage et mise en œuvre des clous qu'après réception et validation par le maître d'œuvre de l'ensemble des études, modalités et procédures d'exécution issues des conclusions des essais de conformité.

Par souci de gain de temps, les essais de conformité pourront être réalisés 7 jours après mise en place des clous d'essais.

Un changement de type de solution (augmentation du diamètre des barres, de la longueur des barres) devra être éprouvée à nouveau par deux (2) essais de conformité.

Le titulaire du marché sera responsable de la stabilité du mur lors de la réalisation des essais.

4.4.7.2. Essais de contrôle

Ces essais seront réalisés sur des clous de l'ouvrage. Ils visent à contrôler les ancrages mis en place avec une traction d'épreuve permettant d'atteindre l'effort de rupture par défaut d'adhérence.

Ces essais seront réalisés aux emplacements choisis par le maître d'œuvre.

Le mode opératoire de ces essais doit être conforme à celui des tirants d'ancrage décrit dans les normes NF EN 14490 et NF EN ISO 22477-5 et aux Recommandations Clouterre.

La traction d'épreuve ne dépassera pas 1,253 fois la traction de service.

4.4.7.3. Protection des parements

Conformément au fascicule 65 du CCTG, l'entrepreneur prend toutes les dispositions nécessaires (passivation des aciers en attente, protections provisoires, gardiennage, etc...) pour assurer la protection des parements de l'ouvrage jusqu'à réception des travaux.

4.4.8. Scellement par mortier de résine

Le scellement par mortier de résine n'est autorisé que pour des scellements provisoires.

4.4.9. Plaques d'ancrage

4.4.9.1. Dimensions et implantation des plaques

Les plaques doivent intéresser au moins 3 moellons. Un mortier de calage d'épaisseur variant entre 1 et 5 cm est interposé derrière la plaque au contact avec la maçonnerie. Ses spécifications sont données au chapitre 3.6.2.

En cas d'engravure de la plaque d'ancrage on peut délarder l'UPN pour diminuer son épaisseur. L'engravure est remplie par un mortier bâtard dont la composition et la couleur doit faire l'objet d'un essai de convenance.

L'engravure est réalisée par sciage ; l'entrepreneur cherchera à limiter son épaisseur, sans dépasser le tiers de l'épaisseur du moellon.

4.4.9.2. Mise en œuvre des ancrages des clous

Le dispositif de serrage comporte une contre-plaque ou un boulon hémisphérique, à moins que la plaque comporte une partie hémisphérique.

Les clous sont légèrement mis en tension à la clé puis on procède au blocage définitif des contre-écrous. La pression sur la maçonnerie ne doit pas excéder 0,2 MPa.

Un mortier de calage d'épaisseur variant entre 1 et 5 cm est interposé entre les plaques et la maçonnerie. Ses spécifications sont données dans le sous-article "Produits de scellement et de calage" de l'article "Cloutage" du chapitre 3 du présent CCTP.

4.4.9.3. Protection contre la corrosion des plaques d'ancrage

Le système de protection anti-corrosion doit être conforme aux prescriptions du Fascicule 56 du CCTG classe d'environnement C4.

4.4.10. Contrôle extérieur

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

4.5. DISPOSITIFS DE RETENUE MARQUES NF

(norme NF EN 1317-5+A2)

4.5.1. Dessins d'exécution

Les documents d'exécution des dispositifs de retenue comprennent :

- Les dessins d'exécution des dispositifs de retenue,
- Le détail des dispositifs d'extrémités et les liaisons éventuelles avec les dispositifs de retenue des accès,
- Un plan définissant de façon précise les emplacements prévus pour les pièces d'ancrage.

4.5.2. Fabrication et montage

La fabrication et le montage des barrières sont réalisés conformément aux prescriptions de la notice de montage.

En cas de courbe de rayon inférieur à 100 m, les lisses sont cintrées de manière à respecter la tolérance de pose prévue ci-après.

Les montants des dispositifs de retenue sont verticaux, c'est-à-dire perpendiculaires au plan défini par la platine qui est horizontal à ± 1 mm près, mesuré sur sa surface. La tolérance pour faux aplomb est de 0,5 cm sur la hauteur.

Le scellement des pièces d'ancrage et la fixation définitive des montants des barrières n'interviennent qu'après vérification par le maître d'œuvre du parfait positionnement de ces parties.

La longueur des ancrages dans le béton doit tenir compte des calages et des renformis de toute nature pour respecter les profondeurs d'ancrage données par le fournisseur.

La tolérance pour faux alignement en plan ou en hauteur est de 1 cm par rapport à la ligne idéale tout le long de l'ouvrage intéressé, quelles que puissent être les irrégularités de l'assise.

Le béton de longrine est fabriqué, transporté et mis en œuvre dans les mêmes conditions que le béton de la structure. Son surfacage est soigné de telle sorte que l'eau ne puisse séjourner au pied des montants.

4.5.3. Reconditionnement des surfaces protégées

Les surfaces à reconditionner au droit des blessures, des coupes ou des soudures exécutées sur chantier sont convenablement dégraissées, décalaminées ou dérouillées s'il y a lieu, puis reçoivent, en l'absence d'humidité, l'application de peinture riche en zinc.

L'épaisseur de la peinture mise en œuvre est supérieure ou égale à celle du revêtement adjacent.

Lorsque la surface des défauts à reconditionner dépasse 20 % de la surface totale des barrières, la peinture de reconditionnement est généralisée pour donner une homogénéité de teinte.

La mise en peinture est effectuée par un applicateur titulaire de la marque ACQPA-Peinture anticorrosion/Certification des opérateurs.

4.6. PROJECTION DU BETON SUR PAREMENT

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

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

Les parties d'ouvrage à traiter par béton projeté sont les suivantes : mur en maçonnerie et coffrage perdu.

La projection du béton est réalisée par voie sèche.

Le béton projeté doit être réalisé afin de réaliser un ouvrage de soutènement clouté.

4.6.1. Préparation du support

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

Il est procédé :

- Au nettoyage au jet haute pression de l'ensemble des parties maçonnées,
- A l'enlèvement des parties de maçonneries non adhérentes ;
- Au traitement des venues d'eau éventuelles (les venues d'eau doivent être colmatées ou de préférence drainées, mise en place préalable de barbacanes localisées sur les venues d'eau).

L'énergie du repiquage et de nettoyage doit être réglée en fonction de la friabilité des matériaux en place.

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

Conformément aux dispositions du paragraphe suivant intitulé « Contrôle extérieur » du présent chapitre, le maître d'œuvre se réserve le droit d'effectuer à tout moment un contrôle extérieur inopiné du respect des procédures d'exécution.

4.6.2. Armatures

4.6.2.1. Mise en place des armatures

Un ferrailage est mis en place sur le parement à traiter. Les armatures sont conformes à l'article intitulé « Armatures de béton armé » du chapitre 3 du présent CCTP.

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

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

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

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

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

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

4.6.2.2. Ancrage des armatures

(Norme FD P 18-823, guide FABEM 7)

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

4.6.2.2.1. Généralités

Les forages et les scellements sont fonctions du cahier des charges du produit de scellement spécifié dans le paragraphe « Produit de scellement des armatures » de l'article « Béton projeté » du chapitre 3 du présent CCTP ou proposé par l'entreprise.

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

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

Les scellements sont réalisés conformément :

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

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

- Réalisation du forage par rotation sans percussion excessive pour éviter tout ébranlement de la structure ;
- Dépoussiérage complet à l'air comprimé du trou ;
- Mise en place coaxiale d'une barre dans le trou, positionnée au moyen de bagues de centrage ;
- Injection en commençant par le fond du trou.

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

4.6.2.2.2. Dimensions du trou de scellement

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

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

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

4.6.2.2.3. Épreuves de convenue

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

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

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

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

Les essais de convenue englobent l'essai d'arrachement tel que défini dans la norme NF EN 1881.

4.6.2.2.4. Mise en place des coffrages

Les supports de coffrages doivent être fixés et étayés solidement en vue d'éviter leur déformation ou leur basculement lors de la projection, ainsi que tout phénomène vibratoire.

La mise en place du coffrage perdu au niveau de la zone effondrée peut être impactée par la réalisation des clous. Ce coffrage ne devra en aucun cas servir d'appui au mât de la foreuse. Des réservations dans la structure seront également à prévoir pour le passage des tiges de forages.

4.6.3. Projection du béton

Préalablement au traitement des surfaces à projeter, un essai de convenue doit être réalisé, en présence du maître d'œuvre, sur des parements réservés à cet effet (zone de buse à déterminer en accord avec le maître d'œuvre). Le maître d'œuvre se réserve la possibilité de faire effectuer, lors de ces essais, tous les contrôles qu'il juge nécessaire et qui peuvent éventuellement amener une modification des paramètres de la projection (teneur en eau, composition du béton....).

La projection doit être réalisée par le ou les opérateurs de projection (porte-lance) dont l'aptitude a été vérifiée, au plus tard, lors de l'essai de convenue. Cet opérateur doit posséder un certificat porte-lance ASQUAPRO VS ou équivalent.

La projection de béton ne peut avoir lieu qu'après réception par le maître d'œuvre des surfaces à traiter.

Les parements doivent être nettoyés par soufflage et humidifiés à l'aide du matériel de projection en projetant un mélange d'air et d'eau.

La projection ne doit commencer que lorsque tout ruissellement d'eau sur les parements, résultant de la préparation des surfaces, a cessé.

Dans le cas d'apparition de venues d'eau nouvelles sur les surfaces à traiter, les prescriptions précisées dans la préparation du support sont appliquées.

L'utilisation de résine d'accrochage et de tout produit similaire est proscrite.

Les épaisseurs à réaliser par couche et le nombre de couches doivent être fixés en accord avec le maître d'œuvre, en satisfaisant aux conditions suivantes :

- Compatibilité avec les moyens mis en œuvre et la position dans l'ouvrage ;
- Enrobage de 4 cm sur les armatures éventuelles.

4.6.3.1. Arrêts et reprises

Si une couche ne peut être projetée en une seule passe, l'arrêt de bétonnage doit être particulièrement soigné et comporter en particulier un chanfrein entre 30 et 45° environ.

Entre chaque passe, il doit être procédé, sur la couche réalisée, à l'élimination de la laitance superficielle et des granulats mal sertis. Ce traitement peut être réalisé par balayage (sur béton frais) ou sablage superficiel (sur béton durci) afin d'obtenir une bonne surface d'accrochage.

4.6.3.2. Aspect des parements

Une couche de finition, d'épaisseur fine, est appliquée après durcissement de la précédente. Seule cette dernière peut être dressée ou lissée comme un enduit. Les caractéristiques (aspect, couleur...) de cette couche de finition sont déterminées en accord avec le maître d'œuvre.

4.6.3.3. Cure des bétons

Pour conserver au béton l'humidité nécessaire à la bonne hydratation des premiers centimètres de peau et éviter la fissuration due au retrait de dessiccation, le parement doit être arrosé « à refus » entre chaque couche de béton à l'aide d'un jet à faible pression de type « eau pulvérisée » ou similaire.

Cette cure par arrosage doit être effectuée deux (2) fois par jour pendant au moins quatre (4) jours ou jusqu'à projection de la couche suivante.

L'eau de la cure est fournie par le titulaire et doit répondre aux prescriptions de la norme NF EN 1008.

Pour les couches intermédiaires, la cure se fait exclusivement par humidification à l'eau réalisée par arrosages fréquents.

Pour la couche finale, elle peut être réalisée soit par humidification à l'eau, soit par application d'un produit de cure conforme aux spécifications du paragraphe « Cure » de l'article « Béton projeté » du chapitre 3 du présent CCTP.

En atmosphère confinée, les produits contenant des solvants sont interdits.

Les conditions de la cure doivent être soumises à l'agrément du maître d'œuvre.

4.6.3.4. Bétonnage par temps froid

Lorsque la température du support à protéger est inférieure à 0 °C, la projection de béton est formellement interdite.

En cas de projection du béton par température du support comprise entre 0 et +5 °C, les matériaux mis en œuvre doivent avoir une température d'au moins 5 °C (mesurée pour l'eau à la sortie de la lance). Le titulaire soumet au maître d'œuvre un système de protection de la zone traitée maintenant la température dans cette zone au-dessus de cinq (5) degrés pendant au moins dix (10) heures. La cure par arrosage est alors interdite. Elle est remplacée par la mise en place sur le béton projeté d'un film plastique recouvert d'un isolant (type laine de roche ou similaire) ou tout autre système proposé par le titulaire et jugé équivalent par le maître d'œuvre.

4.6.3.5. Bétonnage par temps chaud

Lorsque la température du support est supérieure à +35 °C, la projection de béton est formellement interdite sauf si le titulaire propose des mesures agréées par le maître d'œuvre pour maintenir la température du support et du béton frais à moins de trente-cinq (35) degrés pendant au moins soixante-douze (72) heures.

4.6.4. Contrôle intérieur

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

4.6.5. Les essais de convenance

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

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

- La qualité de la préparation du support ;
- L'applicabilité des produits ;
- La qualité du béton projeté.

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

Toutes les tâches principales doivent faire partie de l'essai de convenance dès la préparation de surface.

Ces essais doivent être réalisés à l'aide des matériaux, matériels et porte-lance prévus pour l'exécution des travaux.

Le mode de prélèvement des échantillons et les essais à réaliser sont exécutés comme il est précisé ci-après.

Le nombre des essais pour une épreuve de convenance est de 6 éprouvettes.

Les essais de compression (selon la norme NF EN 14488-2) et d'adhérence (selon la norme NF EN 14488-4+A1) sont réalisés sur des échantillons de béton durci prélevés suivant les prescriptions de la norme NF EN 14488-1, de façon à prélever six (6) éprouvettes (3 carottes à 7 jours et 3 carottes à 28 jours).

Les exigences relatives aux performances du béton sont données au sous-article « Définition et exigences relatives au béton » de l'article « Béton projeté » du chapitre 3 du présent CCTP.

Dans le cas où ces essais ne donnent pas des résultats satisfaisants, le titulaire est tenu de proposer à l'agrément du maître d'œuvre une nouvelle composition de béton et de procéder à ses frais à une nouvelle série d'essais de convenance.

Le titulaire n'est pas admis à présenter quelque réclamation que ce soit concernant l'immobilisation de son matériel et de son personnel jusqu'à l'obtention de résultats satisfaisants des essais de convenance.

4.6.6. Suivi de chantier

Le chantier peut démarrer lorsque les modalités du plan des contrôles sont précisément établies et acceptées par le maître d'œuvre.

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

- le personnel ;
- la préparation du support ;
- la réception du béton avant projection ;
- la projection du béton, avec prélèvements d'échantillons : la projection dans des caisses est définie dans les normes NF P 95-102 et NF EN 14488-2. Les prélèvements sont effectués à la demande du maître d'oeuvre avec un minimum d'un (1) prélèvement pour deux cents (200) mètres carrés de surface traitée par projection de béton, ou un (1) par chantier. Pendant le délai de stockage des caisses, le titulaire est tenu d'assurer toutes les protections nécessaires à la bonne conservation des prélèvements, en particulier la cure et la protection contre toutes les souillures provenant des projections voisines ou éventuels produits de cure ;
- l'épaisseur mise en œuvre : le contrôle selon la norme NF EN 14488-6 de l'épaisseur minimale à mettre en œuvre fixée par le présent CCTP est effectué au moyen de piges ou de tout autre dispositif adapté. Comme précisé dans le PAQ, le titulaire doit préciser comment il contrôle le respect des épaisseurs ;
- l'adhérence au support : les conditions de réalisation des essais d'adhérence sont définies dans la norme NF EN 14488-4+A1 ;

Le lendemain de la projection, le maître d'œuvre procède à un sondage au marteau sur les parements projetés. Toutes les parties reconnues défectueuses (zones sonnantes le creux ou anormalement fissurées) sont démolies puis reconstituées aux frais du titulaire après remise en état des surfaces.

Le maître d'œuvre peut aussi faire réaliser un essai de traction directe, en laboratoire, sur une carotte prélevée dans le revêtement à tester.

Tous les contrôles énumérés ci-dessus font partie du contrôle intérieur à la charge du titulaire.

4.6.7. Contrôle extérieur

Un contrôleur extérieur spécifique sera retenu par le MOA dans le cadre du suivi du présent chantier.

4.6.8. Dernières opérations préalables à la réception du béton projeté

Après la fin de la projection, une vérification est effectuée par le maître d'œuvre ou son représentant pour s'assurer que :

- Toutes les surfaces prévues ont bien été traitées ;
- Les parties traitées ne présentent pas d'amorce de décollement, de fissuration anormale ou de traces d'humidité ;
- Le nettoyage des parties voisines des zones traitées a été correctement effectué.

De plus, cette vérification permet de valider les plans de récolement destinés au dossier de l'ouvrage réparé.

4.7. COFFRAGES

(norme NF EN 13670/CN, FD P 18-503, 5.8 du fasc. 65 du CCTG)

4.7.1. Procédures

(art. 5.8.3 du fasc. 65 du CCTG)

La procédure prévue au 5.8.3 du fascicule 65 du CCTG est complétée par une description des conditions de réparation (traitements de surface, produits, etc.) des principales imperfections possibles.

Les trous résultant de la présence des tiges ou supports de coffrage ne sont rebouchés que si cette action est indispensable soit au fonctionnement d'un système de drainage ou d'étanchéité placé derrière le parement concerné soit à la durabilité du parement (cas d'une pièce de fixation métallique abandonnée dans le béton).

4.7.2. Épreuve de convenance

(art. 8.8.4.1 du fasc. 65 du CCTG)

Le titulaire doit effectuer à ses frais une épreuve de convenance destinée à contrôler la régularité et l'aspect des parements fins et ouvragés. Cette épreuve nécessite la réalisation dans les conditions du chantier, des éléments témoins précisés au sous-article intitulé « Épreuves de convenance » de l'article intitulé « Bétons et mortiers hydrauliques » du chapitre 3 du présent CCTP.

Cette épreuve de convenance nécessite la réalisation dans les conditions du chantier, des éléments témoins précisés au sous-article intitulé « Épreuves de convenance » de l'article intitulé « Bétons et mortiers hydrauliques » du chapitre 3 du présent CCTP.

4.7.3. Obligation de résultats

(FD P 18-503)

Chaque parement doit respecter les exigences du 8.8.2.1 du fascicule 65 du CCTG pour la classe de parement qui lui est affectée par le sous-article « Traitement des parties vues » du chapitre 1 du présent CCTP. Pour l'appréciation du critère de texture E, tel que défini à l'article 5.2 du FD P 18-503, la distance d'observation est de 2 m.

Pour les parements fins et les parements ouvragés non revêtus, l'homogénéité de la teinte et de la texture est appréciée par rapport à l'élément témoin de l'étude de convenance ou par rapport au premier élément coulé.

4.7.4. Coffrages pour parements fins

(art. 5.4.5 et 8.8.2.1.4 du fasc. 65 du CCTG)

Les parements fins doivent satisfaire aux prescriptions portées sur les éléments de l'étude architecturale joints au présent CCTP.

Les constituants du coffrage doivent être acceptés par le maître d'œuvre et faire l'objet d'essais de convenance.

Les systèmes d'attache nécessitant un ragréage ne sont pas autorisés.

Les coffrages pour parements fins ne doivent comporter aucun dispositif de fixation non prévu sur les dessins d'exécution.

Les arêtes de bétonnage sont traitées de la façon suivante : chanfreinées 2x2cm.

4.7.5. Coffrages perdus

Les coffrages perdus doivent être dimensionnés pour résister en phase provisoire, à l'action du poids du béton mou, et à la pression hydrostatique du béton.

Les coffrages perdus métalliques reçoivent une protection contre la corrosion offrant les garanties de la catégorie 3 définies par l'article 3 du fascicule 56 du CCTG.

4.7.6. Protections des parements

Le titulaire prend toutes les dispositions nécessaires (passivation des aciers en attente, protections provisoires, gardiennage, etc.) pour assurer la protection des parements de l'ouvrage jusqu'à la réception des travaux.

D'autre part, compte tenu des risques de salissures inhérents à l'environnement, les parements sont protégés pendant toute la durée du chantier par un revêtement provisoire synthétique (film plastique de type Polyane® de forte épaisseur, bâches renforcées, etc.). Le titulaire soumet à l'acceptation du maître d'œuvre la nature de ce revêtement et son mode de fixation sur les parties à protéger.

4.7.7. Réparations d'imperfections et de non-conformités

(norme NF EN 13670/CN, 8.8.4 du fasc. 65 du CCTG)

Dans le cadre de la préparation du chantier, le titulaire doit fournir une note précisant les conditions de réparation (traitements de surface, produits, etc.) des principales imperfections possibles.

Pendant le chantier, le titulaire est tenu de signaler au maître d'œuvre tous les défauts qu'il constate au moment du décoffrage. Pour ceux pour lesquels une réparation est décidée, cette dernière est mise en œuvre conformément à la note évoquée ci-dessus à l'aide d'un produit de réparation titulaire de la marque NF-Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique, offrant un aspect proche de celui du parement à réparer.

4.8. ARMATURES DE BETON ARME

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

La mise en œuvre des armatures de béton armé utilisées pour la construction de l'ouvrage doit respecter les exigences définies dans la norme NF EN 13670/CN et dans les chapitres 6.2, 6.3, 6.4 et 6.5 du fascicule 65 du CCTG.

4.8.1. Fabrication des armatures

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

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

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

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

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

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

4.8.2. Soudage

(norme NF EN 13670/CN et chapitre 6.4 du fasc. 65 du CCTG, norme NF A 35-027)

Pour l'application du 6.4 (2) de la norme NF EN 13670/CN, il est rappelé tous les aciers utilisés pour la confection des armatures de béton armé utilisées sont soudables (§3.10.1 du CCTP).

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

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

4.8.3. Pose des armatures

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

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

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

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

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

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

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

4.8.4. Enrobage des armatures

(NF EN 13670/CN, chapitre 6.5.4 du fasc. 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 chapitre 4.13.3 du présent CCTP autorise l'adoption d'une tolérance d'exécution cdev de 5 mm.

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

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

4.8.5. Maitrise de la conformité

(NF EN 13670/CN et chapitre 6.6 du fasc. 65 du CCTG)

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

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

Le titulaire met le maître d'œuvre en mesure de s'assurer du bon déroulement du contrôle intérieur des armatures posées, avec un préavis suffisant pour lui permettre d'assurer un contrôle extérieur.

Ce contrôle extérieur porte sur l'ensemble des opérations nécessaires à la mise en œuvre des armatures : de la conformité des produits approvisionnés (aciers, armatures, dispositif de rabouillage...), à la vérification de la conformité de la pose vis-à-vis des plans d'exécution, jusqu'au contrôle de l'enrobage après bétonnage, le maître d'œuvre se réservant le droit d'effectuer ses propres mesures et contrôles.

4.9. BETONS

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

4.9.1. Béton de propreté

L'épaisseur minimale du béton de propreté est de dix centimètres.

4.9.2. Bétonnage sous conditions climatiques extrêmes

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

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

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

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

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

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

4.9.2.1. Bétonnage par temps froid

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

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

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

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

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

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

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

4.9.3. Reprises de bétonnage

(art. 8.4.1.2 du fasc. 65 du CCTG)

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

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

4.9.4. Cure

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

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

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

Il est rappelé que les produits de cure doivent être compatibles avec les revêtements définitifs prévus au marché.

4.9.5. Dispositions particulières liées à la réaction sulfatique interne

Le titulaire met en œuvre toutes les dispositions prévues dans le cadre de l'étude des bétons pour que la température maximale dans les parties d'ouvrage soumises à un risque de réaction sulfatique interne n'excède pas les températures maximales données dans le sous-article « Étude des bétons » de l'article « Bétons et mortiers hydrauliques » du chapitre 3 du présent CCTP.

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

4.9.6.1. Méthodologie de mise en œuvre

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

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

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

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

Compte tenu de la présence de bulles d'air dans les bétons G et G+S, le titulaire les met en œuvre au pervibrateur par couches de faible épaisseur pour permettre aux grosses bulles d'air d'éclater à la surface du béton frais tout en évitant une vibration trop énergétique qui provoquerait une ségrégation.

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

4.9.6.2. Traitement thermique

Le traitement thermique du béton est déconseillé. Dans le cas de chauffage, la température du béton doit rester inférieure à 50 °C. Dans le cas contraire, des essais complémentaires de résistance, de gel interne et d'écaillage sont effectués sur des échantillons ayant subi le même traitement thermique.

4.9.6.3. Cure et murissement

Une cure très soignée avant et après démoulage est réalisée par le titulaire sur le béton de façon à éviter la fissuration et la microfissuration 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.

4.10. GRAVE NON TRAITEE

(fasc. 25 du CCTG, norme NF P 98-115)

4.10.1. Mise en œuvre

Les prescriptions de compactage sont fondées sur le contrôle de densité tel que défini à l'article 7.5.2 de la norme NF P 98-115.

Le niveau de densification que le titulaire doit atteindre est le niveau q3.

L'épaisseur maximale des couches à compacter est de 20 centimètres.

4.10.2. Couche de protection

Une couche de protection est réalisée conformément à l'article 6.5.6.1 de la norme NF P 98-115.

4.11. BETON BITUMINEUX

(normes NF EN 13108-1, NF EN 13036-1 et NF P 98-150-1)

4.11.1. Fabrication des enrobés

Dans le cas d'utilisation d'une centrale mobile, une épreuve de convenance de fabrication sera réalisée par le laboratoire du maître d'œuvre, conjointement avec le contrôle externe du titulaire.

Le titulaire fournira les enregistrements issus du système de maîtrise de la production dans le cadre du marquage CE (niveau mensuel NCE des centrales, résultats du calibrage de la centrale, résultats des contrôles sur les fournitures conformément aux fréquences minimales de la norme NF EN 13108-21).

4.11.1.1. Capacité des centrales

La centrale sera soumise à l'agrément du maître d'œuvre, et les capacités de cette dernière seront adaptées au chantier. La fabrication à partir de plusieurs centrales est à éviter et reste soumise à l'acceptation de la maîtrise d'œuvre.

4.11.1.2. Stockage et chargement des enrobés

Le stockage et le chargement des enrobés sont réalisés conformément à la norme NF P 98-150-1.

4.11.1.3. Bon d'identification et bon de pesée

Les enrobés sont livrés avec un bon d'identification conformément aux prescriptions des normes NF EN 13108-1 ou NF EN 13108-2. Ce bon précisera également le tonnage livré par camion et le numéro d'identification FTP de la formule du produit livré et le code du produit fabriqué par la centrale.

La centrale d'enrobage devra respecter les normes NF EN 45 501 « Aspects métrologiques des instruments de pesage à fonctionnement non automatique » et NF P 98-150-1 « Exécution des assises de chaussées, couche de liaison et couche de roulement » quant à la qualité et les procédures de pesage.

Une extraction du système d'acquisition des données devra être fournie sur simple demande du maître d'œuvre.

4.11.2. Transport

Les camions sont équipés en permanence d'une bâche recouvrant entièrement la benne dès la fin du chargement. Cette bâche demeure en place jusqu'à l'achèvement du déchargement des enrobés.

4.11.2.1. Organisation des transports

Les modalités de transport des enrobés sont définies par la norme NF P 98-150-1.

Entre la centrale et le lieu de mise en œuvre, les itinéraires empruntés par les camions doivent être soumis au visa du maître d'œuvre.

Le temps de transport est limité à deux (2) heures sauf si le camion est à benne calorifugée.

4.11.2.2. Caractéristiques des camions de transport

Le transport des enrobés de la centrale au chantier de mise en œuvre est effectué dans des véhicules à bennes métalliques qui doivent être nettoyées de tout corps étranger avant chaque chargement.

Tous les camions utilisés pour le transport des enrobés bitumineux doivent satisfaire aux dispositions suivantes :

- Présenter des caractéristiques qui les rendent aptes à déverser, dans des conditions satisfaisantes, leur chargement dans les matériels du chantier de mise en œuvre et, en particulier, en évitant au maximum les risques de ségrégation ;
- Être équipés d'une bâche capable de protéger les enrobés et d'éviter leur refroidissement ;
- Être équipés d'un dispositif d'identification et de signalisation (gyrophares).

Le débâchage ne pourra s'effectuer que dans les cinq (5) minutes qui précèdent le recul du véhicule vers le finisseur.

4.11.2.3. Chargement des camions

Avant le chargement, l'intérieur des bennes est enduit légèrement d'un produit antiadhérent.

Toute utilisation à cet effet de produits susceptibles de dissoudre le liant (fuel, mazout, huile, etc.) est interdite conformément à l'article 7.2 de la norme NF P 98-150-1

Les reliquats éventuels d'enrobés refroidis devront être éliminés avant tout nouveau chargement.

Les enrobés doivent être régulièrement répartis dans la benne du camion, au cours du chargement, afin d'éviter la ségrégation en cours de transport.

La bâche équipant chaque camion sera mise en place dès la fin du chargement.

4.11.3. Mise en œuvre

Les bétons bitumineux sont 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 mise en œuvre est conforme à l'annexe A de la norme NF P 98-150-1.

Les spécifications concernant la mise en œuvre sont définies dans la norme NF P 98-150-1 et complétées par les dispositions suivantes.

4.11.3.1. Conditions générales

L'atelier de mise en œuvre doit être relié par liaison radiotéléphonique au lieu de fabrication des matériaux enrobés.

Après mise en œuvre de la couche de roulement un relevé géométrique (implantation et altitude) y compris marquage avec clous sera réalisé au titre du contrôle externe.

L'arrêt du finisseur ne sera pas admis, sauf cas de force majeure dûment constaté.

4.11.3.2. Répandage

La description et le fonctionnement des engins de répandage seront décrits sur des fiches qui seront jointes au Plan d'Assurance Qualité, conformément à la norme NF P 98-150-1.

Pour les bitumes purs, les températures minimales de répandage en degrés sont conformes à celles mentionnées dans la norme NF P 98-150-1. Le titulaire remplacera, à ses frais, les enrobés ne respectant pas les températures de sortie de finisseur indiquées dans les normes.

Les engins et le plan de répandage sont précisés dans le Plan d'Assurance Qualité du titulaire.

4.11.3.3. Guidage en nivellement

Les méthodes de guidage des engins de répannage seront proposées par le titulaire au Plan d'Assurance Qualité conformément à la norme NF P 98-150-1. La méthode proposée devra permettre d'aboutir à la meilleure qualité de l'uni longitudinal.

4.11.3.4. Conditions météorologiques défavorables

La mise en œuvre par temps de pluie est subordonnée à l'accord du maître d'œuvre.

En cas de mise en œuvre sous la pluie ou sur chaussée humide, des précautions de mise en œuvre seront soumises à l'approbation du maître d'œuvre.

Sur chaussée humide avec rétention d'eau, la mise en œuvre est interdite.

La mise en œuvre des enrobés, lorsque la température relevée sous abri le matin au démarrage du chantier est inférieure à 5 °C pour les enrobés chauds et à 10 °C pour les enrobés tièdes ou lorsque la vitesse du vent est supérieure à 40 km/h, est subordonnée à l'accord préalable du maître d'œuvre. Ces vérifications sont à la charge du titulaire.

Le titulaire indique dans son Plan d'Assurance Qualité les dispositions complémentaires qu'il compte mettre en œuvre.

4.11.3.5. Joints transversaux de reprise

La réalisation des joints transversaux de reprise est interdite.

4.11.3.6. Joints longitudinaux

La réalisation des joints longitudinaux est conforme aux prescriptions définies à l'article 9.3.22 de la norme NF P 98-150-1 et décrite dans le Plan d'Assurance Qualité.

La réalisation de joints longitudinaux enrobés/enrobés à froid est interdite.

4.11.3.7. Compactage des enrobés

Le titulaire proposera, dans son Plan d'Assurance Qualité, les caractéristiques et les modalités d'utilisation de l'atelier de compactage et fournira, en début de chantier, les bons de pesée des compacteurs.

Il lui appartiendra de réaliser des contrôles de pourcentage des vides.

Le pourcentage de vides est déterminé à partir de la masse volumique apparente mesurée au gammadensimètre, soit par rétrodiffusion, soit par transmission directe selon la norme NF P 98-241-1.

Les mesures réalisées à l'aide d'un gammadensimètre en mode rétro constituent une épreuve d'information et permettent d'apprécier le pourcentage de vides d'un lot, celles réalisées par transmission directe permettent de déclarer la conformité si les spécifications définies dans le tableau ci-dessous sont respectées avec un minimum de vingt (20) points de mesure par lot.

Dans le cas où ces mesures ne respectent pas les spécifications, des carottages sont réalisés afin de vérifier le pourcentage de vides, soit par des essais de transmission directe à l'aide d'un banc gammadensimétrique, soit par pesée hydrostatique. Dans le cas où des carottes sont prélevées, dix (10) points de mesure au minimum sont nécessaires pour déclarer la conformité ou la non-conformité d'un lot.

L'atelier et les modalités de compactage devront permettre d'obtenir sur au moins vingt (20) points de mesure par lot effectués en pleine bande, un pourcentage de vides respectant les deux spécifications suivantes :

- Pourcentages de vides compris entre quatre (4) et neuf (9) pour cent sur quatre-vingt-dix (90) pour cent des points de mesure,

- Pourcentages de vides compris entre quatre (4) et huit (8) pour cent sur la moyenne des mesures.

Le compactage des enrobés mis en œuvre manuellement sera effectué à l'aide d'un rouleau vibrant à main au cas où les moyens employés dans l'atelier de compactage seraient inutilisables.

Lors d'un compactage vibrant, le titulaire devra veiller à ne pas fragmenter les granulats et le maître d'œuvre se réserve le droit de vérifier l'état des granulats après compactage des enrobés.

4.11.4. Contrôles effectués par le maître d'œuvre

Au titre du contrôle extérieur, le maître d'œuvre peut effectuer des contrôles de teneur en vide et de macrotexture.

4.11.4.1. Contrôle de fabrication

Le maître d'œuvre peut effectuer un contrôle extérieur adapté au PAQ du titulaire. Pour ce contrôle, un lot de contrôle correspond à une journée de fabrication.

Les contrôles sont réalisés par des séries d'au moins quatre prélèvements.

Pour les granulats, la valeur moyenne des résultats obtenus sur ces prélèvements est comparée aux seuils suivants :

Tamisé à :	Tolérance en pourcentage
D	± 4
6,3 mm	± 4
2 mm	± 3
0,063 mm	± 1

Pour le liant soluble, la tolérance est fixée à $\pm 0,3\%$.

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

4.11.4.2. 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.

4.11.4.3. 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 d'un par voie de circulation de chaque ouvrage (largeur du lot égale à la largeur de la voie et longueur du lot égale à la longueur de chaque ouvrage).

La macro-texture peut être évaluée au cours d'une épreuve d'information avec des appareils de mesure dynamique en utilisant une méthode profilométrique conforme aux normes NF EN ISO 13473-1 ou NF P 98-216-2. A cet effet, les profils de texture du revêtement sont relevés en continu le long de deux lignes de mesure (axe et bande de roulement) et une valeur moyenne en millimètres est déterminée par segment de 20 m.

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.

Si les valeurs obtenues avec les appareils de mesure en continu ne satisfont pas les seuils PMT spécifiés, les mesures doivent être refaites conformément à la norme NF EN 13036-1.

4.12. BARBACANES

Les barbacanes doivent être réalisées le long de l'ouvrage selon les plans. Elles sont scellées dans des forages carottés de 90 mm de diamètre à l'aide d'un produit conforme aux prescriptions contenues dans l'article "Barbacanes" du chapitre 3 de présent CCTP.

Ces forages sont réalisés après les travaux de béton projeté. Le scellement des barbacanes ne doit concerner que l'espace annulaire entre le forage et le tuyau sur 4 à 5 cm de profondeur afin de ne pas colmater le dispositif de drainage.

Les barbacanes seront réalisées sur l'épaisseur soit du mur en béton projeté avec un raccord sur les drains subhorizontaux soit sur l'épaisseur du mur en béton projeté et du mur en maçonnerie existant.

Les barbacanes devront être systématiquement raccordées à un drain subhorizontal.

Chaque barbacane doit dépasser de 5 cm le nu du parement et être mise en œuvre dans un forage exécuté par roto-percussion ou carottage dans le béton et/ou maçonnerie, en mettant en œuvre les moyens techniques qui ne détruisent ou ne brisent pas la matière. Toute dégradation de l'ouvrage due aux forages pour barbacanes doit être réparée aux frais de l'entreprise.

4.13. REMBLAIS CONTIGUS

(fasc. 2 du CCTG)

4.13.1. Volume des remblais contigus

Au vu du site, l'ensemble des remblais qui seront mis en œuvre seront considérés comme remblai contigu.

4.13.2. Mise en œuvre des remblais contigus

(art. 5.8 et 6.9 du fasc. 2 du CCTG)

Le titulaire propose dans le cadre de son PAQ les moyens et méthodes qu'il envisage de mettre en œuvre pour la réalisation des remblais contigus, en précisant notamment les dispositions qu'il compte prendre aux abords immédiats de l'ouvrage (engins de compactage lourds, plaques vibrantes, etc.). Dans le cas d'un sol traité, le titulaire prendra en compte les délais de maniabilité et de remise sous circulation pour le phasage de la réalisation des remblais contigus.

Les conditions de mise en œuvre doivent être conformes aux documents intitulés "Réalisation des remblais et des couches de forme - Guide technique" et "Remblayage des tranchées et réfection des chaussées - Guide technique" édités par le Sétro respectivement en juillet 2000 et mai 1994. Elles sont soumises au visa du maître d'œuvre.

Les niveaux de densification que le titulaire doit atteindre est le niveau q3 pour l'ensemble des remblais contigus défini par l'article 6.2.3 de la norme NF P 98-331.

Dans le cas d'un matériau non-traité, cet objectif de compactage devra être vérifié au moyen d'un pénétrodensitographe au moins à la fin de la mise en œuvre.

En cas de sols traités, cet objectif de compactage devra être vérifié au moyen d'un gammadensitomètre pour chaque couche élémentaire.

Suivant la méthode d'exécution choisie, la présence des clous au niveau de la zone effondrée peut limiter voire interdire l'utilisation d'un compacteur. Le matériel de compactage ou les matériaux de remblais devront être proposés en conséquence.

Des redans devront être réalisés dans le talus existant avant de recevoir les remblais contigus.

4.14. ENROCHEMENTS LIAISONNES

Le pied du mur en maçonnerie sera protégé par des enrochements liaisonnés au béton, dosé à 260 kg/m^3 projeté sur toute l'épaisseur de protection

Le principe de pose des blocs reste valable quelles que soient les dimensions caractéristiques calculées. En particulier, le titulaire appliquera les principes suivants :

- Blocage du pied de l'enrochement,
- Forme anguleuse qui améliore le frottement bloc sur bloc,
- Bonne imbrication des blocs en place obtenue par une mise en œuvre soignée.

Les enrochements seront posés après fouilles (souilles) ou constitution du fond de forme en remblai et mise en place d'un géotextile si nécessaire. Ils seront mis en place bloc par bloc. Il ne sera pas toléré que les enrochements soient déversés sur les talus et le fond à revêtir.

Ils seront posés hors eau de façon à ce que le travail soit réalisé dans de bonnes conditions de visibilité, ce qui nécessite un assèchement partiel des fouilles.

En principe, la présence d'eau est tolérée en partie basse de la fouille dans la mesure où :

- soit l'épaisseur d'eau n'excède pas la moitié de la hauteur de la première couche de blocs,
- soit un contrôle est possible a posteriori par l'intermédiaire de piges.

Dans tous les cas, le titulaire travaillera à l'abri du courant.

La mise en place des enrochements se fait à l'aide de pelles hydrauliques, en commençant par la partie basse et en remontant vers le haut.

Les éléments seront soigneusement choisis et disposés de façon à réduire au minimum l'espace entre chaque bloc. Ils seront mis en place selon les plans et prescriptions du CCTP. Ils seront bloqués mécaniquement, les blocs reposant directement les uns sur les autres.

Les blocs seront imbriqués avec un décalage d'un demi-bloc au fur et à mesure de la constitution de la protection du bas vers le haut de la fouille. Les blocs seront arrangés de façon à présenter une rugosité maximale. Ceci revient à disposer leur grand axe perpendiculairement au sens d'écoulement. Les blocs de plus faibles dimensions de la gamme (bas de fourchette) seront utilisés en partie haute.

Les nids de petits blocs sont prohibés, de même que la juxtaposition de gros blocs sur plusieurs couches. Un amalgame de petits, moyens et gros blocs doit être assuré de façon à présenter un revêtement homogène bien imbriqué.

L'agencement des blocs fera l'objet d'une planche d'essai (5 m de linéaire) éventuellement intégrée au dispositif définitif. La poursuite des travaux ne pourra être entreprise qu'après sa validation par le maître d'œuvre.

Le titulaire devra assurer un suivi continu pour assurer une mise en œuvre satisfaisante des ouvrages, compte tenu des difficultés d'exécution liées à leur géométrie et réduire les non-conformités susceptibles d'entraîner des reprises ou modifications après réalisation. Pour ce faire, il est recommandé que le pelleteur soit accompagné en permanence d'une personne le guidant dans la mise en œuvre.

Le titulaire est tenu d'informer le maître d'œuvre de tout problème ou difficulté rencontré durant ces travaux afin de parvenir à un agencement satisfaisant vis-à-vis de la fonctionnalité requise

Les enrochements liaisonnés seront agencés suivant les mêmes principes que les enrochements appareillés. Un béton dosé à 350kg/m³ de CPA ou CPJ CEM 32,5 assurera la liaison entre les blocs.

La mise en œuvre du béton de percolation des enrochements sera faite de manière à remplir le mieux possible les vides entre les enrochements.

De manière à limiter les quantités de béton de percolation, ces vides pourront, toutefois, être partiellement comblés par des blocs plus petits selon des dispositions qui seront soumises à l'accord préalable du maître d'œuvre.

La mise en œuvre des couches de béton sur chacun des rangs d'enrochements sera faite à l'aide d'un béton C20/25, à raison de 300 l/m³ d'enrochement, sur une épaisseur minimale de 10 cm entre chaque rang. Il assurera la liaison des blocs.

4.15. TERRE VEGETALE ET ENGazonnement

Le décapage sera fait en deux temps : dégagement de l'horizon de terre végétale (épaisseur 20 cm) puis dégagement des remblais. Cette opération se fera par temps sec, pour ne pas détruire l'activité biologique de la terre.

Le stockage de la terre végétale devra respecter certaines règles pour limiter son altération : andains trapézoïdaux, drainage, noues en pied, serrage des andains au godet, absence de circulation d'engins de chantier sur les stocks.

La terre végétale sera mise en place sur une épaisseur minimale de 20 cm sur l'accotement.

Elle sera éventuellement humectée avant épandage et roulée avec un cylindre léger après mise en place.

Un hydro-ensemencement à la lance sera réalisé après mise en place de la terre végétale. Le mélange proposé (graine et engrais) sera soumis à l'agrément du Maître d'œuvre.

Les opérations d'hydroensemencement auront lieu dans les quinze jours suivant la finition des travaux de mise en œuvre de terre végétale et hors des périodes où les semis ne peuvent pas germer ni les plantes se développer (périodes de gel, de sécheresse ...). L'entreprise définira en accord avec le maître d'œuvre les périodes d'intervention ainsi que la durée du suivi des résultats. L'entreprise pourra proposer par exemple un ensemencement en deux phases successives espacées d'un an et un entretien éventuel de la couverture végétale obtenue.

En tout état de cause, le Titulaire ne pourra laisser plusieurs semaines à nu les remblais du barrage et les talus périphériques des bassins, qui devront être recouverts au plus vite de terre végétale ensemencée, pour ne pas être exposé aux risques d'érosion en période de pluie.

Le semis herbacé utilisé pour les travaux d'hydroensemencement sera réalisé selon une densité d'environ 30 g par m². L'entrepreneur justifiera de la provenance et du détail des mélanges et des espèces distinctes pour acceptation de la composition du mélange grainier et de la méthode de mise en œuvre par le maître d'œuvre.

Il est rappelé que le présent marché prévoit pendant le délai de garantie l'entretien, le faucardage et la reprise de l'ensemencement et de griffes d'érosion par le Titulaire, sans paiement séparé des prestations correspondantes.

4.16. REMISE EN ETAT DES LIEUX ET NETTOYAGE FINAL

(Art. 37 du CCAG-T, art. 4.5 du fasc. 65 du CCTG)

Outre la remise en état des lieux conformément à l'article 37 du CCAG, le titulaire est tenu d'assurer le nettoyage de l'ouvrage conformément à l'article 4.5 du fascicule 65 du CCTG. Notamment, les parements de l'ouvrage sont nettoyés et débarrassés de toutes les souillures et salissures du fait des travaux.

En fin de chantier, et après repliement du matériel, le titulaire doit remettre en état, à ses frais, les talus et les abords de l'ouvrage.

Il devra également remettre en état l'ensemble des parcelles impactées pendant la phase de travaux et permettre aux parcelles de retrouver leur fonctionnalité d'avant travaux.