

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES
FASCICULE A – GENIE-CIVIL**

MARCHÉ PUBLIC DE TRAVAUX

**Mise en place d'un traitement de potabilisation des eaux du
captage du Tunnel d'Urbès (traitement de l'arsenic et
reminéralisation)**

Communauté de Communes de la Vallée de Saint-Amarin

70, rue Charles de Gaulle

68 550 SAINT-AMARIN

Tél : 03.89.82.60.01

Mail : eauetassainissement@ccvsa.fr

Procédure :

Procédure adaptée (article L2123-1 du Code de la commande publique)

SOMMAIRE

1	Préambule	13
1.1	Objet du présent fascicule	13
1.2	Documents de référence	15
1.2.1	CCTG et eurocodes	15
1.2.2	Normes de références	15
1.2.3	Documents s'appliquant aux écrans de soutènement	16
1.2.4	Documents s'appliquant aux réservoirs et bétons étanches	16
1.2.5	Autres Documents généraux	16
2	Données du projet	18
2.1	Exigences de sécurité	18
2.1.1	Charges d'exploitation	18
2.1.2	Actions climatiques	18
2.1.3	Séisme	18
2.2	Exigences de durabilité	19
2.2.1	Durée de vie	19
2.2.2	Classes d'exposition	19
2.2.3	Maîtrise de la fissuration	19
2.2.4	Classe d'étanchéité pour les réservoirs, réacteurs et bâches	19
2.3	Exigences spécifiques	19
3	Dispositions générales	20
3.1	Prescriptions générales	20
3.2	Terrassement	20
3.2.1	Dispositions générales	20
3.2.2	Documents de référence	21
3.2.3	Documents à remettre par L'entrepreneur	21
3.2.4	Travaux en phase préparatoire	21
3.2.5	Pour les travaux de terrassement	22
3.3	Structures métalliques	22
3.3.1	3.1 Documents de références	22
3.3.2	Documents à remettre par l'entrepreneur	23
3.3.3	Prescriptions particulières	24
3.4	Fondations spéciales	24
3.4.1	Documents de références	24

3.4.1.1	Généralités	24
3.4.1.2	Pieux – palplanches – pièces métalliques diverses	24
3.4.2	Documents à remettre par l'entrepreneur	25
3.4.3	Pour les travaux de fondations spéciales	25
3.5	Béton	25
3.5.1	Documents de références	25
3.5.2	Prescriptions particulières.....	27
3.6	Éléments à incorporer ou à sceller dans les ouvrages en béton ou en maçonnerie	28
3.6.1	Les normes et règles techniques de référence	28
3.6.2	Serrureries et équipements de sécurité.....	28
3.7	Plan d'assurance qualité.....	29
4	Provenance des matériaux et produits	30
4.1	Dispositions générales.....	30
4.1.1	Fourniture des matériaux.....	30
4.1.2	Normalisation et certification	31
4.1.3	Provenance.....	32
4.1.4	Réception, dépôt et stockage.....	33
4.1.5	Essais et contrôle des matériaux.....	35
4.1.5.1	Essais de convenance	35
4.1.5.2	Essais de contrôle	37
4.2	Terrassements	38
4.2.1	Matériaux pour remblais.....	38
4.2.2	Matériaux de remblais de fouilles.....	38
4.2.3	Matériaux de remblais issus des déblais	40
4.2.4	Géotextiles	40
4.2.5	Grave concassée 0/31,5	40
4.2.6	Enrochements	42
4.2.6.1	Enrochements d'apport.....	42
4.2.6.2	Blocométrie	43
4.2.7	Terre végétale	44
4.2.8	Conduites, drains et fourreaux en PVC	44
4.2.9	Sable pour lit de pose et enrobage de canalisations et gaines	44
4.2.10	Matériaux pour remblais de fouilles en matériaux drainants	44
4.3	Structures métalliques.....	44
4.4	Fondations spéciales.....	46
4.4.1	Pieux – palplanches - pièces métalliques diverses	46

4.4.1.1	Fournitures	46
4.4.1.2	Pieux tubes ou profilés	46
4.4.1.3	Palplanches métalliques	48
4.4.1.4	Butonnage / cercle	48
4.4.1.5	Boulons, écrous, vis	49
4.4.1.6	Produits d'apports pour soudages	49
4.4.1.7	Choix et provenance des produits d'apport	49
4.4.1.8	Compatibilité des produits d'apport	49
4.4.2	Paroi moulée	49
4.4.2.1	Travaux préliminaires	49
4.4.2.2	Définition des études, essais et contrôles	51
4.4.2.3	Etudes et essais préalables	51
4.4.2.4	Epreuves de convenance	52
4.4.2.5	Qualité des matériaux	52
4.4.2.6	Tubes pour auscultation et carottages	53
4.4.2.7	Colles et résines	54
4.4.3	Micropieux	54
4.4.3.1	Travaux préliminaires	54
4.4.3.2	Définition des études, essais et contrôles	54
4.4.3.3	Coulis et mortier de scellement	54
4.4.4	Qualité des matériaux	54
4.4.4.1	Microbétons	54
4.4.4.2	Coulis et mortier de scellement	56
4.4.4.3	Armatures	56
4.5	Armatures et béton	58
4.5.1	Armatures métalliques	58
4.5.1.1	Armatures en acier pour béton armé	58
4.5.1.2	Ronds Lisses	58
4.5.1.3	Armatures à haute adhérence	58
4.5.1.4	Treillis soudé	60
4.5.1.5	Manchons de raccordement	60
4.5.1.6	Conditionnement, transport, manutention et stockage	60
4.5.2	Armatures pour scellements	60
4.5.2.1	Provenance	60
4.5.2.2	Protection contre la corrosion des scellements	60
4.5.2.3	Têtes d'ancrage	61

4.5.2.4	Transport et stockage.....	61
4.5.3	Armatures pour micropieux.....	61
4.5.3.1	Provenance.....	61
4.5.3.2	Protection contre la corrosion des micropieux.....	62
4.5.3.3	Têtes d'ancrage des micropieux.....	62
4.5.3.4	Transport et stockage.....	62
4.5.3.5	Provenance.....	62
4.5.3.6	Protection contre la corrosion du tirant et des plaques d'ancrages.....	62
4.5.3.7	Protection des têtes d'ancrage.....	64
4.5.4	Béton et micro bétons.....	64
4.5.5	Cas particulier de la centrale de chantier.....	64
4.5.6	Désignation des bétons.....	65
4.5.6.1	Définition et destination des bétons à composition prescrite (BCP).....	65
4.5.6.2	Définition et destination des bétons à propriétés spécifiées (BPS).....	65
4.5.7	Composition des bétons.....	66
4.5.8	Consistance des bétons frais.....	67
4.5.9	Microbéton.....	68
4.5.9.1	Destination.....	68
4.5.10	Constituants des bétons.....	70
4.5.10.1	Les granulats.....	70
4.5.10.2	Ciments.....	72
4.5.10.3	Adjuvants.....	73
4.5.10.4	Eau de gâchage.....	74
4.5.10.5	Produits de cure.....	74
4.5.10.6	Compatibilité des différents constituants :.....	74
4.5.10.7	Sables.....	75
4.5.11	Fabrication et transport des bétons.....	75
4.5.11.1	Fabrication.....	75
4.5.11.2	Transport des bétons.....	76
4.5.12	Assurance de la qualité des bétons.....	76
4.5.12.1	Généralités.....	76
4.5.12.2	Etudes des bétons.....	76
4.5.12.3	Epreuves de contrôle.....	77
4.5.13	Béton projeté.....	80
4.5.13.1	Technique de projection.....	80
4.5.13.2	Constituants.....	81

4.5.13.3	Composition	81
4.5.13.4	Epreuve de convenance	81
4.6	Coulis de ciments pour micropieux et scellements	81
4.6.1	Composition des produits	81
4.6.2	Fabrication.....	82
4.7	Coulis de ciments pour injections.....	82
4.7.1	Composition des produits	82
4.7.2	Fabrication.....	84
4.7.3	Mortiers de résines époxydiques	84
4.7.3.1	Fiche technique de la résine.....	84
4.7.3.2	Essais	85
4.7.4	Coffrages	85
4.8	Eléments en bois.....	87
4.9	Matériaux divers.....	87
4.10	Livraison et réception du matériel.....	88
4.11	Eléments à incorporer ou à sceller dans les ouvrages en béton ou en maçonnerie	88
4.11.1	Eléments métalliques et autres	88
4.11.2	Serrureries et équipements de sécurité	89
4.11.2.1	Garde-corps	89
4.11.2.2	Caillebotis	89
4.11.2.3	Echelles de descente et crinoline	89
4.11.2.4	Les serrureries	89
5	Modes d'exécution des terrassements – fondations spéciales et bétons.....	90
5.1	Généralités	90
5.1.1	Définition.....	90
5.1.2	Prescriptions générales	90
5.1.3	Dossier photographique.....	90
5.1.4	Bureau de chantier	90
5.1.5	Panneau de chantier	90
5.2	Programme d'exécution des travaux.....	91
5.3	Caractéristiques et nature du sol	91
5.4	Ecoulement des eaux – Epuisement – Rabattement de nappe.....	92
5.5	Travaux préparatoires	93
5.5.1	Installations de chantier	93
5.5.2	Clôtures	93
5.5.3	Repères de nivellement.....	93

5.5.4	Atelier météo	95
5.5.5	Plate-forme de stockage	95
5.6	Débroussaillage et décapage	95
5.7	Notes de calcul	95
5.7.1	Les hypothèses de calcul	95
5.7.2	Les notes de calcul	96
5.8	Rapports de chantier pour l'ensemble des travaux.....	97
5.9	Piquetage – Implantation des ouvrages	97
5.9.1	Piquetage général	97
5.9.2	Tolérance de piquetage des ouvrages.....	98
5.9.3	Piquetage des cibles de contrôles des tassements	98
5.9.4	Piquetage spécial des câbles et des ouvrages souterrains enterrés ou aériens	98
5.9.5	Piquetage complémentaire des ouvrages.....	98
5.9.6	Repères de nivellement.....	99
5.9.7	Procès-verbaux de piquetage - Conservation des piquets	100
5.10	Travaux de déconstruction	100
5.10.1	Travaux de démolition de chaussée	100
5.10.2	Démolition de maçonneries existantes	100
5.10.3	Démolition de canalisations.....	100
5.10.4	Démolition d'éléments contenant de l'amiante ou l'Eternit	100
5.10.5	Réfection de réseaux existants	100
5.10.6	Reprises diverses.....	101
5.11	Terrassements généraux	101
5.11.1	Terrains rencontrés ou présence d'obstacle modifiant l'avancement des travaux.....	101
5.11.2	Exécution de terrassement en déblais.....	101
5.11.2.1	Travaux préliminaires	101
5.11.2.2	Terrassement.....	101
5.11.2.3	Fouilles pour ouvrages et fouilles en tranchée	102
5.11.2.4	Terrassement en terrain rocheux.....	104
5.11.2.5	Prescriptions particulières à certaines nature de terrains	104
5.11.2.6	Prescriptions particulières à certaines natures de fouille	104
5.11.2.7	Etalement et blindage	104
5.11.2.8	Réception des fouilles d'ouvrage	105
5.11.2.9	Réglage et compactage du fond de forme	105
5.11.2.10	Mise en décharge et en dépôt	105
5.11.3	Exécution des remblais	107

5.11.3.1	Remblaiement des tranchées de canalisations	107
5.11.3.2	Remblais contigus aux ouvrages.....	108
5.11.3.3	Essais avant remblai	109
5.12	Fondations spéciales.....	109
5.12.1	Pieux – palplanches - pièces métalliques diverses.....	109
5.12.1.1	Dispositions générales.....	109
5.12.1.2	Pieux forés	109
5.12.1.3	Pieux tubes	112
5.12.2	Mise en fiche et battage des palplanches.....	114
5.12.2.1	Géométrie des rideaux	114
5.12.2.2	Palplanches spéciales d'angle ou de raccord.....	114
5.12.2.3	Entures.....	116
5.12.2.4	Programme d'exécution - Plan de battage	116
5.12.2.5	Battage des palplanches	116
5.12.2.6	Contrôle de la pénétration des palplanches.....	117
5.12.2.7	Implantation - Tolérances.....	117
5.12.2.8	Refus – Recépage	117
5.12.2.9	Contrôle des rideaux	117
5.12.2.10	Propriété des palplanches recépées et stockage	118
5.12.2.11	Arrachage de palplanches	118
5.12.3	Assemblages soudés	118
5.12.3.1	Généralités	118
5.12.3.2	Préparation des assemblages soudés.....	118
5.12.3.3	Classes de qualité des assemblages soudés	118
5.12.3.4	Reconduction de qualification d'un mode opératoire de soudage	119
5.12.3.5	Contrôles des soudures	119
5.12.3.6	Réception des soudures	120
5.12.4	Protection contre la corrosion	120
5.12.4.1	Généralités	120
5.12.4.2	Préparation des surfaces	120
5.12.4.3	Mise en œuvre et qualité des peintures	120
5.12.5	Parois moulées.....	121
5.12.5.1	Travaux préparatoires	121
5.12.5.2	Exécution de l'excavation	121
5.12.5.3	Manutention, stockage et mise en place des cages d'armatures	122
5.12.5.4	Conduite de bétonnage	122

5.12.5.5	Contrôle du bétonnage.....	124
5.12.5.6	Arasement et recépage des panneaux.....	125
5.12.5.7	Tubes d'auscultation et de carottage.....	125
5.12.5.8	Conduite des terrassements à l'intérieur des parois.....	126
5.12.5.9	Traitement des parements.....	126
5.12.5.10	Contrôle des parois par auscultation sonique et contrôle des pieds de paroi.....	126
5.12.5.11	Contrôle de l'étanchéité après terrassement.....	127
5.12.5.12	Contrôle interne de la chaîne de production.....	127
5.12.5.13	Contrôle du déplacement des parois.....	128
5.12.5.14	Tolérances.....	128
5.12.5.15	Etaiements provisoires.....	128
5.12.5.16	Stabilité définitive.....	129
5.12.6	Micropieux.....	129
5.12.6.1	Plan d'implantation.....	129
5.12.6.2	Réalisation des micropieux.....	129
5.12.6.3	Mise en place des armatures ou profilés.....	129
5.12.6.4	Scellement des armatures ou profilés.....	129
5.13	Mise en œuvre des géotextiles.....	131
5.13.1	Généralités.....	131
5.13.2	Mise en œuvre.....	132
5.14	Ouvrages provisoires autres que les coffrages.....	132
5.14.1	Généralités.....	132
5.14.2	Réalisation et utilisation des ouvrages provisoires.....	133
5.14.2.1	Signalisation – Sécurité.....	133
5.14.2.2	Prescriptions complémentaires pour les matériels spéciaux et les dispositifs de protection 133	
5.14.2.3	Prescriptions complémentaires pour les étaiements.....	133
5.14.2.4	Procédure d'exécution des étaiements.....	133
5.14.2.5	Documents de suivi de l'exécution des étaiements.....	135
5.14.3	Epreuves des ouvrages provisoires.....	136
5.14.4	Engins de manutention.....	136
5.15	Coffrages.....	136
5.15.1	Généralités.....	136
5.15.2	Mise en œuvre des coffrages.....	136
5.15.2.1	Coffrages grossiers.....	136
5.15.2.2	Coffrages ordinaires pour parements simples.....	137
5.15.2.3	Coffrages soignés pour parements fins.....	137

5.15.3	Epreuve de convenance.....	137
5.15.4	Obligation de résultats.....	137
5.15.5	Parements simples.....	137
5.15.6	Parements non coffrés.....	137
5.15.7	Arêtes vives.....	137
5.15.8	Réception de coffrage.....	137
5.15.9	Réservations diverses.....	138
5.15.10	Coffrage pour parements fins.....	138
5.15.11	Coffrages perdus.....	140
5.15.12	Protections des parements.....	140
5.15.13	Réparations d'imperfections et de non conformités.....	140
5.16	Mise en œuvre des armatures.....	140
5.16.1	Façonnage des armatures.....	140
5.16.2	Enrobage des armatures selon règles françaises.....	142
5.16.3	Dispositifs de raboutage pour armatures.....	142
5.16.4	Armatures pour béton armé.....	142
5.16.4.1	Fabrication.....	142
5.16.4.2	Mise en place des armatures.....	144
5.16.4.3	Contrôles.....	145
5.16.4.4	Mesure de protection du personnel de chantier.....	145
5.16.5	Armatures précontraintes.....	145
5.16.5.1	Généralités.....	145
5.16.5.2	Mise en tension des armatures.....	145
5.16.5.3	Protection des têtes d'ancrage.....	146
5.17	Mise en œuvre des bétons.....	146
5.17.1	Dispositions générales.....	146
5.17.2	Programme de bétonnage.....	146
5.17.3	Mise en place du béton.....	148
5.17.4	Pervibration du béton.....	148
5.17.4.1	17.4.1 Matériels.....	148
5.17.4.2	Vibration du béton.....	148
5.17.4.3	Vibration superficielle.....	149
5.17.4.4	Vibration des coffrages.....	149
5.17.5	Béton de propreté.....	149
5.17.6	Reprise de bétonnage.....	149
5.17.7	Bétonnage sous conditions climatiques extrêmes.....	150

5.17.7.1	Bétonnage par temps froid.....	151
5.17.7.2	Bétonnage par temps chaud ou par fort vent	151
5.17.8	Cure du béton	152
5.17.9	Dispositions particulières liées à la réaction sulfatique interne	152
5.17.10	Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel.....	152
5.17.10.1	Méthodologie de mise en œuvre.....	152
5.17.10.2	Traitement thermique.....	154
5.17.10.3	Cure et mûrissement.....	154
5.17.11	Traitements thermiques	154
5.17.12	Rebouchage des trous de cône.....	154
5.17.13	Hauteur des levées	155
5.17.14	Surfaces non coffrées	155
5.17.15	Fabrication et mise en œuvre d'éléments préfabriqués.....	155
5.17.16	Réfections et réparations de surfaces bétonnées	155
5.17.17	Pièces métalliques ou autres incorporées au béton.....	156
5.17.17.1	Scelllements par ancrages.....	156
5.17.17.2	Préscellés.....	156
5.18	Eléments préfabriqués	156
5.18.1	Généralités.....	157
5.18.2	Ancres et épingles de manutention	158
5.18.3	Stockage.....	158
5.18.4	Disposition des joints entre éléments successifs.....	158
5.19	Parement des bétons.....	159
5.19.1	Définition des parements	159
5.19.2	Essais de convenue sur les bétons : parements architecturés.....	159
5.19.2.1	Généralités	159
5.19.2.2	Objectifs.....	159
5.19.3	Bétons témoins	160
5.19.4	Qualité des parements.....	160
5.19.4.1	Planéité des parements.....	160
5.19.4.2	Texture des parements.....	161
5.19.4.3	Contrôles	161
5.19.4.4	Spécifications.....	162
5.20	Traitement de surface	163
5.20.1	Parement traité après décoffrage.....	163
5.20.2	Enduits de protection	163

5.20.2.1	Eléments en contact avec les terres	163
5.20.2.2	Enduit durcisseur	163
5.20.3	Ragréages.....	165
5.20.4	Fissures	165
5.21	Tolérances géométriques	165
5.21.1	Contrôle de la géométrie en cours de construction	165
5.21.2	Tolérances finales	165
5.21.2.1	Généralités	165
5.21.2.2	Tolérances sur la géométrie	165

Liste des tableaux

tableau 1 : Provenance des matériaux et équipements	33
tableau 2 : Caractéristiques des bétons.....	66
tableau 3 : Caractéristiques des mortiers et microbétons.....	68
tableau 4 : Béton - Effectifs des échantillons d'épreuves et nombre d'essais de contrôle	78
tableau 5 : Béton projeté – courbe granulométrique	81
tableau 6 : Objectifs de compactage pour les tranchées de canalisations	108
tableau 7 : Contrôle des parements – fréquence de défauts	162
tableau 8 : Spécification pour l'appréciation de l'homogénéité des parements	162
tableau 9 : Parements fins lisses	163

1 Préambule

1.1 Objet du présent fascicule

Le présent fascicule regroupe les spécifications générales relatives aux travaux de génie civil et de bâtiments des ouvrages de la nouvelle usine de production d'eau potable et les travaux sur les ouvrages éventuellement conservés de l'usine actuelle.

Le titulaire (encore appelé l'entreprise ou le constructeur) assure la conception de l'installation (dont l'établissement des études) et réalise les travaux (la réalisation comprend aussi les études d'exécution)

Le présent fascicule fixe notamment les conditions d'exécution des principaux travaux suivants :

- travaux préparatoires, débroussaillage, déplacements ou protection d'arbres, protection des réseaux enterrés ou aériens, clôture de chantier, panneau de chantier, implantation des ouvrages, campagne géotechnique ou topographique complémentaire, analyse chimique des sols et de l'eau.
- travaux de terrassements des ouvrages,
- travaux de fondations des ouvrages,
- travaux de gros œuvre des ouvrages de génie civil et de bâtiment,
- pour les travaux de terrassement :
 - tous les travaux de décapage de la terre végétale et la mise en stockage provisoire,
 - les terrassements généraux nécessaires pour la réalisation des fouilles des fondations des ouvrages principaux et annexes,
 - les terrassements nécessaires pour la substitution et l'évacuation contrôlée des matériaux constituant les remblais,
 - traitement des remblais récents,
 - mise en œuvre des remblais d'apport,
 - les travaux de fouilles pour les tranchées de canalisations,
 - le chargement, le transport, la reprise et les frais de stockage sur site ou en centre d'enfouissement technique, y compris les traitements éventuels,
 - les travaux de consolidation et de blindage des talus et fouilles,
 - les travaux de blindage des fouilles, de rabattement de nappe,
 - les travaux de démolition.
- pour les travaux de fondations spéciales :

- les fondations spéciales éventuelles par pieux, puits, paroi moulée, micropieux, palplanches incluant les études et l'ensemble des tests avant et durant la réalisation,

- pour les travaux de génie civil :
 - les travaux de génie civil incluant les études de formulation des bétons, les essais de convenue, les bétons témoins, la fabrication et le contrôle en centrale, le transport et la mise en œuvre y compris l'ensemble des contrôles internes et externes,
- les essais d'étanchéité des cuves et bassins.

1.2 Documents de référence

1.2.1 CCTG et eurocodes

Les normes européennes NF EN 1990 à 1998 (eurocodes) pour lesquelles une annexe nationale a été publiée depuis plus de trois ans sont appliquées en priorité.

Pour tout ce qui n'est pas contradictoire avec ces normes, les fascicules du CCTG en vigueur sont applicables.

1.2.2 Normes de références

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

- la norme NF EN 1990 et son annexe nationale, la norme NF EN 1990/NA et NF EN 1990/NA,
- les normes NF EN 1991-1-1 et NF EN 1991-1-3 à NF EN 1991-1-7 ainsi que leurs annexes nationales, les normes NF EN 1991-1-1/NA et NF EN 1991-1-3/NA à NF EN 1991-1-7/NA,
- la norme NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale, la norme NF EN 1992-1-1/NA,
- les normes NF EN 1993-1-1, NF EN 1993-1-5, NF EN 1993-1-8, NF EN 1993-1-9, NF EN 1993-1-10, NF EN 1993-5 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, NF EN 1993-5/NA
- la norme NF EN 1997-1 et son annexe nationale, la norme NF EN 1997-1/NA, ainsi que, en l'absence des normes nationales complémentaires visées par cette dernière, le fascicule 62 titre V du CCTG,
- les normes NF EN 1998-1, NF EN 1998-5 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1998-1/NA, NF EN 1998-5/NA,
- le décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique,
- le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français.

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

- le fascicule 61 titre IV section II du CCTG,
- les sections I et II du fascicule 62 titre 1 du CCTG.

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

1.2.3 Documents s'appliquant aux écrans de soutènement

Pour les écrans de soutènement, les justifications relatives aux études d'exécution sont effectuées selon les modalités précisées dans les documents généraux ci-dessus complétés par les documents suivants :

- la norme NF P 94-282.

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

1.2.4 Documents s'appliquant aux réservoirs et bétons étanches

Pour les réservoirs et bétons étanches, les justifications relatives aux études d'exécution sont effectuées selon les modalités précisées dans les documents généraux ci-dessus complétés par les documents suivants :

- la norme NF EN 1991-4 ainsi que son annexe nationale, la norme NF EN 1991-4/NA,
- la norme NF EN 1992-3 ainsi que son annexe nationale, la norme NF EN 1992-3/NA,
- la norme NF EN 1998-4 ainsi que son annexe nationale, la norme NF EN 1998-4/NA,

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

- les sections I et II du fascicule 62 titre 1 du CCTG,
- le fascicule 74 du CCTG,

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

1.2.5 Autres Documents généraux

Les entrepreneurs doivent se conformer obligatoirement lors de l'exécution des travaux aux conditions définies dans les lois, décrets d'applications, arrêtés, circulaires se rapportant aux travaux à réaliser et notamment aux :

- arrêté du 30 mai 2012 relatif à la composition du cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux de génie civil pris en application de l'article 13 du Code des marchés publics,
- prescriptions définies dans le Cahier des clauses techniques générales (CCTG) applicables aux marchés publics de travaux sauf dérogations mentionnées dans le présent fascicule et aux DTU,
- règles de calculs et cahiers des charges DTU,
- normes françaises homologuées ou enregistrées, ou normes européennes si elles existent,

- avis techniques du CSTB, ou agrément technique européen,
- Codes de la construction, de l'urbanisme et du travail,
- différents règlements ou décrets parus au journal officiel.

Cette liste n'a pas pour vocation d'être exhaustive et ne constitue qu'un rappel des principaux documents applicables.

L'entrepreneur reconnaît qu'il a connaissance de ces documents et s'engage à exécuter les ouvrages selon les clauses y figurant.

Nota : si des normes spécifiées dans le présent fascicule venaient à déroger aux textes généraux ci-dessus, ce sont ces dernières qui s'appliqueraient.

2 Données du projet

2.1 Exigences de sécurité

2.1.1 Charges d'exploitation

La titulaire devra prendre en compte les surcharges d'exploitation permanentes et temporaires.

2.1.2 Actions climatiques

D'après les normes NF EN 1991-1-3/NA (mai 2007) : Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-3 : Actions générales - Charges de neige - Annexe nationale à la NF EN 1991-1-3 + Amendement A1 (juillet 2011) et NF EN 1991-1-4/NA (mars 2008) : Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-4 : Actions générales - Actions du vent - Annexe nationale à la NF EN 1991-1-4 + Amendement A1 (juillet 2011) + Amendement A2 (septembre 2012), le site est situé en :

Zone de neige : A1

Dans cette zone les charges à considérer pour la construction sont les suivantes :

- charge normale : 396 N/m² (altitude 246 m)
- charge extrême : 508 N/m²
- charge accidentelle : 677 daN/m²

Zone de vent : 2

Dans cette zone il y a lieu de considérer les valeurs suivantes :

- pression dynamique de base normale : 660 N/m²
- pression dynamique de base extrême : 990 daN/m²
- vitesse de vent normale : 118,2 km/h
- vitesse de vent extrême : 144,7 km/h

2.1.3 Séisme

Le site est classé :

- **zone de sismicité 1, d'aléa très faible**

L'ensemble des ouvrages, bâtiments et le génie civil seront conformes aux normes parasismiques en vigueur au niveau du site. Les calculs de structure et les bâtiments et ouvrages seront notamment conformes aux normes transposant l'Eurocode 8.

La classe d'importance au sens du décret du 22 octobre 2010 précité à considérer pour l'ensemble des ouvrages est la **catégorie d'importance IV**.

2.2 Exigences de durabilité

Pour les ouvrages hydrauliques, l'enrobage minimum sera de 5 cm.

2.2.1 Durée de vie

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

2.2.2 Classes d'exposition

Voir chapitre 4.5.6.2

Les bétons seront de classe minimum XA2 pour les ouvrages hydrauliques.

Pour les parties en contact avec le $FeCl_3$, celles-ci seront protégées par résine ou de classe XA3.

2.2.3 Maîtrise de la fissuration

L'annexe nationale NF EN 1992-1-1 NA fixe les valeurs pour les classes d'environnement hors XA1, XA2 ou XA3, quand il n'y a pas recherche d'étanchéité, conformément au tableau 7.1 NF.

Pour les classes XA1 à XA3 en béton armé, hors recherche d'étanchéité, on retiendra :

- **w max= 0,15 mm**

2.2.4 Classe d'étanchéité pour les réservoirs, réacteurs et bâches

On retiendra la :

- **classe d'étanchéité 1**, de la NF EN 1992-3 article 7.3.1. Pour cette classe quelques taches ou plaques d'humidité en surface sont admises.
- w_{k1} est retenu selon la clause 7.3.1 (111) de la norme NF EN 1992-3/NA.
- x_{min} est choisi selon la clause 7.3.1. (112) de la NF EN 1992-3/NA.

2.3 Exigences spécifiques

Les ouvrages seront stables à vide par leur propre poids.

Les études géotechniques jointes au marché indiquent des niveaux de nappe.

Le niveau minimum des plus hautes eaux à prendre en compte dans le cadre du projet est le niveau maximal indiqué dans l'étude géotechnique.

3 Dispositions générales

3.1 Prescriptions générales

Les spécifications ci-après décrivent la réalisation des travaux et ont un caractère récapitulatif et indicatif des exigences minimales à respecter. Elles ne se substituent pas à des exigences plus sévères des règlements, normes et textes officiels. Elles attirent l'attention de l'entreprise sur la qualité des travaux attendue par Le maître d'ouvrage.

Elles ne constituent pas à ce titre un récapitulatif exhaustif des procédures et contrôles à observer, mais représentent un cadre à partir duquel tout problème d'interprétation entre le maître d'ouvrage et l'entreprise doit trouver un principe de règlement.

A ce titre, l'entreprise doit une installation finie, en tout point conforme aux descriptions des différentes pièces du marché, apte à fonctionner dans les règles de l'art pour le montant du prix global forfaitaire indiqué à l'acte d'engagement.

Sauf stipulation explicite du programme ou des présentes spécifications techniques, tous les travaux, prestations, essais, contrôles, approvisionnements sont compris dans le prix global et forfaitaire.

Le titulaire transmet aux différents intervenants les plans, note de calculs, échantillons et les demandes d'approvisionnements spécifiques.

3.2 Terrassement

3.2.1 Dispositions générales

Le titulaire est entièrement responsable de la définition des modalités de réalisation des terrassements et la structure définitive des ouvrages et bâtiments.

L'entrepreneur devra prendre toutes les précautions nécessaires lors des terrassements pour éviter tout désordre sur les ouvrages de l'actuelle usine de la Croisette.

L'entrepreneur procédera à l'exécution des terrassements nécessaires à la réalisation des travaux quelle que soit la nature des terrains rencontrés (durs ou tendres). Il aura à sa charge tous les frais d'exécution, conformément aux exigences des plans, des clauses techniques et aux directives du maître d'ouvrage.

L'entrepreneur prendra connaissance du site, des ouvrages projetés et existants, ainsi que du rapport de reconnaissance géotechnique donné en annexe du présent CCTP. Il devra en informer leurs propriétaires. Il prendra toutes précautions nécessaires pour assurer la protection des voies routières. Il devra, si nécessaire, déplacer ou reconstruire certains ouvrages ou procéder à la réparation des dommages causés à la satisfaction du maître d'ouvrage.

Le maître d'ouvrage pourra, à tout moment, donner des directives à l'entrepreneur au sujet de l'étendue et du fractionnement des terrassements à réaliser.

3.2.2 Documents de référence

L'entrepreneur devra se référer au CCTG, fascicule N° 2 et recommandations CLOUTERRE 1991 et additif 2002 aux recommandations CLOUTERRE 1991.

3.2.3 Documents à remettre par L'entrepreneur

Le titulaire devra remettre a minima (liste non exhaustive) les documents suivants :

- rapport de campagne géotechnique complémentaire G2,
- rapport d'analyse chimique des sols et des eaux de la nappe,
- plan d'implantation planimétrique et altimétrique des ouvrages,
- plan de terrassement avec phasage,
- méthodologie et justifications des rabattements de nappe éventuels,
- méthodologie et justification des ouvrages provisoires ou définitifs pour la tenue des talus et des ouvrages existants,
- plan des fouilles,
- rapport d'essai géotechnique et d'analyse de matériaux concernant les matériaux d'apport et la qualité du compactage.

Le maître d'ouvrage pourra demander s'il le juge nécessaire la production d'autres documents.

3.2.4 Travaux en phase préparatoire

Les travaux en phase préparatoire du présent marché comprennent notamment :

- tous les travaux de décapage de la terre végétale et la mise en stockage provisoire,
- nettoyage et dégagement des emprises susceptibles de recevoir les baraquements de la base vie, le stockage des matériaux et du matériel, les parkings provisoires du chantier et autres zones nécessaires aux déroulements et à la livraison du chantier,
- l'amenée, la mise en place, le démontage et l'évacuation des baraquements de chantier pour la durée des travaux,
- réalisation d'une voie d'accès pour les travaux,
- mise en place des protections pour les piétons, par la mise en place de panneaux interdisant l'accès et balisages fixés au sol,
- mise en place des protections particulières sur l'ensemble des ouvrages conservés ou existants situés aux abords du chantier et des installations de chantier,
- mise en place des protections particulières sur l'ensemble des végétaux ou arbres conservés aux abords du chantier et des installations de chantier,

- déplacements de l'ensemble du mobilier urbains, si besoin, notamment pour l'accès chantier et l'installation provisoire sur un site suivant les indications du maître d'ouvrage,
- piquetage de l'ensemble des réseaux secs et humides et dévoiement de ceux susceptibles de gêner les travaux,
- mise en place d'un bac de nettoyage des engins de chantier et roues des camions (décrotteuse),
- diagnostic sur les ouvrages périphériques dans le cas où le titulaire emploie de l'explosif pour le déroctage.
- autres travaux que l'entreprise juge nécessaires.

3.2.5 Pour les travaux de terrassement

Les travaux de terrassement du présent marché comprennent notamment :

- les terrassements généraux nécessaires pour la réalisation des fouilles des fondations des ouvrages principaux et annexes,
- tous les travaux de terrassements sur l'ensemble des natures de sols rencontrées (meubles ou durs), emploi du BRH ou de l'explosif suivant les préconisations du CCTP et du CCAP,
- préalablement à l'extraction par minage de déblais, les tirs d'essais seront effectués à la charge de l'entrepreneur. (convenance),
- tous les travaux de soutènement nécessaires au maintien des talus des fouilles et aux ouvrages existant environnants,
- traitement des remblais récents,
- mise en œuvre des remblais,
- les travaux de fouilles pour les tranchées de canalisations,
- le chargement, transport, reprise et frais de stockage provisoire ou en centre d'enfouissement technique,
- les travaux de consolidation et de blindage des fouilles des canalisations,
- les travaux de rabattement de nappe quel que soit le débit et le volume,
- les travaux de démolition, d'évacuation ou de condamnation des ouvrages ou bâtiments non réutilisés,
- les autres travaux que l'entreprise juge nécessaires.

3.3 Structures métalliques

3.3.1 3.1 Documents de références

Fascicule 4 titre 3 – Aciers laminés pour construction métallique,

Fascicule 4 titre 4 – Rivets en aciers boulonneries à serrage contrôlés,

Norme NF EN 10025-1 : – Acier de construction à résistance améliorée à la corrosion atmosphérique.

Norme NF A 35-503 « produits sidérurgiques – Aciers pour galvanisation par immersion à chaud »

Règles pour le calcul et l'exécution des constructions métalliques (Eurocode 3) :

- NF EN 1993 1-1 : calcul des structures en acier - Partie 1-1 : règles générales et règles pour les bâtiments
- NF EN 1993 1-1/NA : Annexe nationale
- NF EN 1998 1-8 et NF EN 1998 1-8/NA : Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - calcul des assemblages.
- NF EN 1993-1-4 et NF EN 1993 1-4/NA: Calcul des structures en aciers - Règles
- supplémentaires pour les aciers inoxydables

Règles de la Fédération européenne de manutention (FEM)

Règles pour le calcul des structures en aluminium : Eurocode 9

3.3.2 Documents à remettre par l'entrepreneur

Le titulaire fournira à minima :

- les spécifications et provenances des aciers utilisés y compris protections appliquées,
- les notes de calculs de la structure avec les hypothèses de dimensionnement,
- un plan détaillé des profilés,
- l'usine de fabrication,
- les procédures de stockage sur le chantier et de montage.

Les notes de calcul indiqueront en particulier :

- les conditions de calcul,
- les valeurs des contraintes maximales en fonctionnement normal et exceptionnel,
- les caractéristiques principales dimensionnelles,
- les caractéristiques des matériaux prévus,
- les efforts subis par la fourniture et leur origine,
- les coefficients de sécurité et, d'une manière générale, toutes indications nécessaires à la bonne compréhension de la conception de la fourniture.

Le maître d'ouvrage pourra demander s'il le juge nécessaire la production d'autres documents.

3.3.3 Prescriptions particulières

Les structures aciers avec peinture ne seront pas acceptées.

Il sera accepté des structures en aciers :

- galvanisé classe 1 et 2 uniquement,
- inoxydable qualité A4,

ou en aluminium qualité marine.

Il ne sera toléré aucune découpe des structures sur le chantier pouvant altérer la qualité de la protection contre la corrosion.

L'ensemble des supports et réservations nécessaires seront prévus et façonnés en usine.

3.4 Fondations spéciales

3.4.1 Documents de références

3.4.1.1 Généralités

fascicule 62 – titre V – Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil.

3.4.1.2 Pieux – palplanches – pièces métalliques diverses

Les aciers utilisés pour la confection des pieux-tubes, pieux H et profilés métalliques divers nécessaires à la construction d'équipements métalliques seront conformes au fascicule 4 – titre III du CCTG, aux art 2.1 à 2.7 du fascicule 66 du CCTG et aux normes en vigueur dont une liste indicative et non exhaustive est donnée ci-après :

- NF EN 10021 – Aciers et produits sidérurgiques – Conditions générales de livraison.
- NF en 10027-1 – (2005-11-01): Système de désignation des aciers – Partie 1 : désignation symbolique, symboles principaux.
- NF en 10027-2 – Novembre 1992 : Systèmes de désignation des aciers – Partie 2 : systèmes numériques
- NF en 10025 -décembre 1993 : Produits laminés à chaud en aciers de construction non alliés – conditions techniques de livraison.
- NF EN 10025 : Aciers de construction à résistance améliorée à la corrosion atmosphérique – Conditions techniques de livraison.
- NF EN 10225 (A36-212) : Tôles destinées à la fabrication d'éléments de plates-formes et de structures marines – Nuances et qualités.
- NF EN 10025-1, NF EN 10025-3, NF EN 10025-4 : Produits laminés à chaud en aciers de construction soudable à grains fins – Partie 1 : conditions générales de livraison.

- NF EN 10025-1 et NF EN 10025-3 : Produits laminés à chaud en aciers de construction soudables à grains fins – Partie 2 : Conditions de livraison des aciers à l'état normalisé/laminage normalisant.
- NF EN 10025-1 et NF EN 10025-4 : Produits laminés à chaud en aciers de construction soudables à grains fins – Partie 3 : Conditions de livraison des aciers obtenus par laminage thermomécanique.

3.4.2 Documents à remettre par l'entrepreneur

Le titulaire devra remettre a minima (liste non exhaustive) les documents suivants :

- les résultats des essais de reconnaissances complémentaires aux études de sols jointes au DCE, tel que cela est jugé nécessaire par l'entreprise pour définir et mettre en œuvre,
- ses travaux de fondations,
- les résultats des sondages de reconnaissance des fondations des ouvrages avoisinants,
- les diagnostics et vérifications techniques et qualitatives des ouvrages avec indications de mesures confortatives éventuelles réalisés par un contrôleur technique au frais du titulaire,
- les analyses chimiques des sols et de la nappe,
- la méthodologie des travaux de contrôles et d'essais tel que décrits dans le CCTG et dans le présent chapitre,
- les contrôles et essais relatifs aux types de fondations,
- l'ensemble des notes de calculs justificatives du dimensionnement des structures,
- les plans d'exécutions,
- les rapports d'essais de portance, contrôle de fût des pieux.

Le maître d'ouvrage pourra demander s'il le juge nécessaire la production d'autres documents.

3.4.3 Pour les travaux de fondations spéciales

Les travaux de fondations spéciales du présent marché comprennent notamment :

- les fondations spéciales éventuelles par pieux, puits, micropieux, palplanches incluant les études et l'ensemble des tests avant et durant la réalisation,
- les autres travaux que l'entreprise juge nécessaires.

3.5 Béton

3.5.1 Documents de références

- fascicule 3 – Liants hydrauliques
- fascicule 4 – titre 1 – Armatures pour le béton armé

- fascicule 62 Titre 1 section 1 – Règle technique de conception et de calcul des ouvrages et construction en béton armé suivant la méthode des états limites – BAEL 91 révisé 1999
- fascicule 62 Titre 1 section 2 – Règle technique de conception et de calcul des ouvrages et construction en béton précontraint suivant la méthode des états limites – BPEL 91 révisé 1999
- fascicule 63 – Confection et mise en oeuvre des bétons non armé
- fascicule 64 – Travaux de maçonnerie d'ouvrage de génie civil
- fascicule 65 – Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint par post-tension.
- Additif au fascicule 65 – Exécution des ouvrages de génie civil de faible importance en béton armé.
- fascicule 66 – Exécution des ouvrages de génie civil à ossatures en acier (2011).

La qualité et la provenance des bétons et mortiers sont conformes à celles du fascicule n°65 du CCTG, chapitre 8, ainsi qu'aux normes suivantes :

- NF EN 12620 Granulats - Vocabulaire - Définitions et classification,
- NF EN 206-1 Béton - Performances, production, mise en oeuvre et critères de conformité,
- NF EN 12390-1 Bétons - Essais d'étude, de convenue et de contrôle - Confection et conservation des éprouvettes,
- NF EN 12390-3 Essai pour béton durci- Partie 3 : Résistance à la compression des éprouvettes,
- NF EN 12350-2 Bétons - Essais d'affaissements,

3.5.2 Prescriptions particulières

Le dimensionnement des ouvrages devra répondre aux prescriptions des eurocodes suivants :

- NF EN 1991-1-3 et son annexe nationale : Eurocode 1 - Actions sur les structures : actions générales - Charges de neige
- NF EN 1991-1-4 et son annexe nationale : Eurocode 1 : actions sur les structures : actions générales - Actions du vent
- NF P11-212-2 : DTU 13.2. Travaux de bâtiment - Travaux de fondations profondes pour le bâtiment – NF EN 1992-1-1 et NF EN 1992-1-1/NA : Eurocode 2 - Calcul des structures en béton : règles générales et règles pour les bâtiments

3.6 Eléments à incorporer ou à sceller dans les ouvrages en béton ou en maçonnerie

3.6.1 Les normes et règles techniques de référence

Les provenances, les qualités, les caractéristiques, les types, dimensions et poids, les modalités de marquage, d'essais, de contrôle et de réception des matériels et matériaux doivent être conformes aux normes homologuées ou réglementairement en vigueur au moment de la signature du marché, ainsi qu'aux règles techniques visées dans la suite du présent document, en particulier :

- les règles applicables aux contrôles des pièces et produits métallurgiques et aux contrôles des soudures en atelier et sur les chantiers en annexe du présent document.
- les règles pour le calcul et l'exécution des Constructions Métalliques "C.M. 1966" de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics.

Pour la boulonnerie :

- V.S.M. 14 334 "Directives pour l'assemblage par vis".
- normes AFNOR, même si elles ne sont qu'enregistrées.
- le cahier des clauses administratives générales applicables aux marchés de travaux des collectivités locales et de leurs établissements publics.

Sous réserve de l'application de tous les textes réglementaires applicables à l'exécution du contrat, les normes, règles, recommandations et prescriptions précitées prévalent les unes sur les autres, dans le domaine qui les concerne dans l'ordre de l'énumération ci-dessus après avoir tenu compte des compléments et aménagements éventuels résultant du contrat.

3.6.2 Serrureries et équipements de sécurité

Les serrureries objet du présent marché seront conformes aux règles de l'art et en particulier :

- DTU 32.1 et 32.2 ;
- Règles AM et CM 66 ;
- Normes NFP 61.012 et série 20-27 ;
- NFA 36.321 galvanisation ;
- Guide " Conception des lieux de travail " éditée par l'INRS ;
- NF E 85-101 Dimensions et résistance des garde-corps ;
- NF E 85-010 Echelles verticales métalliques fixes ;
- Label de qualité NF/SNFQ pour quincailleries.

3.7 Plan d'assurance qualité

Le plan d'assurance qualité (PAQ) rappelle ou définit les catégories, nuances ou provenance des différents matériaux, produits ou composants.

L'entrepreneur soumettra au visa du maître d'ouvrage ou de son représentant, avant tout approvisionnement du chantier, le PAQ dans les conditions fixées par le CCTG (article I.10 du fascicule 75 notamment) et le présent document.

Tous les prélèvements pour essais seront exécutés par un laboratoire agréé par le maître d'ouvrage et aux frais de l'entrepreneur au titre du contrôle externe. Les frais de contrôle et des essais seront à la charge du titulaire du présent marché, lequel fournira également la main d'œuvre et le matériel nécessaires aux prélèvements et aux essais nécessaires au contrôle extérieur du maître d'ouvrage.

Il est rappelé l'obligation d'établissement de ce PAQ par l'entrepreneur selon les trois phases définies à l'article 34 du fascicule 65 :

- 1^{ère} phase : avant signature du marché,
- 2^{ème} phase : pendant la période de préparation.
- 3^{ème} phase : en cours d'exécution des travaux

4 Provenance des matériaux et produits

4.1 Dispositions générales

4.1.1 Fourniture des matériaux

Sont à charge de l'entreprise toutes les fournitures de matériaux, composants ou autres produits destinés à être incorporés aux ouvrages, sauf celles qui sont expressément exclues par le présent CCTP.

L'entrepreneur doit en conséquence imposer dans les conventions avec les fournisseurs ou producteurs toutes les obligations résultant du présent marché.

Les matériaux destinés à la construction des ouvrages devront satisfaire aux conditions fixées par les CCTG et complétées par le présent CCTP.

Les matériaux, produits et composants de construction devant être mis en œuvre, seront toujours neufs et de première qualité en l'espèce indiquée sauf accord spécifique du maître d'ouvrage.

Les matériaux quels qu'ils soient, ne devront en aucun cas présenter des défauts susceptibles d'altérer l'aspect des ouvrages ou de compromettre l'usage de la construction.

Les prescriptions du fascicule 66 et du fascicule 65 du CCTG et de leurs annexes sont applicables, y compris en ce qui concerne les fournitures non visées par le présent fascicule.

Les articles du fascicule 65 et les annexes techniques qui n'ont pas été abrogés devront être appliqués. Le PAQ rappelle ou définit les catégories, nuances ou provenance des différents matériaux, produits ou composants.

L'entrepreneur soumettra au visa du maître d'ouvrage, avant tout approvisionnement du chantier, le PAQ dans les conditions fixées par le CCTG et le présent document.

En cas de discordance entre le CCTG et le présent document, ce dernier sera applicable sauf dérogation stipulée dans le présent document.

Tous les matériaux entrant dans la composition des ouvrages faisant partie du présent marché seront fournis par l'entrepreneur.

Tous les matériaux, composants ou équipements entrant dans la composition des ouvrages ou ayant une incidence sur leur qualité ou leur aspect, sont proposés par l'entrepreneur au maître d'ouvrage selon les modalités (procédures et délais) prévues au PAQ. Ils sont définis par leurs caractéristiques, leur conditionnement et leur provenance.

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

L'entrepreneur ne pourra, en aucun cas, se prévaloir du refus d'agrément par le maître d'ouvrage ou son représentant des fournitures et/ou des matériaux ou du travail de certains sous-traitants, par suite de mauvaise qualité ou de mauvaises conditions d'exécution, pour demander une majoration quelconque sur les prix forfaitaires de son marché.

4.1.2 Normalisation et certification

Conformément à l'article 23 du CCAG des marchés de travaux, les composants, produits et procédés doivent être conformes aux normes françaises homologuées (normes nationales transposant les normes européennes), enregistrées et, le cas échéant, aux normes expérimentales expressément citées.

L'attestation de conformité à la norme et aux prescriptions complémentaires de qualité est fournie par l'utilisation de la marque NF ou d'une marque équivalente, en tout état de cause, il appartient au soumissionnaire d'apporter au maître d'ouvrage la preuve de la conformité de ses produits aux exigences spécifiées. Toutefois des conformités à des normes étrangères en vigueur dans les états membres de l'UE équivalentes à des normes françaises homologuées pourront être admises. Il appartient alors au soumissionnaire de justifier l'équivalence par production d'un document attestant ladite équivalence entre les instituts nationaux de normalisation ou des autorités administratives compétentes.

En l'absence de normes européennes, les soumissions conformes à des normes étrangères en vigueur dans d'autres Etats membres de l'Union européenne seront recevables si le soumissionnaire peut justifier d'une équivalence entre les spécifications techniques étrangères invoquées et les normes françaises applicables; il peut notamment se référer à un document attestant une reconnaissance entre les instituts nationaux de normalisation ou entre les autorités administratives compétentes.

Tous les matériaux, matériels, appareils que l'entreprise doit mettre en œuvre dans le cadre du présent marché seront homologués CE.

L'entrepreneur peut, notamment pour des motifs de progrès technique, demander au maître d'ouvrage l'autorisation de déroger aux normes.

Seront considérés prioritairement :

- le marquage NF,
- la conformité aux normes, ISO, EN, NF, (cas d'absence de la marque NF),
- l'agrément du maître d'ouvrage (cas d'absence de norme).

pour obtention de l'agrément, le titulaire fournira :

- une notice descriptive de conception et de fonctionnement,
- un exposé descriptif et justificatif de l'emploi desdits matériels et fournitures,
- une notice descriptive des modalités d'exploitation et d'entretien,
- des garanties particulières.

Avant de se prononcer, le maître d'ouvrage pourra exiger la production de résultats d'essais complémentaires au frais du titulaire.

4.1.3 Provenance

L'entrepreneur est tenu de justifier à tout moment, sur demande de l'assistant technique au maître d'ouvrage, la provenance des matériaux au moyen de lettres, de factures, bons de pesée, bons de livraison ou toute autre pièce signée du fournisseur.

D'une manière générale, les provenances des matériaux doivent être soumises à l'agrément du maître d'ouvrage dans le Plan d'assurance de la qualité dans un délai de 30 jours ouvrables à compter de la notification du marché.

Les matériaux indiqués ci-après auront les provenances désignées dans le tableau 1.

tableau 1 : Provenance des matériaux et équipements

Nature	Nature
Grave pour remblais	Carrière agréée par le maître d'ouvrage
Enrochements	Carrière agréée par le maître d'ouvrage
Sable et granulats pour bétons	Sable et matériaux roulés ou concassés lavés provenant de carrières agréées par le maître d'ouvrage
Liants hydrauliques (coulis), mortiers de scellement ou bétons prêts à l'emploi	Usines ou centres de production agréés par le maître d'ouvrage. Dans tous les cas les ciments d'une même spécification proviendront d'une même usine sauf accord du maître d'ouvrage
Tirants avec leur protection	Usine agréée par le maître d'ouvrage
Bois	Fournisseurs agréés par le maître d'ouvrage
Armatures en acier pour béton armé	Usines agréées par le maître d'ouvrage
Autres aciers	Fournisseurs agréés par le maître d'ouvrage
Équipements divers	Fournisseurs agréés par le maître d'ouvrage

Les produits préfabriqués devront provenir d'usines agréées. A défaut, ils devront être soumis à l'agrément du maître d'ouvrage.

Pour le marquage des produits préfabriqués, outre les indications obligatoires, ces produits porteront la date et le lieu de fabrication.

La livraison des produits préfabriqués aura lieu à pied d'œuvre sur chantier. L'entrepreneur remettra au maître d'ouvrage l'original des bons de livraison pour l'établissement des attachements et des métrés correspondant.

Tous les matériaux devront être exempts de boue, d'argile, de terre et de débris végétaux ou autres.

D'une manière générale, les spécifications des matériaux et éléments de construction, sont conformes aux directives du fascicule 65.

4.1.4 Réception, dépôt et stockage

Les lieux de dépôts seront soumis à l'agrément du maître d'ouvrage et devront se situer à proximité immédiate du chantier.

Les opérations de rangement des matériaux et produits devront s'effectuer avec soin de manière à assurer la pérennité de la qualité des produits.

Les transports et manœuvres seront faits de manière à ne pas dégrader la voie publique (bordures et chaussées, revêtements, plantations, mobilier urbain, etc.).

Dans le cas où des dégradations seraient commises, elles devront être réparées par les soins et aux frais de l'entrepreneur dans un délai fixé par le maître d'ouvrage.

Dans le cas où l'entrepreneur ne ferait pas ces réparations dans le délai fixé, le maître d'ouvrage pourra les faire exécuter immédiatement d'office aux frais de l'entrepreneur, sans qu'il soit besoin d'aucune mise en demeure.

Les matériaux refusés devront être portés hors du chantier par l'entrepreneur dans le délai fixé par le maître d'ouvrage.

4.1.5 Essais et contrôle des matériaux

Les essais devront être effectués en accord avec le maître d'ouvrage, par un laboratoire de catégorie A.

Tous les prélèvements pour essais seront exécutés par un laboratoire agréé par le maître d'ouvrage et aux frais de l'entrepreneur au titre du contrôle externe. Les frais de contrôle et des essais seront à la charge du titulaire du présent marché, lequel fournira également la main d'œuvre et le matériel nécessaires aux prélèvements et aux essais nécessaires au contrôle extérieur du maître d'ouvrage.

Les résultats font l'objet de procès-verbaux au vu desquels le maître d'ouvrage accepte ou refuse les matériaux.

Lorsque des essais seront prescrits par suite d'un doute sur la qualité des matériaux approvisionnés, le lot sera gelé en attendant le résultat des essais. L'entrepreneur ne pourra élever aucune réclamation notamment, en ce qui concerne les délais ou prétendre à aucune indemnité de ce fait.

Si le maître d'ouvrage, suite à ces contrôles ou essais, s'aperçoit que les installations de production et de transformation ne répondent plus aux spécifications qui ont permis son visa, il pourra soit mettre en garde l'entrepreneur, soit suspendre ou retirer son visa.

4.1.5.1 Essais de convenance

Les essais de convenance auxquels seront soumis tous les matériaux ont pour objet de vérifier que le matériau est utilisable avant toute exploitation et de vérifier sa préparation éventuelle avant transport à son lieu de mise en œuvre.

L'entrepreneur est chargé de l'exécution des essais de convenance qu'il effectuera à ses frais, soit dans son propre laboratoire sur le chantier, soit dans un laboratoire extérieur au chantier agréé par le maître d'ouvrage.

L'entrepreneur intégrera un programme d'essais détaillés au programme d'exécution des travaux soumis au maître d'ouvrage.

L'entrepreneur doit informer le maître d'ouvrage au moins deux semaines à l'avance de la réalisation des essais qui lui incombent, afin de lui permettre d'y assister s'il le juge nécessaire.

Les résultats doivent être communiqués au maître d'ouvrage dans les délais les plus courts, de façon que, si les matériaux sont refusés, l'entrepreneur puisse en réapprovisionner de nouveau sans que la marche du chantier ne soit perturbée.

Les matériaux qui font l'objet d'un contrôle régulier, garanti lui-même par les contrôles exercés par l'AFNOR dans le cadre d'une marque de qualité (NF - VP - NF béton - etc.) ou par les services de l'équipement (aciers agréés, adjuvants...), pourront être dispensés des essais de convenance.

Le cas échéant, l'entrepreneur devra apporter la preuve que lui-même ou ses fournisseurs ont vérifié, par des essais régulièrement exécutés, la conformité aux normes et aux agréments prononcés des matériaux qu'ils utilisent.

Lorsque, pour les raisons ci-dessus, le maître d'ouvrage renoncera à faire des essais de réception, il sera néanmoins procédé à des prélèvements conservatoires d'échantillons qui seront essayés ultérieurement si le maître d'ouvrage le prescrit.

Lorsque l'entrepreneur désire utiliser des matériaux non courants ou nouveaux pour lesquels le CCTP ne donne pas de prescriptions de qualité ou d'emploi, il doit solliciter l'autorisation préalable du maître d'ouvrage et soumettre ces matériaux à son visa.

A cet effet, il doit remettre au maître d'ouvrage, avant tout emploi ou essais, un mémorandum des essais de toute nature auquel le matériau en question a été soumis dans les laboratoires officiels.

Le maître d'ouvrage peut exiger, avant de se prononcer, tous essais complémentaires qui paraîtraient nécessaires, notamment des essais de vieillissement accéléré.

A la lecture des résultats d'essais et par comparaison avec les résultats d'essais et coefficient de prise en compte admis pour les matériaux courants, le maître d'ouvrage accepte ou refuse l'utilisation du matériau considéré et, en cas d'autorisations, fixe les valeurs minimales des coefficients de prise en compte à adopter.

4.1.5.2 Essais de contrôle

Les essais de contrôle auxquels seront soumis tous les matériaux ont pour objet de vérifier au cours de l'utilisation et de la mise en place des matériaux, que ceux-ci possèdent bien les caractéristiques requises. L'entrepreneur est chargé de l'exécution des essais de contrôle qu'il effectuera à ses frais.

Le maître d'ouvrage, ainsi que les agents qui ont été désignés par lui, devront avoir toutes facilités pour contrôler la provenance, la qualité et la préparation des matériaux. Ils devront avoir libre accès sur les aires de stockage ainsi que dans les locaux et ateliers de préparation.

Le prélèvement et le conditionnement des échantillons nécessaires, ainsi que leur transport au laboratoire de chantier ou extérieur au chantier seront effectués conformément au PAQ. Les perturbations (gêne, délai, etc.) éventuelles apportées par ces opérations sur le déroulement du chantier seront également à la charge de l'entrepreneur.

Les résultats seront communiqués hebdomadairement par écrit au maître d'ouvrage, accompagnés des observations nécessaires. Toutefois, en cas de résultats négatifs ou douteux, ils devront être portés immédiatement à la connaissance du maître d'ouvrage.

Les essais de contrôle non systématiques (contrôle externe) seront exécutés conformément aux prescriptions du présent document, aux frais de l'entrepreneur, par un laboratoire proposé par lui et agréé par le maître d'ouvrage. Le nombre minimum d'essais à effectuer sur les différents matériaux dans le cadre du PAQ est précisé à chaque article du présent CCTP.

Le maître d'ouvrage peut demander à assister à tous les prélèvements effectués pour réaliser ces essais et peut demander à désigner lui-même les emplacements des prélèvements.

Le maître d'ouvrage est toujours libre de faire effectuer des prélèvements et des essais par un laboratoire de son choix en présence de l'entrepreneur. Si ces essais se révèlent négatifs, leur coût revient à la charge de l'entrepreneur et le maître d'ouvrage fait évacuer du chantier les matériaux correspondants.

Le maître d'ouvrage possède, à tout moment, le droit, si la qualité du matériau non courant ou nouveau proprement dit, ne se confirmait pas et si sa mise en œuvre n'apparaissait plus s'adapter à l'emploi prévu, de retirer l'autorisation donnée.

En plus des essais systématiques du contrôle, le maître d'ouvrage peut également prescrire tous les essais courants de laboratoire qui lui paraissent utiles pour mieux connaître les caractéristiques des matériaux, en particulier des essais pour déterminer les caractéristiques du retrait, gonflement et fissuration des ciments utilisés.

4.2 Terrassements

4.2.1 Matériaux pour remblais

Les matériaux utilisés pour réaliser la couche de fondation devront provenir de carrières agréées par le maître d'ouvrage.

Pour chaque classe granulaire, la même et unique provenance doit être conservée pour la fabrication de la totalité des matériaux destinés à une même utilisation. Toutefois, des granulats de plusieurs provenances peuvent être acceptés par le maître d'ouvrage si des études et essais préalables ont été effectués sur les granulats de chaque provenance et que l'entrepreneur les ait soumis dans son offre à l'accord du maître d'ouvrage. Les granulats d'une même classe granulaire mais de provenance différentes seront alors stockés séparément.

Le gisement est proposé par l'entrepreneur. Les granulats utilisés doivent provenir exclusivement de ce gisement. L'entrepreneur devra fournir au maître d'ouvrage à l'appui de son offre, les renseignements permettant de s'assurer que le gisement et les installations permettent d'obtenir des granulats conformes aux spécifications du présent programme.

Le maître d'ouvrage se réserve la possibilité de notifier à l'entrepreneur par ordre de service, une modification du plan d'exploitation si les caractéristiques des granulats se révèlent insuffisantes.

4.2.2 Matériaux de remblais de fouilles

Les matériaux pour remblais de fouille proviendront de déblais, d'emprunts ou de carrières extérieures au chantier à condition qu'ils présentent les caractéristiques suivantes :

- $D < 50$ mm,
- passant à 80 microns inférieur à 10 %,
- coefficient Los Angeles $c \leq 25$,
- teneur en eau naturelle voisine de l'OPN pour permettre d'obtenir le meilleur compactage,
- IP non mesurable.

Le PAQ précise la provenance exacte et la qualité de ces matériaux.

La fourniture et la mise en œuvre de ces matériaux font partie de l'entreprise.

Les matériaux devront être exempts de corps étrangers, de matières organiques, de terre et de détritiques.

L'entrepreneur proposera à l'agrément du maître d'ouvrage les modalités de contrôle de ces matériaux afin de garantir les caractéristiques minimales imposées.

4.2.3 Matériaux de remblais issus des déblais

Les matériaux constituant les remblais des fouilles et les remblais contigus proviennent, pour partie, des déblais du site. Leur réutilisation est soumise à l'accord formel du maître d'ouvrage au préalable et devra intégrer les recommandations du rapport géotechnique joint au DCE.

Dans le but d'obtenir cet agrément le titulaire devra impérativement présenter au maître d'ouvrage les éléments justifiant de la compatibilité de ces remblais avec les utilisations (essais, analyses, etc.).

Le PAQ précise la provenance exacte et la qualité de ces matériaux.

4.2.4 Géotextiles

Les caractéristiques des géotextiles à utiliser sont conformes aux recommandations établies par le Comité français des géotextiles et géomembranes. Les conditions de mise en œuvre précisées dans ces mêmes recommandations devront être respectées.

Le feutre synthétique utilisé sera du géotextile « non tissé » possédant une certification délivrée par l'ASQUAL conformément aux normes NF EN 964-1, NF EN 965, NF EN ISO 10319 et NFG 38015 à 38019. Le choix des fournitures devra être agréé par le maître d'ouvrage.

Le géotextile devra avoir deux fonctions :

- une fonction filtre de manière à éviter un entraînement de fines (sables et argiles en place notamment) au travers des enrochements de la sous couche,
- une fonction mécanique liée à sa résistance au poinçonnement lors de la pose des enrochements de la sous couche.

Il devra posséder :

- une résistance au poinçonnement > 2,2 kN,
- une ouverture de filtration < 60 μm ,
- une permittivité < 1 s^{-1} ,
- une perforation dynamique < 10 mm.

4.2.5 Grave concassée 0/31,5

Les matériaux concassés pour l'ensemble des remblais seront constitués de graves 0/31,5 mm.

Ils seront conformes aux spécifications des documents techniques en vigueur. Ils proviendront d'une carrière agréée par le maître d'ouvrage. Ils ne seront ni friables, ni gélifs et seront exempt de débris végétaux ou de corps étrangers au site dont ils proviendront. S'il est constaté, au moment du centre d'enfouissement techniquement du camion, ou même après mise en œuvre, la mauvaise qualité des matériaux fournis, ces matériaux devront être immédiatement rechargés et évacués du chantier.

Les matériaux sont soumis à l'agrément du maître d'ouvrage et doivent avoir les caractéristiques suivantes, sauf spécification contraire dans l'étude géotechnique jointe au DCE :

- l'ES sera supérieur à 40
- le coefficient de Los Angeles sera inférieur à 45
- le coefficient MDE sera inférieur à 45
- le coefficient (LA+MDE) sera inférieur à 80
- l'indice de concassage sera supérieur à 30

Les matériaux devront être exempts de corps étrangers, de matières organiques, de terre et de détritiques.

L'entrepreneur proposera à l'agrément du maître d'ouvrage les modalités de contrôle de ces matériaux afin de garantir les caractéristiques minimales imposées.

4.2.6 Enrochements

Les enrochements proviennent de matériaux d'apports.

4.2.6.1 Enrochements d'apport

Ils proviennent de roches extraites dans les carrières de pierres dures et saines sans fissures.

Ils seront d'origine calcaire, granitique ou basaltique.

Les roches sont extraites des bancs sains de la carrière et doivent être exemptes de tout phénomène d'altération et de microfissuration lié à l'altération superficielle (oxydation) ou aux zones de failles. Ils seront homogènes et ne renfermeront pas de produits friables.

Les enrochements devront être de classe B. Le rapport dimensionnel devra respecter :

- $(L + G) / 2 E \leq 2.5$ et $L / E < 2.5$
- L = plus grande dimension de l'enrochement (longueur)
- G = plus grande dimension mesurable perpendiculairement à L
- E = plus grande dimension mesurée perpendiculairement au plan formé par L et G

4.2.6.2 Blocométrie

Les blocométries suivantes seront adoptées pour les enrochements mis en place dans les ouvrages définitifs :

- enrochements de blocs anguleux soigneusement mis en place, d'un poids unitaire compris entre 1 000 et 3 000 kg :
 - D 50 = 2 000 kg soit 115 cm de diamètre théorique
 - D 85 = 3 000 kg soit 130 cm de diamètre théorique
 - D 100 = 4 000 kg soit 143 cm de diamètre théorique
 - D 15 = 1 000 kg soit 90 cm de diamètre théorique
- enrochements à blocs anguleux soigneusement mis en place, d'un poids unitaire compris entre 750 et 1 500 kg :
 - D 50 = 1 000 kg soit 94 cm de diamètre théorique
 - D 85 = 1 500 kg soit 104 cm de diamètre théorique
 - D 100 = 2 000 kg soit 1150 cm de diamètre théorique
 - D 15 = 750 kg soit 82 cm de diamètre théorique
- enrochements à blocs anguleux soigneusement mis en place, d'un poids unitaire compris entre 500 et 1 000 kg :
 - D 50 = 750 kg soit 82 cm de diamètre théorique
 - D 85 = 1 000kg soit 90 cm de diamètre théorique
 - D 100 = 1 500 kg soit 104 cm de diamètre théorique
 - D 15 = 500 kg soit 72 cm de diamètre théorique
- enrochements à blocs anguleux soigneusement mis en place, d'un poids unitaire compris entre 100 et 500 kg :
 - D 50 = 300 kg soit 60 cm de diamètre théorique
 - D 85 = 500 kg soit 72 cm de diamètre théorique
 - D 100 = 2 000kg soit 85 cm de diamètre théorique
 - D 15 = 100 kg soit 42 cm de diamètre théorique
- enrochements à blocs anguleux mis en place en vrac, d'un poids unitaire compris entre 20 et 200 kg :
 - D 50 = 50 kg soit 16 cm de diamètre théorique
 - D 85 = 150 kg soit 25 cm de diamètre théorique

- D 100 = 200 kg soit 27 cm de diamètre théorique
- D 15 = 20 kg soit 12 cm de diamètre théorique

Ces blocométries pourront être adaptées par le maître d'ouvrage sur propositions de l'entreprise en cours de travaux.

4.2.7 Terre végétale

La terre végétale provenant du décapage des emprises ne devra contenir aucun élément supérieur à 20 mm, ni végétaux, ni racines, ni autres matières étrangères. Elle devra être brisée très menue.

Elle ne devra pas contenir d'éléments étrangers (cailloux, bois, matières plastiques, ferraille, etc.).

Son stockage en cordon sur site devra permettre de la maintenir à l'abri des intempéries.

La provenance de la terre végétale d'apport sera préalablement agréée par le maître d'ouvrage.

L'organisation des transports, les caractéristiques des camions et le chargement des camions devront satisfaire aux exigences mentionnées aux articles 9.1, 9.2 et 9.3 du fascicule 27 du CCTG.

4.2.8 Conduites, drains et fourreaux en PVC

Les réservations PVC pour fourreaux ou drains ainsi que les pièces spéciales telles que coudes, cônes de réduction, seront en polychlorure de vinyle (PVC) conforme à la norme NFT 54003.

4.2.9 Sable pour lit de pose et enrobage de canalisations et gaines

Le sable sera exempt de terre et de débris végétaux, sa plus grande dimension sera inférieure à 6,3 mm.

4.2.10 Matériaux pour remblais de fouilles en matériaux drainants

Les matériaux seront de classe D1 à D2. Ils seront fournis par l'entrepreneur et proviendront d'une carrière agréée par le maître d'ouvrage.

4.3 Structures métalliques

Les lieux de provenance des divers matériaux et fournitures nécessaires à l'exécution des travaux seront choisis par l'entrepreneur et devront être agréés par le maître d'ouvrage ou son représentant. Ils doivent satisfaire aux normes AFNOR.

Les matériels et machines employés dans la réalisation des structures support des modules photovoltaïques ou équipements électriques doivent être neufs et de fabrication récente, exempts de défauts et dommages.

Tous les équipements devront par conséquent être fabriqués en matériau non corrodable.

Le délai de garantie des équipements est précisé dans le CCAP.

L'installation définitive de matériel de réemploi n'est pas autorisée.

Les matériaux et matériels nécessaires au montage ne pourront être employés qu'après examen et accord du maître d'ouvrage ou son représentant.

La demande d'agrément devra intervenir en temps utile pour respecter les délais d'exécution contractuels.

L'emploi de matériel non courants est soumis à l'agrément du maître d'ouvrage ou son représentant et toute demande de la part de l'entreprise doit être accompagnée de tous les documents justificatifs.

Pour tout ce qui n'est pas contraire aux dispositions précisées dans le présent document l'entrepreneur est soumis aux dispositions du CCTG comprenant les fascicules et DTU applicables aux natures de travaux intéressés par le présent marché.

L'entrepreneur est réputé avoir reconnu les lieux et avoir pris toutes les dispositions nécessaires à la réalisation des travaux.

4.4 Fondations spéciales

4.4.1 Pieux – palplanches - pièces métalliques diverses

4.4.1.1 Fournitures

La fourniture des aciers sera soumise aux stipulations du Titre III du fascicule 4 du CCTG "fourniture d'aciers laminés pour construction métallique" qui complète et précise la norme NF EN 10021 ("aciers et produits sidérurgiques - Conditions générales techniques de livraison").

Tous les aciers utilisés seront contrôlés par l'usine productrice selon les modalités définies par les normes en vigueur.

Conformément à l'article II.1 du fascicule 66 du CCTG, les conditions d'exécution de l'identification à effectuer sur les lots livrés devront être précisées dans le PAQ de l'entrepreneur, au titre des documents préalables à l'exécution.

4.4.1.2 Pieux tubes ou profilés

La note de calcul d'EXE définira les caractéristiques des pieux à utiliser (diamètre, épaisseur, nuance).

Tous les pieux devront être de nuance identique.

Les lots de tubes devront être accompagnés de fiches d'identification indiquant la provenance, l'usine de fabrication, les résultats des contrôles sur échantillons.

A défaut, l'entreprise devra procéder à ses frais à des essais sur échantillons permettant de déterminer les caractéristiques mécaniques de l'acier.

Les tubes « déclassés pétrole » pourront être utilisés, les aciers les constituants devront être de provenance de la Communauté européenne.

Le poids des pieux ne devra pas s'écarter de plus de 5 % du poids théorique précisé par le constructeur.

En cas de variation dans l'origine des pieux ou de l'une quelconque des caractéristiques ci-dessus, l'entrepreneur devra obtenir l'agrément préalable du maître d'ouvrage ou son représentant et en tenir compte dans sa note de calculs.

La nuance de l'acier sera repérée sur chaque tube. Les caractéristiques seront données ainsi que la limite élastique et de rupture.

Les pieux tubes recevront sur le côté extérieur un revêtement anti corrosion.

Les nuances d'acier devront être précisées par l'entrepreneur dans sa notice technique. Elle devra être supérieure ou égale à S 355.

4.4.1.3 Palplanches métalliques

(article 37 et 38.1 du fascicule 68 du CCTG, normes A 05-251, NF EN 10248-1, NF EN 10248-2)

Les palplanches seront du type profilé à chaud ou équivalent, conforme à la norme FD A 45-02.

Les palplanches comporteront un marquage indiquant le nom du producteur, l'usine de fabrication et le type de profil.

Les palplanches livrées sur le chantier et destinées à être intégrées aux ouvrages définitifs seront neuves. Leurs dimensions ainsi que les tolérances sur ces dimensions seront conformes à celles prévues par le texte de la Norme NF EN10248-2.

Les palplanches ne seront pas protégées contre la corrosion par un revêtement quelconque.

Pour les ouvrages définitifs où les palplanches ont un rôle structurel, une épaisseur sacrificielle à la corrosion de 1,5 mm sera considérée.

L'entrepreneur pourra proposer les profilés métalliques de son choix éventuellement des profilés à froid ou des profilés de récupération mais aux conditions suivantes :

- les caractéristiques géométriques (épaisseurs) et mécaniques seront au moins équivalentes à celles proposées ci-dessus,
- la nuance utilisée pour l'ensemble de l'ouvrage devra être la même.

Le type de palplanches est proposé par l'entrepreneur au vu des résultats des sondages et des calculs justificatifs, conformément à la norme FD A 45-025, et soumis à l'acceptation du maître d'ouvrage.

4.4.1.4 Butonnage / cercle

Les butons seront réalisés en acier de nuance Fe E235 minimum, conformes aux normes NF A-45-201 (HE), NF A 45-205 ((IPE) , NF A 45-209 (IPN) , NF A 45-225 (UAP) , DIN 2448 ou DIN 2458 (tubes).

Les pièces seront constituées de fers présentant un élargissement inférieur à 90 dans toutes les directions.

Les butons, les liernes et leurs assemblages seront protégées par une peinture primaire antirouille à base de phosphates de zinc dosée à 160 g/m² minimum.

Certains butons, à la demande du maître d'ouvrage, feront l'objet d'une mesure de contrainte.

Pour cela, trois jauges extensométriques seront disposées sur une section transversale dans des directions à 120° et reliées à une boîte spécifique.

Les mesures de contraintes seront effectuées à chaque phase de terrassement pouvant intéresser les butons, et au minimum chaque quinzaine.

4.4.1.5 Boulons, écrous, vis

Les boulons d'assemblage, les tiges filetées écrous et vis seront au minimum de classe 8.8 (valeurs de la limite d'élasticité 640 MPa, valeur de la limite de la résistance à la traction 800 MPa) suivant la norme NF E 25.100 et devront satisfaire aux normes NF E 27.005, 27.311, 25.100, 25.401 et aux normes ISO 4014 et 4032 pour les filetages.

Ils doivent répondre en outre aux prescriptions et spécifications du titre IV du fascicule 4 du CCTG

Les boulons sont :

- soit à tête hexagonale de symbole H,
- soit à tête fraisée de symbole F/90.

4.4.1.6 Produits d'apports pour soudages

L'entrepreneur proposera à l'agrément du maître d'ouvrage le type et la qualité des électrodes ou du fil fourré à utiliser pour la soudure des différents éléments de charpente métallique.

Les règlements à prendre en compte sont :

- titre V du fascicule 4 du CCTG,
- article 2.5 du fascicule 66 du CCTG
- normes NFA 81.309, NFA 81-340, NFA 81.311, NFA 81-316, A 81-350, A 81-311.

4.4.1.7 Choix et provenance des produits d'apport

Comme indiqué à l'article III.5.1 du fascicule 66 du CCTG, le programme de soudage précisera la désignation normalisée, la désignation commerciale et la provenance des produits d'apport pour soudage. Tous les produits utilisés pour le soudage, y compris les gaz et les flux solides, seront conformes aux normes françaises homologuées.

Les enrobages d'électrodes et les flux des fils fourrés seront de type basique.

4.4.1.8 Compatibilité des produits d'apport

Les produits d'apport pour soudage devront être compatibles avec les nuances d'acier mises en œuvre.

Ils seront notamment conformes aux prescriptions de l'article III.5 du fascicule 66 du CCTG.

4.4.2 Paroi moulée

4.4.2.1 Travaux préliminaires

Des sondages (au minimum 2 par site) seront effectués durant la période de préparation afin de préciser en particulier la géologie du site. Ils permettront de déterminer ainsi au stade des études d'exécution la hauteur minimale d'encastrement de la paroi dans le terrain en place. La cote d'arrêt de la paroi étanche devra recevoir l'agrément du maître d'ouvrage ou de son représentant.

Des analyses chimiques complètes de l'eau seront réalisées à partir d'échantillons prélevés dans les sondages.

4.4.2.2 Définition des études, essais et contrôles

On distingue dans ce qui suit, par ordre chronologique :

- a. les études et essais préalables : ils seront effectués dans les laboratoires de l'entreprise ou de son sous-traitant agréé et serviront à valider la composition et la formation du béton plastique dit de référence, définie dans le même justificatif joint à l'offre de l'entreprise,
- b. les épreuves de convenance,
- c. les contrôles sur béton frais,
- d. les contrôles sur béton durci,
- e. les essais a posteriori sur béton en place, par carottage.

La paroi proposée sera de type béton. Les caractéristiques principales devront se trouver dans les fourchettes de valeurs suivantes pour être indiquées au calcul :

- R_c : de 25 à 30 MPa,
- épaisseur de la paroi : 0,6 m - 0,80 m – ou 1,00 m maximum,
- perméabilité sous un gradient de 20 mesurée sur éprouvette : < 10⁻⁹ m/s.

Ces caractéristiques seront affinées en fonction d'études et d'essais menés par l'entreprise, sur la base :

- de calculs complémentaires du comportement mécanique de la paroi vis-à-vis de diverses sollicitations normales ou extrêmes,
- d'études comparatives qui feront appel à l'expérience de l'entreprise ou de son sous-traitant agréé pour des projets similaires.

4.4.2.3 Etudes et essais préalables

L'entrepreneur exécutera les études et essais préalables en vue de définir la composition et la formulation du béton dit de référence, en fonction des conclusions des études préliminaires, de la nature du sol reconnue par sondage complémentaire et des eaux, de la structure de l'ouvrage reconnue.

Le programme de ces études préalables devra être soumis par l'entrepreneur à l'accord du maître d'ouvrage. L'étude sera faite dans son laboratoire ou celui d'un sous-traitant agréé par le maître d'ouvrage. Les résultats obtenus seront transmis au fur et à mesure, et sans retard, au maître d'ouvrage.

L'étude préalable comprendra en principe :

- l'analyse des eaux de la nappe (cinq analyses au minimum),
- l'écrasement à 7, 14, 28 et 90 jours d'échantillons (diamètre = 5 cm, h = 10 cm) de différentes formulations envisagées avec variation des principaux paramètres (C/E,...),
- l'étude de la déformabilité à l'appareil triaxial sous étreinte latérale de 0,5 MPa (5 bars), avec une vitesse de déformation moyenne de 5 % de la hauteur par heure, et lente de l'ordre de 1 μ par minute, avec drainage des bases de l'échantillon (trois essais triaxiaux par mortier essayé et par vitesse de déformation),

- l'étude de la perméabilité pendant une cinquantaine de jours, sous fort gradient (20), sur des échantillons diamètre 80 mm (trois essais par mortier),
- l'évolution de la rigidité en fonction du temps.

Le rapport final de cette étude devra être transmis au maître d'ouvrage pour agrément un mois avant le début des travaux de la paroi.

4.4.2.4 Epreuves de convenance

Il sera confectionné un (1) mois avant le démarrage des travaux, un béton témoin à partir des matériaux devant être utilisés sur chantier et dans les conditions du chantier.

Le nombre d'éprouvettes soumis à essais sera de :

- essais de résistance à la traction (à 7 et 28 jours) : 1 x 5,
- essais de résistance à la compression (à 7 et 28 jours) : 3 x 5,
- mesure de perméabilité : 5,
- déformation à la rupture : 5.

Le maître d'ouvrage n'autorisera l'entrepreneur à démarrer la fabrication effective du béton plastique que si les résultats de ces essais sont compatibles avec ceux des essais préalables.

4.4.2.5 Qualité des matériaux

Béton

Le dosage minimal en ciment sera de 350 kg/m³.

Boue de forage pour parois moulées

La boue doit être adaptée au maintien de la stabilité des parois de forage pendant son exécution et jusqu'à la fin du bétonnage et permettre un bétonnage correct.

La boue de forage se compose d'eau, de bentonite et éventuellement de ciment et d'additifs.

Dans des cas spéciaux, la bentonite peut être remplacée par des biopolymères. La boue bentonite est préparée par malaxage à haute turbulence d'une suspension de bentonite dans l'eau dosée à 35 kg de bentonite par m³ d'eau (pour des bentonites dont la limite de liquidité est de l'ordre de 400).

Un temps d'hydratation d'au minimum 1 heure doit être respecté avant l'utilisation de la boue.

La régénération de la boue sera obtenue à l'aide de tamis vibrants, soit d'hydrocyclones qui permettent un dessablage efficace.

L'entrepreneur disposera sur le chantier du matériel de mesure nécessaire à la détermination des paramètres de la boue, ainsi que du matériel permettant le prélèvement de la boue dans l'excavation.

Avant la mise en place du béton des parois, sauf justifications particulières, les caractéristiques de la boue doivent être les suivantes :

- densité : inférieure à 1,20.
- viscosité Marsh comprise entre 35 et 80 secondes.
- teneur en sable : 5 %. Des valeurs supérieures peuvent être acceptées sous réserve de justification vis-à-vis de la décantation.
- filtrat inférieur à 50 cm³.
- épaisseur du cake inférieure à 5 mm.

Les mesures de filtrat et de cake seront faites à l'armoire Baroïde avec une pression de 0,7 MPa, appliquée pendant 30 minutes. Les contrôles seront effectués lors du forage de chaque panneau.

4.4.2.6 Tubes pour auscultation et carottages

Tubes pour auscultation

Les tubes pour auscultation des parois moulées sont des tubes sans soudure, filetables, finis à chaud, conformes à la norme française NFA 49.115.

Ces tubes sont livrés noirs, en longueur de 6 m, avec extrémités filetées conformes aux normes NFE 03.004, NF 94.160.1 et manchonnés ; le diamètre intérieur sera toutefois au moins égal à 50 mm.

Ces tubes ont un diamètre extérieur de 60,3 mm et une épaisseur de 3,6 mm.

Les bouchons utilisés pour la fermeture de ces différents tubes sont des bouchons coiffants PVC vissés, du type Armosig ou similaire ; ils régneront sur toute la hauteur bétonnée, jusqu'en fond de forage, et leur nombre est au minimum de 12 tubes pour 7 mètres linéaires de parois moulées, la distance entre 2 tubes ne devant pas être supérieure à 1,20 m. Leur hauteur est la hauteur totale des cages d'armatures plus 50 cm. La position de ces tubes devra être indiquée et cotée sur les plans d'armatures.

Tubes pour carottage de pied de paroi

Les tubes pour carottage en pied des parois moulées sont des tubes sans soudure, filetables, finis à chaud, conformes à la norme française NFA 49.115.

Ces tubes sont livrés noirs en longueur de 6 m, avec extrémités filetées conformes aux normes NFE 03.004, NF 94.160.1 et manchonnés ou en longueur de 6 m tulipés.

Ces tubes ont un diamètre extérieur de 60,3 mm et une épaisseur de 4,5 mm.

Les bouchons utilisés ou non pour la fermeture de ces différents tubes sont des bouchons coiffants PVC vissés du type Armosig ou similaire ; ils régneront sur toute la hauteur de la paroi depuis le niveau supérieur des murets-guides jusqu'à 0,50 m au-dessus du fond du forage. Ils remplaceront environ un tube d'auscultation sonique sur 24 ; cette disposition sera précisée au démarrage du chantier.

4.4.2.7 Colles et résines

Les résines destinées aux bétons et mortiers de résines et aux reprises et ragréages devront être soumises à l'acceptation du maître d'ouvrage et être choisies sur la liste des produits ayant fait l'objet des essais complets (identification et efficacité par le LCPC) ; liste publiée au bulletin de liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées et périodiquement mise à jour.

Ces produits devront satisfaire, en fonction de leur destination, les critères figurant dans le guide LCPC-SETRA pour le choix de l'application des produits de réparation des ouvrages en béton.

L'entrepreneur devra fournir au maître d'ouvrage la fiche technique de chaque produit et le procès-verbal des essais mentionnés.

4.4.3 Micropieux

4.4.3.1 Travaux préliminaires

Dans le cadre de la mission G2 complémentaire, l'entrepreneur réalisera les sondages qu'il juge nécessaires pour déterminer :

- la cohésion des terrains traversés,
- l'indice de consistance des terrains traversés,
- les paramètres Q_p et Q_f en reconnaissance statique.

4.4.3.2 Définition des études, essais et contrôles

L'entrepreneur exécutera les études et essais préalables en vue de définir la composition des produits de scellement, afin de valider les hypothèses de son mémoire technique.

4.4.3.3 Coulis et mortier de scellement

Les procédés et les matériels employés pour le dosage de tous les constituants devront être soumis à l'agrément du maître d'ouvrage ou de son représentant. Le dosage sera pondéral.

Pour les constituants utilisés sous formes pulvérulentes, le mélange sera réalisé dans un malaxeur jusqu'à obtention d'un produit homogène et dépourvu de grumeaux au moment de l'introduction dans l'appareil d'injection.

La composition des coulis stables sera soumise à l'agrément du maître d'ouvrage avec une note justificative et les résultats d'essai de laboratoire.

4.4.4 Qualité des matériaux

4.4.4.1 Microbétons

Dans le cas d'utilisation de microbétons, les qualités des ciments, des granulats, de l'eau de gâchage et des armatures, les prescriptions des articles 2.8 et 2.9 s'appliquent à l'exception des points suivants :

- diamètre maximum des granulats limité au quart de l'entre-nu des aciers dans le cas d'armatures composées ou à 10 mm dans le cas de profilés métalliques,

- enrobage minimum des aciers ou armatures : 5 cm.

4.4.4.2 Coulis et mortier de scellement

Dans le cas d'utilisation de coulis de scellement, et quel que soit le type de coulis retenu, les matériaux respecteront les caractéristiques suivantes :

- le ciment sera un ciment de type CLK-CEM III/C45,
- la bentonite en suspension dans l'eau ne doit comporter aucune particule supérieure à 0,08 mm,
- les additifs chimiques ou de synthèses devront faire l'objet d'un agrément préalable ; l'utilisation d'agent antiretrait est obligatoire,
- le sable sera de la catégorie 0,08-1 mm,
- l'eau utilisée pour confectionner les coulis ne contiendra pas plus de 1,5 % de matières dissoutes, ni aucune matière organique en suspension ou dissoute.

Pour chaque coulis, désigné par un numéro, l'entrepreneur définira pour 1 000 litres de mélange :

- eau en volume (litres),
- argile ou bentonite en poids (kg),
- ciment en poids (kg),
- densité,
- viscosité Marsh,
- décantation,
- temps de début et de fin de prise,
- résistance en compression à 7 j et 28 j.

Les essais préalables à réaliser par l'entrepreneur , et à sa charge, concernant chacun des coulis ou mortier qu'il compte utiliser sont les suivants :

- essais de sédimentation en éprouvettes graduées (inférieure à 8 %). Nombre d'éprouvettes : 3 par coulis,
- essais de résistance à la compression sur éprouvettes prismatiques d'élanement : 2,5 (fc 28 \geq 30 MPa et ft 28 \geq 2,5 MPa). Nombre d'éprouvettes : 9 par coulis.

Il soumettra à l'agrément du maître d'ouvrage le laboratoire d'essai.

4.4.4.3 Armatures

Elles sont réalisées :

- soit à partir de barres nervurées HA, avec confection préfabriquée,

- soit à partir de profilés métalliques de nuance minimum Fe E400 régulièrement percés de manière à présenter des irrégularités de profil au minimum égale à 5 % de la longueur scellée.

La réutilisation de profilés usagés n'est pas autorisée sauf dérogation motivée accordée par le maître d'ouvrage.

4.5 Armatures et béton

4.5.1 Armatures métalliques

4.5.1.1 Armatures en acier pour béton armé

Les armatures à haute adhérence et les ronds lisses seront conformes aux spécifications du fascicule 4 titre I du CCTG, visé au commentaire de l'article 71 du fascicule 65 et devront satisfaire aux normes françaises visées au commentaire de cet article 71.

Le PAQ rappelle ou définit les catégories, nuances et provenances des armatures, et précise si un façonnage est exécuté par un intermédiaire.

L'entrepreneur doit tenir à disposition du maître d'ouvrage sur le chantier, dès approvisionnement des ronds lisses et armatures à hautes adhérence, les fiches d'identification.

4.5.1.2 Ronds Lisses

Les ronds lisses approvisionnés sur l'ensemble du chantier seront exclusivement de la nuance Fe E 235. Ils seront utilisés comme armatures de fretage, barres de montage, chaises, épingles, armatures en attente de diamètre inférieur ou égal à 14 mm si elles sont exposées à un pliage suivi d'un dépliage.

4.5.1.3 Armatures à haute adhérence

Toutes les armatures seront en acier soudable.

Sauf dérogation, il ne sera utilisé sur le chantier qu'une marque d'acier, et une nuance de Fe E 500.

Toutefois, sous réserve de respecter les clauses du présent document et d'une formule de béton appropriée, l'entrepreneur pourra soumettre au maître d'ouvrage pour certaines parties d'ouvrage des armatures de nuance supérieure.

Dans ce cas, des essais de traction seront réalisés afin de contrôler l'adhérence de ces aciers dans le béton.

Il ne devra être utilisé simultanément que deux marques d'acier au maximum par nature d'ouvrage.

Les armatures en barres sont approvisionnées en longueur telles que les armatures filantes ne comportent pas plus de tronçons que si elles étaient constituées d'éléments de 12 mètres unitaires pour les diamètres jusqu'à 20 mm et d'éléments de 16 mètres unitaires pour les diamètres supérieurs.

Il ne sera pas utilisé de barre de diamètre inférieur à 8 mm.

Les armatures sont livrées sous forme de barres droites.

L'entrepreneur doit tenir à disposition du maître d'ouvrage, sur le chantier, des approvisionnements des armatures à haute adhérence, les fiches d'identification ou les autorisations de fourniture des aciers.

4.5.1.4 Treillis soudé

Ces armatures seront approvisionnées en panneaux standards de façon à réduire les recouvrements.

Ils seront conformes à la norme NFA 35.022 ; leur usage est réservé à des éléments secondaires et est soumis à l'acceptation du maître d'ouvrage.

Ils pourront éventuellement être utilisés dans d'autres éléments sous réserve de leur acceptation préalable par le maître d'ouvrage.

De plus les pourcentages, diamètres minimum et espacement maximum du fascicule 74 devront être respectés.

4.5.1.5 Manchons de raccordement

Le raboutage des armatures pourra être assuré pour certaines barres HA par des manchons vissés de type coupleurs ou équivalents. Le serrage des manchons sera effectué à la clé dynamométrique.

Les dispositifs issus du commerce seront des produits standards et devront avoir fait l'objet d'essais de convenance et devront faire l'objet d'un avis technique.

4.5.1.6 Conditionnement, transport, manutention et stockage

Conformes aux prescriptions des articles 71.3 et 71.4 du fascicule 65 du CCTG pour les armatures de béton armé.

4.5.2 Armatures pour scellements

Les tirants seront conformes aux Recommandations Tirants d'Ancre 95 du Comité Français de la Mécanique des Sols et des Travaux de Fondations (TA 95 du CFMS).

4.5.2.1 Provenance

Les tirants utilisés seront des tirants d'ancrage monobarres en acier de nuance minimum 500 MPa. Ce sont des tirants passifs.

Les tirants retenus sont des barres de diamètre 25 à 40 mm de diamètre. Le diamètre et la nuance finaux seront définis à l'issue des études d'exécution.

Le PAQ définira la provenance des matériaux et des produits. Il en rappellera les catégories et les nuances.

Les barres seront livrées en une seule longueur. Les soudures sur site seront interdites.

Tous les aciers utilisés seront contrôlés par l'usine productrice selon les modalités définies par les normes en vigueur.

L'emploi simultané d'aciers de nuances différentes dans une même partie d'ouvrage est interdit.

Il ne devra être utilisé qu'une marque d'acier au maximum par partie d'ouvrage.

4.5.2.2 Protection contre la corrosion des scellements

La protection à assurer est de classe P2, au sens des Recommandations TA 95 du CFMS.

4.5.2.3 Têtes d'ancrage

La tête de tirant devra être compatible avec la faible épaisseur du radier à clouer. Par conséquent il sera nécessaire de prévoir une platine avec boulon et contre boulon sur la tête fileté du tirant.

Les têtes de tirants seront situées au sein des ouvrages en béton armé et protégées de l'agression du milieu extérieur par l'application des règles de béton armé.

La continuité de la protection du tirant sera également assurée.

L'entrepreneur fournira à l'agrément du maître d'ouvrage la notice technique illustrée mentionnant les caractéristiques des produits utilisés et le principe de mise en œuvre.

4.5.2.4 Transport et stockage

Toutes les précautions seront prises pour que les tirants ne soient pas endommagés lors de toutes manutentions et stockages.

4.5.3 Armatures pour micropieux

Les micropieux sont de type II, tel que défini à l'annexe G5 du fascicule 62 titre V du CCTG. Ils seront injectés par IGU à l'aide d'un tube plongeur (bergatère) muni de centreurs.

L'injection basse pression se fera obligatoirement depuis le bas vers le haut.

Les micropieux pourront également être de type III.

4.5.3.1 Provenance

(Art. 2 de l'annexe C6 au fascicule 62 titre V du CCTG)

Les armatures sont des tubes en acier de diamètres 137 et 168 mm et de 355 MPa de limite d'élasticité garantie au minimum ou bien des barres de nuance minimale de 500 MPa.

L'entrepreneur aura la possibilité de proposer des nuances supérieures et des profilés différents lors de l'établissement de ses études d'exécution.

La section résistante prise en compte pour les armatures doit intégrer les dispositions adoptées dans les zones de rabotage (filetage).

En l'absence de fournitures normalisées, les tolérances géométriques des tubes sont les suivantes :

- diamètre extérieur : $\pm 1 \%$,
- épaisseur : conformément aux prescriptions de la norme NF EN 10210-2.

Pour justifier la limite d'élasticité, au moins 30 % des armatures font l'objet d'un essai de dureté.

Si les résultats de ces essais montrent une homogénéité du matériau, la valeur de la résistance est garantie par un seul essai de traction. Dans le cas contraire, l'essai de dureté est complété par au moins trois essais de traction. Les résultats de l'ensemble des essais (dureté, traction, contrôle géométrique) doivent être fournis au maître d'ouvrage avant la livraison des tubes sur le chantier (point d'arrêt).

Le PAQ définira la provenance des matériaux et des produits. Il en rappellera les catégories et les nuances.

Les profilés seront livrés en une seule longueur. Les soudures seront interdites.

L'emploi simultané d'aciers de nuances ou de marques différentes dans une même partie d'ouvrage est interdit.

4.5.3.2 Protection contre la corrosion des micropieux

Article 5.2 annexe C6 du fascicule 62 titre V.

Une épaisseur sacrificielle à la corrosion de 2 mm sera prise. Elle ne sera pas prise en compte dans les calculs.

Les micropieux seront entièrement scellés au coulis de ciment, sans autre protection anticorrosion.

4.5.3.3 Têtes d'ancrage des micropieux

La tête des micropieux devra assurer une liaison parfaite avec les ouvrages de génie civil.

En complément de l'adhérence tube métal – béton justifiée selon les règles BAEL, la liaison avec les aciers de béton armé sera effectivement assurée par le biais de trous à réaliser dans le micropieux au sein desquels les aciers de béton armé circuleront.

L'entreprise pourra également proposer de souder des connecteurs.

L'ensemble des dispositions choisies devra être vérifié lors de l'établissement des études d'EXE.

4.5.3.4 Transport et stockage

Toutes les précautions seront prises pour que les tirants ne soient pas endommagés lors de toutes manutentions et stockages.

4.5.3.5 Provenance

Les tirants utilisés seront des tirants d'ancrage monobarrés de classes 4-6 minimum avec tête fileté.

Le nombre de tirants sera fonction de la géométrie finale des pièces à sceller qui ressortiront des plans guide de génie civil fournis par le process.

La longueur des tirants et leur nuance sera définie dans les études d'exécution en fonction de la résistance propre du tirant mais également en fonction de la résistance des maçonneries et du béton.

Les barres seront livrées en une seule longueur. Les soudures sur seront interdites.

Le PAQ définira la provenance des matériaux et des produits. Il en rappellera les catégories et les nuances.

Tous les aciers utilisés seront contrôlés par l'usine productrice selon les modalités définies par les normes en vigueur.

4.5.3.6 Protection contre la corrosion du tirant et des plaques d'ancrages

Les têtes des ancrages seront protégées contre la corrosion par peinture.

4.5.3.7 Protection des têtes d'ancrage

La protection à assurer est de niveau C3 selon l'ACQPA.

La continuité de la protection du tirant devra également être assurée à l'interface partie libre / béton.

L'entrepreneur fournira à l'agrément du maître d'ouvrage la notice technique illustrée mentionnant les caractéristiques des produits utilisés qui précisera le principe de mise en œuvre.

4.5.4 Béton et micro bétons

(F 65 – Art. 81 à 83 et normes NF EN 206-1)

Les bétons mis en œuvre doivent faire preuve non seulement de la résistance mécanique nécessaire, mais ils devront également assurer une protection efficace des armatures et conduire à une teinte homogène des parements.

A cette fin, on recherchera par le choix de la composition, des méthodes de fabrication et des moyens de mise en œuvre, des bétons compacts, homogènes et imperméables.

Les procédés de construction seront choisis de façon à éviter la fissuration au jeune âge et à limiter le nombre des reprises de bétonnage.

Tous les bétons doivent faire l'objet des dispositions particulières relatives à la prévention des désordres liés à l'alcali réaction.

Les bétons proviendront de préférence d'une centrale de béton prêt à l'emploi.

Dans ce cas, ce sont donc des bétons prêts à l'emploi qui seront mis en œuvre, répondant aux préconisations de la norme NF P 18-305. Ils proviendront alors d'une usine agréée par le maître d'ouvrage et titulaire de la marque NF-BPE.

L'entrepreneur pourra proposer un autre mode de fabrication du béton (centrale de chantier) mais devra garantir la même qualité de fabrication du béton.

Par dérogation au fascicule 65 du CCTG, les désignations, les classes d'exposition, la classe de résistance au sens de la norme NF EN 206-1, le dosage en liant, les destinations et les caractéristiques complémentaires exigées des différents bétons sont indiqués dans le tableau 2 ci-après.

4.5.5 Cas particulier de la centrale de chantier

Les prescriptions du fascicule 65 du CCTG s'appliquent.

En particulier, toute centrale à béton de chantier devra être de niveau 3 au sens du fascicule 65 du CCTG, document qui est rendu contractuel.

Par ailleurs, l'emploi d'une centrale de chantier imposera obligatoirement la réalisation de béton d'études.

L'entrepreneur devra obligatoirement fournir un dossier technique complet relatif à la provenance des matériaux, aux méthodes de fabrication, aux prélèvements conservatoires de ciment. Ce dossier technique sera à soumettre à l'agrément du maître d'ouvrage 20 jours après la notification du marché.

Dans le cas de l'emploi d'une centrale de fabrication distante du chantier, une liaison téléphonique avec le chantier sera installée.

Le plan d'assurance de la qualité précisera les moyens de secours prévus en cas de défaillance de l'unité de fabrication du béton.

4.5.6 Désignation des bétons

4.5.6.1 Définition et destination des bétons à composition prescrite (BCP)

Ces bétons sont exclusivement utilisés pour :

- les bétons de lestage,
- les bétons de propreté,
- les bétons pour hors-profils et blocage

Leur résistance sera au moins égale à 15 MPa.

Le ciment utilisé doit résister à l'action des eaux agressives.

La composition de ces bétons est proposée par l'entrepreneur à l'agrément du maître d'ouvrage au plus tard un mois avant la mise en œuvre.

4.5.6.2 Définition et destination des bétons à propriétés spécifiées (BPS)

Le tableau qui suit précise la spécification des bétons, en conformité à la norme EN206-1 (article6.2).

Il fixe pour chaque béton :

- la classe de résistance à la compression
- la classe d'exposition
- la dimension maximale nominale des granulats
- la classe de teneur en chlorures
- les exigences complémentaires éventuelles.

Les caractéristiques des bétons sont conformes aux spécifications de la norme NF EN 206-1 reprises dans le tableau 2.

tableau 2 : Caractéristiques des bétons

Parties d'ouvrage	Classes d'exposition	Classe de résistance	Teneur minimale en liant équivalent vis-à-vis de la durabilité	Nature du ciment vis-à-vis de la durabilité	Caractéristiques complémentaires du ciment vis-à-vis de la durabilité	Eff/Leq vis-à-vis de la durabilité	Caractéristiques complémentaires
Béton de propreté	XC1	C20/25	250 kg			0,65	
Béton de structure des bâtiments	XF1	C25/30	280 kg				Les bétons correspondants doivent faire l'objet des dispositions particulières relatives à la prévention des désordres liés à l'alcali-réaction
Béton de structure des ouvrages process	XA2	C35/45	350 kg		ES	0,50	
Béton de structure des ouvrages process vulnérables et/ou particulièrement exposés (1)	XA2	C40/50	350		ES	0,50	Mise en place d'une résine de protection
Béton pour microbéton	XA2	C40/50	450 kg		ES	0,45	

(1) il s'agit au minimum des ouvrages suivants : fosses, cuves et ouvrages de rétention pour les stockages d'acide et de chlorure ferrique

Les autres caractéristiques sont fixées après les études de composition des bétons et proposées par l'entrepreneur à l'agrément du maître d'ouvrage.

Pour les parties en contact avec le FeCl₃, celles-ci seront protégées par résine ou de classe XA3.

4.5.7 Composition des bétons

La composition des bétons est définie par les proportions en poids des diverses catégories de granulats secs, le poids de liant par m³ de béton en place, le volume d'eau et éventuellement, la quantité d'adjuvant à incorporer à la quantité de mélange nécessaire pour obtenir un mètre cube de béton en place.

L'étude de composition des bétons est à la charge de l'entrepreneur. Elle sera conduite conformément aux articles 83, 84, 86 du fascicule 65 du CCTG.

4.5.8 Consistance des bétons frais

La consistance du béton frais est déterminée par la méthode de l'affaissement au cône. La mesure doit être systématique à chaque bétonnage. Elle est effectuée à l'arrivée sur le lieu du bétonnage. Les résultats sont reportés sur les fiches de suivi.

La classe de consistance des bétons est définie à l'article 81 du fascicule 65.

Les tolérances sur la valeur requise seront celles du chapitre VII du fascicule 65 du CCTG.

Ces valeurs pourront être modifiées après épreuves de convenance des bétons, en accord avec le maître d'ouvrage.

4.5.9 Microbéton

4.5.9.1 Destination

Les micro-bétons sont normalement utilisés pour :

- le scellement des dispositifs de sécurité métalliques (garde-corps),
- les calages divers de platines métalliques,
- les calages éventuels des pièces et inserts métalliques
- le scellement des rainures à batardeaux et autres équipements

Le tableau 3 ci-après donne les caractéristiques des mortiers et micro-bétons suivant leur destination.

tableau 3 : Caractéristiques des mortiers et microbétons

Partie d'ouvrage	Béton ou mortier	Consistance	Granulats	Dosage	Caractères complémentaires
Calages $e \leq 2 \text{ cm}$	M40 ou coulis	Fluide	0/2	Mortier ou coulis prêt à l'emploi	Ciment PM ES Adjuvants
Calages $2 \text{ cm} \leq e \leq 5 \text{ cm}$	M40	Très plastique	0/5	450 kg/m ³	Ciment PM ES Adjuvants
Calage $e \geq 5 \text{ cm}$	MB40	Plastique	0/12	450 kg/m ³	Ciment PM ES Adjuvants

Les mortiers spéciaux prêts à l'emploi sont utilisés dans le cas de scellement d'armatures passives dans les structures déjà réalisées.

Les micro-bétons pour cachetages, des scellements et des bossages d'appareils d'appui contiennent un adjuvant empêchant le retrait.

Résistance

La résistance des mortiers sera au moins égale à celle des bétons environnants ; ils devront être parfaitement compacts et imperméables.

Prescriptions particulières

Le PAQ précisera, à l'agrément du maître d'ouvrage la formule minimale des mortiers pendant la période de préparation définie au CCAP.

Les mortiers sont remplacés par des mortiers spéciaux, prêts à l'emploi lorsque les plans de détail le précisent.

Les ciments utilisés dans la composition des mortiers et micro-bétons seront identiques à ceux employés pour les bétons environnants.

4.5.10 Constituants des bétons

4.5.10.1 Les granulats

(Normes NF EN 12620, XP P 18-545, FD P 18-542)

Granulats - généralités-

Dans le cas où les bétons ne sont pas fournis par une usine de béton prêt à l'emploi (BPE), le PAQ présenté par l'entrepreneur indique la provenance et la nature des granulats et précise leur niveau de performance.

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

Par dérogation à l'article 82.2 du fascicule 65 du CCTG, les granulats doivent vérifier les spécifications qui suivent.

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

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

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

Les granulats récupérés sur l'installation de production considérée et traités dans une installation de lavage/criblage sont assimilés à des granulats naturels courants.

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

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

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

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

L'entrepreneur définit dans le cadre de son contrôle interne les lots soumis à réception ainsi que le nombre d'essais à effectuer par lot conformément à la norme NF 18 301 en s'inspirant de l'annexe B3 du CCTG.

Pour répondre aux exigences de qualité des parements, la provenance précise des granulats sera soumise à l'accord du maître d'ouvrage (teinte, régularité, qualité).

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

L'entrepreneur doit prévenir immédiatement le maître d'ouvrage des modifications qui peuvent survenir dans la production des granulats.

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

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

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

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

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

Si les granulats sont potentiellement réactifs (P.R), tous les résultats des essais visés par les chapitres 5, 6 ou 8 des "Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcaliréaction" du LCPC de Juin 1994 doivent être joints au dossier d'étude des bétons.

Si les granulats sont potentiellement réactifs à l'effet de pessimum (P.R.P.), le dossier d'étude des bétons doit comporter tous les résultats des essais permettant de justifier que les conditions 1 et 2 du chapitre 9 des "Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction" du LCPC de Juin 1994 sont vérifiées.

Dispositions concernant les procédures de bétonnage

En l'absence de granulats titulaires de la marque NF-Granulats, mais en présence d'un dossier carrière approuvé par le maître d'ouvrage, toutes les procédures de bétonnage doivent prévoir la fourniture au maître d'ouvrage avant le bétonnage, des documents de suivi du contrôle interne effectué par le producteur de granulats et l'entrepreneur 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'ouvrage, toutes les procédures de bétonnage doivent prévoir la fourniture au maître d'ouvrage avant le bétonnage, des résultats des essais rapides permettant la qualification des granulats conformément aux prescriptions de la norme P 18-542.

Si les granulats sont potentiellement réactifs (P.R), 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'ouvrage avant bétonnage, des résultats des essais visés par les chapitres 5, 6 ou 8 des "Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcaliréaction" du LCPC de Juin 1994. Ces essais doivent dater de moins de deux mois.

Si les granulats sont potentiellement réactifs (P.R), 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'ouvrage avant bétonnage, des résultats des essais visés par les chapitres 5, 6 ou 8 des "Recommandations pour la prévention des désordres liés à l'alcaliréaction" du LCPC de Juin 1994. Ces essais doivent être conduits sur la formule modifiée.

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

4.5.10.2 Ciments

(article 82.1 du fascicule 65 du CCTG, normes FD P 15-010, NF EN 197-1, NF P 15-317, NF P 15-319)

Par complément au sous-article 82.1 du fascicule 65 du CCTG, les ciments doivent être titulaires de la marque NF-Liants hydrauliques.

Le choix du ciment tient compte de l'agressivité du milieu. Cette classe sera définie par l'entreprise et proposé au maître d'ouvrage pour agrément

L'entrepreneur doit effectuer des prélèvements conservatoires de ciment /

- de 10 kg pour chaque lot de ciment utilisé pour les épreuves d'étude et de convenance des bétons,
- de 5 kg pour chaque partie d'ouvrage.

Les prélèvements sont effectués soit dans le silo à l'aide d'un dispositif installé sur la colonne montante, soit au droit du malaxeur.

Contrôle interne

Pendant toute la durée des travaux de bétonnage, l'entrepreneur fournit au maître d'ouvrage les relevés statistiques du fabricant de ciment comprenant, moyenne, écart-type et coefficient de variation. En complément à l'article 85.2B du fascicule 65 du CCTG, le fournisseur présente, à l'appui de ses résultats d'autocontrôle, un engagement sur le respect de la valeur minimale retenue C min.

Contrôle extérieur

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

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

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

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

Dispositions particulières liées à la limitation du retrait LRE

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

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

Afin de limiter le retrait endogène, les dalles des ouvrages mixtes doivent être réalisées avec un béton dont le rapport eau-ciment doit être supérieur à 0,4.

Agréments des ciments

Tous les ciments utilisés sur le chantier seront proposés à l'agrément du maître d'ouvrage au moment de l'étude de composition des bétons.

Pour chacune des spécifications ci-dessus, l'agrément ne sera accordé qu'à un ciment, défini par son origine (usine productrice), sa dénomination, sa composition et ses caractéristiques.

A l'appui de ses propositions d'agrément, l'entrepreneur devra fournir au maître d'ouvrage en même temps que le dossier, des études de composition des bétons et, pour toutes les catégories de ciment utilisées sur le chantier, les résultats statistiques mensuels et annuels des essais effectués dans le cadre de l'autocontrôle par la société ou les sociétés cimentières retenues, et portant sur la période de 12 mois précédant la date de signature du marché.

Le maître d'ouvrage pourra demander à l'entrepreneur, pour un ciment donné, de lui indiquer les limites généralement respectées par les caractéristiques généralement contrôlées autres que celles qui figurent au tableau des valeurs minimales garanties des résistances à la compression dans la norme NF EN 206-1.

Dispositions particulières liées aux réactions de gonflement interne – Réaction alcali-silice RAG

Contrôle interne

Dans le cas où le dossier carrière montre que les granulats sont potentiellement réactifs, et si la justification de la formule se fait par référence au chapitre 5 du document intitulé "Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction" édité par le LCPC en juin 1994, il est rappelé que des essais de détermination des teneurs en alcalin réactif des ciments sont à réaliser conformément à la norme NF EN 196-2. Ces essais ont pour objet de confirmer les données statistiques de la cimenterie et sont effectués au début du chantier, au cours des épreuves d'étude, ou avant les épreuves de convenance en cas d'utilisation d'un béton disposant de références.

Contrôle extérieur

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

4.5.10.3 Adjuvants

(article 82.4 du fascicule 65 du CCTG, norme NF EN 934-2)

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

Pour les bétons, l'emploi d'adjuvants (figurant sur une liste ministérielle d'agrément) pourra être autorisé. Ils seront proposés par l'entrepreneur à l'agrément du maître d'ouvrage.

Toute livraison d'adjuvants sur le chantier donnera lieu à la présentation d'un certificat d'origine indiquant la date limite au-delà de laquelle ces produits devront être mis au rebut.

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

Le maître d'ouvrage, en début d'utilisation, peut faire effectuer contradictoirement un prélèvement conservatoire sur chaque adjuvant.

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

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

Les adjuvants incorporés ne devront pas avoir d'influence (en terme de diminution des caractéristiques) sur les résistances et performances des bétons et mortiers, ne pas provoquer de phénomène de corrosion chimique des armatures ou pièces métalliques.

4.5.10.4 Eau de gâchage

(Articles 63 et 82.3 du fascicule 65 du CCTG)

Par dérogation à l'article 82.3 du fascicule 65 du CCTG, l'eau de gâchage satisfait aux prescriptions de la norme NF EN 1008.

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

L'entrepreneur fournira un certificat d'analyse si l'eau n'est pas potable.

4.5.10.5 Produits de cure

Les produits de cure éventuels devront figurer sur la liste ministérielle d'agrément. Ils seront proposés par l'entrepreneur à l'agrément du maître d'ouvrage au moment de l'étude des bétons.

Les stipulations de l'article 84-6 du fascicule 65 du CCTG sont applicables pour les produits de cure.

Dans tous les cas, le produit de cure ne devra pas laisser de traces incompatibles avec l'aspect esthétique des parties vues de l'ouvrage.

4.5.10.6 Compatibilité des différents constituants :

Les stipulations sont conformes à celles de l'article 82-5 du fascicule 65 du CCTG.

4.5.10.7 Sables

Tous les sables utilisés pour la confection des bétons ou mortiers éventuels devront satisfaire aux prescriptions du CCTG et à la norme EN 12620 Granulats pour béton.

Le sable pour mortiers et bétons sera du sable de rivière comportant au moins soixante-quinze pour cent (75 %) de silice ou de sable provenant de concassage de calcaire dur d'âge primaire.

Son origine sera soumise à l'agrément du maître d'ouvrage (il devra être reconnu non gélif par les laboratoires des Ponts et Chaussées).

L'utilisation de sable de broyage est interdite. Les sables d'origine marine sont interdits.

Niveau de prévention à atteindre vis-à-vis de l'alcaliréaction : **NIVEAU B**.

On se référera aux "Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction" du L.C.P.C. de juin 1994 pour vérifier l'obtention de ce niveau.

4.5.11 Fabrication et transport des bétons

La fabrication et le transport s'effectueront dans les conditions définies par l'article 83 du fascicule 65 du CCTG.

Le niveau d'équipement des centrales à béton répondra aux prescriptions du fascicule 65 du CCTG.

Toutes les centrales à béton auront un niveau d'équipement 3.

4.5.11.1 Fabrication

Tous les bétons sont élaborés dans une installation de fabrication de béton prêt à l'emploi, conformément aux prescriptions de la norme NF EN 206-1.

L'entrepreneur commande ses bétons par référence à la norme NF EN 206-1 en spécifiant les valeurs requises dans le tableau de désignation des bétons.

Pour chaque livraison, le fabricant établit un bordereau de livraison, indiquant :

- l'usine productrice,
- le chantier destinataire,
- la classe d'environnement et le type de béton,
- la résistance du béton,
- la nature des constituants,
- les valeurs des autres caractéristiques demandées (granularité, plasticité, ...)
- l'heure exacte de la première gâchée,
- l'heure limite d'utilisation.

Les bordereaux de livraison sont tenus à la disposition du maître d'ouvrage.

Tous les constituants du béton, y compris l'eau, sont dosés et malaxés à la centrale avant le départ des camions malaxeurs (toupies).

4.5.11.2 Transport des bétons

Les prescriptions de l'article 83.3 du fascicule 65 sont complétées par ce qui suit.

Sauf dispositions particulières, et après accord du maître d'ouvrage, la durée du transport ne doit pas être supérieure à 1 h 00 et la durée totale (transport + vidange) ne doit pas excéder 1 h 30.

Il n'est employé aucun procédé de transport susceptible de donner lieu à :

- une ségrégation des constituants du béton,
- un commencement de prise avant la mise en œuvre,
- une altération des qualités du béton par les conditions atmosphériques (notamment par évaporation excessive).

Le transport des bétons est normalement effectué dans des camions malaxeurs. Ceux-ci sont équipés d'un tambour à deux vitesses, l'une pour l'agitation, l'autre pour le malaxage.

Aucun ajout d'eau ou autres ingrédients ne peut intervenir, sur le chantier, sans l'accord express du producteur de béton.

4.5.12 Assurance de la qualité des bétons

4.5.12.1 Généralités

Parmi les documents techniques généraux, on se référera en particulier aux articles 86 et 87 du fascicule 65 du CCTG.

Les épreuves de contrôle sont à la charge de l'entreprise et seront pratiquées par un laboratoire agréé par le maître d'ouvrage dans le cadre du contrôle externe.

L'entrepreneur assurera la confection des éprouvettes, leur marquage, leur conservation puis leur transport jusqu'au laboratoire.

Les spécifications et les résistances contractuelles minimales des bétons sont regroupées dans le présent document.

L'entrepreneur a à sa charge de fournir les résultats des essais de contrôle.

Le présent document fixe le nombre des éprouvettes à prélever sur site ainsi que le rythme minimal des prélèvements.

4.5.12.2 Etudes des bétons

L'étude des bétons et la constitution du dossier d'études des bétons sont à la charge de l'entreprise.

5.12.3 Epreuves de convenance

(Notamment art 85 du fascicule 65 du CCTG)

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

Pour les bétons disposant de références probantes, les épreuves de convenue impliquent la fourniture d'une gâchée. Pour chaque béton désigné au marché ne disposant pas de références probantes, **par dérogation à l'article 85.3 du fascicule 65 du CCTG**, les épreuves de convenue impliquent la fourniture par l'entrepreneur de trois gâchées répondant à la formule nominale pour effectuer un contrôle de conformité aux spécifications. Pour effectuer le contrôle du maintien en rhéologie, ces trois gâchées peuvent être mélangées dans le camion malaxeur.

Les prélèvements et l'exécution des essais se font dans les conditions de l'actuel article 86.1 (contrôle) du fascicule 65 du CCTG et, **par dérogation à l'article 85.3**, leur interprétation se fait selon l'article 85.1cas B. Des convenances simplifiées permettent des adaptations saisonnières de composition.

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

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

Pour l'application de l'article 77.1 du fascicule 65 du CCTG, le chantier est considéré comme étant de longue durée.

Afin de prévoir les délais nécessaires, les épreuves de convenue seront réalisées durant la période de préparation ou au tout début du chantier.

4.5.12.3 Epreuves de contrôle

Les épreuves de contrôle seront conduites conformément aux articles 86.1 et suivants du fascicule 65 du CCTG.

Elles constituent le contrôle de conformité du béton aux spécifications du marché.

Elles sont réalisées sur des prélèvements de béton frais effectués au moment de l'utilisation du béton, au point le plus près possible de sa mise en œuvre dans l'ouvrage, par exemple au déversement du camion mélangeur (début et fin du déversement).

A partir de ce prélèvement, sont réalisés notamment :

- une mesure de consistance (essais d'affaissement selon norme NF P 18-451),
- un essai de détermination de la résistance à la compression à 28 jours.

Les épreuves de contrôle sont à la charge de l'entreprise et seront pratiquées dans le cadre de son contrôle externe par un laboratoire agréé par le maître d'œuvre.

l'entrepreneur assurera leur marquage, leur conservation et le transport jusqu'au laboratoire d'essais des éprouvettes.

Effectifs des échantillons d'épreuves et nombre d'essais de contrôle

Le tiers au moins des éprouvettes est essayé à sept jours d'âge, le reste à vingt-huit jours.

Le tableau 4 fixe le nombre des éprouvettes à prélever de chaque échantillon et le rythme minimal des prélèvements.

tableau 4 : Béton - Effectifs des échantillons d'épreuves et nombre d'essais de contrôle

Classification des épreuves et essais	Classification des bétons	Nombre d'époruvettes Essai de compression / prélèvement	Rythme des prélèvements
Epreuves d'études	Bétons de structures	3 rompues à 48 h 3 rompues à 7 jours 6 rompues à 28 jours	1 prélèvement par classe de béton
Epreuves de convenance	Bétons de structures	3 rompues à 48 h 3 rompues à 7 jours 6 rompues à 28 jours	1 prélèvement par classe de béton
Essais de contrôle	Bétons de structures	3 rompues à 7 jours (*) 3 rompues à 28 jours	1 prélèvement par lot de béton (**)

(*) L'âge de 7 jours peut être modifié par le maître d'ouvrage et / ou complété par d'autres essais à d'autres âges (48 heures par exemple) en fonction du mode de réalisation des éléments en béton armé, notamment si des procédés de préfabrication sont utilisés ou pour vérifier des temps de décoffrage.

(**) Les lots de béton sont définis ci-dessous :

- si les conditions de bétonnage permettent le coulage en continu, il y aura autant de lots que de multiples de 100 m³ de béton,
- si le coulage est discontinu, il y aura un minimum de 1 lot par jour de coulage,

Il résulte des paragraphes ci-dessus, que le PAQ 2^{ème} phase soumettra l'ensemble des dispositions à prendre pour la conduite des opérations de contrôle à l'agrément du maître d'ouvrage en fonction du phasage retenu et du mode de construction choisi.

Au moment du visa du programme de bétonnage, le maître d'ouvrage fixera, au vu des moyens de fabrication et de contrôle du béton adopté par l'entrepreneur, les valeurs des coefficients K1 et K2 à prendre en compte dans les critères de conformité définis à l'article 86.1.2 du fascicule 65.

Seules feront l'objet d'un contrôle direct l'ouvrabilité du béton et sa résistance à la compression à 28 jours.

Chaque prélèvement donnera lieu également à une mesure de consistance du béton frais par le cône d'Abrams.

Critères de conformité

Consistance

Un lot est réputé conforme à la spécification de la valeur cible de consistance donnée dans l'article NA 5.4.1 et le tableau 11 de la norme NF EN 206-1 si tous les résultats se trouvent dans la fourchette requise.

Si le résultat d'un essai est extérieur à cette fourchette, la gâchée ou charge correspondante peut être rebutée et la gâchée ou charge suivante fait l'objet d'un nouvel essai.

Si le résultat de cet essai est encore à l'extérieur de la fourchette, la gâchée ou charge correspondante est rebutée et le bétonnage est arrêté jusqu'à détection des causes de l'anomalie et modification du réglage.

La première gâchée fabriquée à partir de ce nouveau réglage fait l'objet d'un essai qui doit se situer dans la fourchette requise.

Résistance à la compression

Pour un ouvrage déterminé, à chaque essai relatif à un béton d'une composition donnée, trois conditions doivent être simultanément remplies. Elles sont détaillées à l'article 86.1..2 B du fascicule 65 du CCTG.

Si l'une des trois conditions n'est pas remplie, le béton mis en œuvre est déclaré non-conforme aux spécifications.

Le maître d'ouvrage ou son représentant fait prendre les mesures utiles lorsque les essais de résistance ne satisfont pas aux conditions imposées.

En particulier, s'il apparaît lors des essais de contrôle que la résistance à la compression à 28 jours est inférieure à celle exigible, il peut prescrire, aux frais de l'entrepreneur, l'exécution d'essais non destructifs permettant l'appréciation de la résistance du béton de l'ouvrage ou de la partie d'ouvrage en cause.

Il lui appartient de juger si, compte tenu des résultats obtenus, de la destination de l'ouvrage et de ses conditions de service, l'ouvrage peut être accepté, doit être modifié ou consolidé, voire détruit.

Le maître d'ouvrage peut subordonner son acceptation de l'ouvrage ou de la partie d'ouvrage en cause à une réfaction sur le prix total (béton, coffrages, armatures), qu'il a à apprécier et qui peut atteindre vingt pour cent des prix concernés.

Confection, conservation et transport des éprouvettes

Le laboratoire agréé par le maître d'ouvrage assurera la confection des éprouvettes, l'entrepreneur assurera leur marquage, leur conservation puis leur transport jusqu'au laboratoire.

- l'emploi de moules en matière plastique ou en carton, de caractéristiques préalablement fixées par le laboratoire agréé, est seul autorisé pour la confection des cylindres de compression non soumis à un traitement thermique.
- les éprouvettes prismatiques pour essai de traction par flexion circulaire auront une section de cent centimètres carrés (100 cm²) et une longueur de quarante centimètres (40 cm). Les éprouvettes de traction pourront être aussi des cylindres identiques aux éprouvettes de compression. Elles seront alors éprouvées par fendage.
- les éprouvettes sont amenées au local de stockage dès qu'elles sont transportables.

4.5.13 Béton projeté

La classe du béton projeté pour la réalisation des travaux est C35/45, dosage minimum en ciment 350 kg/m³ de CEM II 42.5 PM-ES.

4.5.13.1 Technique de projection

Les mortiers ou bétons projetés seront mis en œuvre par la technique de projection voie sèche.

4.5.13.2 Constituants

Les granulats seront conformes aux prescriptions du présent document.

Leur teneur en eau avant introduction dans la machine à projeter doit être homogène et rester faible ; la teneur optimale est comprise entre 2 et 4 %.

Pour les mortiers projetés, la dimension maximale des granulats sera 3,15 mm (module AFNOR 35).

Pour les bétons, la courbe granulométrique devra avoir une courbure continue et être contenue dans le fuseau défini ci-dessous à ± 10 %.

tableau 5 : Béton projeté – courbe granulométrique

Proportion en poids d'éléments traversant les tamis de :					
0,25 mm	0,50 mm	1,00 mm	2,00 mm	4,00 mm	8,00 mm
9 à 14 %	22 à 31 %	35 à 47 %	51 à 62 %	70 à 78 %	100 %

Les ciments, l'eau et les adjuvants seront conformes respectivement au présent document.

Suivant les prescriptions de l'entreprise, le béton projeté pourra être fibré. Les fibres introduites durant le malaxage dans le béton projeté seront synthétiques (en polypropylène). Le dosage sera de 2 kg de fibre (minimum) par mètre cube de béton. L'entreprise présentera dans son offre les caractéristiques des fibres.

4.5.13.3 Composition

Le dosage initial des composants doit être déterminé en tenant compte du fait que le béton projeté en place aura un dosage final différent du dosage initial, en raison des rebords et retombées.

Les ajouts spécifiques du béton projeté (raidisseurs ou raidisseurs-accélérateurs de prise) doivent faire l'objet d'une épreuve de convenance appropriée et d'une autorisation d'emploi auprès de la COPLA.

4.5.13.4 Epreuve de convenance

Avant de commencer la projection, on devra effectuer des tests de qualité avec les constituants du béton et les installations de malaxage et de refoulement prévus, dans les conditions mêmes de la mise en œuvre.

L'entrepreneur précisera dans son PAQ quelle méthode il prévoit d'utiliser et argumentera par un dossier de références récentes sur des ouvrages similaires complété de résultats d'essais réalisés alors.

4.6 Coulis de ciments pour micropieux et scellements

4.6.1 Composition des produits

Les procédés, les types de coulis et les matériels employés pour le dosage de tous les constituants qui seront proposés par l'entrepreneur devront être soumis à l'agrément du maître d'ouvrage.

Les ciments utilisés pour la confection des produits seront obligatoirement des ciments prise mer (PM-ES) de classe 42,5.

L'eau entrant dans la composition du coulis doit être conforme à la norme NF P 18.303. Les coulis pour scellements ne comporteront pas de bentonite.

Dans sa proposition, l'entrepreneur proposera une formulation qui minimise le retrait du coulis.

L'agrément se fera d'une part lors de l'élaboration du protocole d'injection (PAQ) et d'autre part à tout moment des travaux d'injection si l'analyse des travaux antérieurs nécessite un changement de méthode (matériel, produits).

L'entrepreneur tiendra à disposition du maître d'ouvrage toutes les informations demandées sur la composition et l'origine des produits utilisés.

Les adjuvants utilisés doivent répondre aux spécifications des normes NF EN 934-2 et EN 480-6 et bénéficier d'un droit d'usage de la marque NF ou être choisis parmi ceux figurant sur la liste des adjuvants établie par la COPLA.

Les adjuvants ne doivent contenir aucun élément agressif vis-à-vis des aciers. Une étude de compatibilité doit être faite si plusieurs adjuvants sont utilisés.

4.6.2 Fabrication

Le dosage des coulis de ciment pur est défini par le rapport en poids de ciment et d'eau (C/E).

Ce rapport sera compris au minimum de 2.

Le dosage sera pondéral. Pour les constituants utilisés sous forme pulvérulente, le mélange sera réalisé dans un malaxeur jusqu'à obtention d'un produit homogène et dépourvu de grumeaux au moment de l'introduction dans l'appareil d'injection.

Le malaxage à haute turbulence de ces coulis doit durer au moins 2 minutes après que la totalité du ciment ait été versée dans le malaxeur.

4.7 Coulis de ciments pour injections

4.7.1 Composition des produits

Les procédés, les types de coulis et les matériels employés pour le dosage de tous les constituants qui seront proposés par l'entrepreneur dans son PAQ devront être soumis à l'agrément du maître d'ouvrage.

L'entrepreneur tiendra à disposition du maître d'ouvrage toutes les informations demandées sur la composition et l'origine des produits utilisés.

Les injections par forages horizontaux ou verticaux devront permettre de combler les vides dans la maçonnerie et à l'interface maçonneries rocher de fondation.

Les produits injectés sont des coulis stables et pérennes du type ciment-bentonite. Il est envisageable d'utiliser des coulis rigidifiés au silicate de soude.

Dans le cas où des vides seraient rencontrés il pourra être envisagé d'intégrer des charges (sable) dans les coulis.

Les ciments utilisés pour la confection des produits seront obligatoirement des ciments prise mer (PM-ES) de classe 42,5.

L'eau entrant dans la composition du coulis doit être conforme à la norme NF P 18.303.

Toutes les fournitures nécessaires à l'exécution des travaux font partie de l'entreprise et sont à la charge de l'entrepreneur.

4.7.2 Fabrication

Le dosage des coulis de ciment pur est défini par le rapport en poids de ciment et d'eau (C/E).

Ce rapport sera proche de 0,7.

Le dosage sera pondéral. Pour les constituants utilisés sous forme pulvérulente, le mélange sera réalisé dans un malaxeur jusqu'à obtention d'un produit homogène et dépourvu de grumeaux au moment de l'introduction dans l'appareil d'injection.

Le malaxage à haute turbulence de ces coulis doit durer au moins 2 minutes après que la totalité du ciment ait été versée dans le malaxeur.

Le coulis devra avoir une viscosité et un temps de prise compatible avec le type d'injection et le délai de mise en place

Le plan d'organisation des contrôles des coulis doit en particulier préciser les caractéristiques suivantes :

- viscosité.
- densité.
- décantation.
- temps de prise à vingt degrés et dix degrés.
- ressuage.
- résistance à la compression simple sur éprouvettes cylindriques d'éclatement 2 et de trente-huit millimètres de diamètre.

4.7.3 Mortiers de résines époxydiques

Les produits utilisés seront proposés à l'agrément du maître d'ouvrage, accompagnés de la fiche technique d'identification et des résultats d'essais.

4.7.3.1 Fiche technique de la résine

Elle précisera :

- a) Les conditions d'emploi du produit
 - le rapport d'emploi des composants "base" et "durcisseur",
 - les températures limites d'emploi,

- la viscosité de la résine,
 - la durée pratique d'utilisation de la résine confectionnée à partir des composants conditionnés dans leur emballage normal,
 - la période du mûrissement de la résine avant application.
 - Pour ces trois derniers alinéas, les valeurs seront données à +20 °C et aux températures limites d'emploi.
- b) Les conditions de mise en œuvre
- les modalités d'application de la résine sur le support,
 - la sensibilité du produit à l'humidité du support,
 - la durée de polymérisation en film à +20°C et aux températures limites d'emploi,
 - la toxicité et les consignes de sécurité pour le personnel.

4.7.3.2 Essais

La proposition sera accompagnée des procès-verbaux des essais réalisés suivant les modes opératoires LCPC-SETRA.

- sur la résine :
 - caractéristiques mécaniques en traction directe de la résine : contrainte de rupture et allongement à la rupture mesurée sur éprouvettes en forme d'haltères ISO conformément aux prescriptions de la norme NF T 51.034,
 - résultats des essais de collage béton frais sur béton durci avec application de résine sur support sec et humide,
 - résultats des essais d'adhérence de résine sur béton sec et humide.
- sur le mortier de la résine : caractéristiques mécaniques du mortier confectionné à partir de la formule de composition proposée : flexion, compression et densité à 24 h, 48 h et 7 jours d'âge. La confection et la conservation des éprouvettes seront réalisées à +20°C et aux températures limites d'emploi.
- Sable : le sable utilisé sera du sable siliceux SP de granulométrie 0/1,2 livré en sacs étanches.

4.7.4 Coffrages

Les prescriptions du chapitre VI du fascicule 65 s'appliquent.

Les bois de blindages et supports sont choisis par l'entrepreneur dans le cadre des prescriptions de la norme NF P 18-503 et dans les catégories correspondant aux contraintes calculées.

Les coffrages présenteront une rigidité suffisante pour résister, sans déformation, aux charges et aux chocs auxquels ils seront exposés. L'entrepreneur décoffrera les ouvrages en béton armé par l'application d'efforts

purement statiques (pas de choc) et ce, seulement après que le béton ait acquis une résistance suffisante pour reprendre, sans dommage, les efforts qui lui sont appliqués.

L'entrepreneur soumettra à l'agrément du maître d'ouvrage les produits de cure et les produits de décoffrage qu'il compte utiliser dans le cadre du projet. Ils doivent présenter une totale innocuité vis à vis des coffrages du béton, de l'aspect des parements (absence de tâches ou de farinage) et du personnel.

L'entrepreneur présentera le choix du produit qui devra être conforme aux normes NF et la procédure de mise en œuvre à l'agrément du maître d'ouvrage.

4.8 Eléments en bois

Toutes les fournitures en bois (notamment exotiques) devront justifier par certificat (notamment PFEC, FSC) de la provenance selon la filière de gestion sylvicole raisonnée (vis à vis de la déforestation).

Les bois devront être secs et avoir subi un traitement garantissant leur conservation dans leur milieu de destination.

Ils ne devront pas comporter d'anomalies de structure susceptibles de nuire à leur qualité mécanique et ils ne devront pas présenter en particulier :

- de nœuds non adhérents
- de fibres torses
- de chancres
- de lunures
- de fentes (roulure, gélivure, gerçure, cadranure)
- d'altérations physiologiques ou bactériologiques.

Toute pièce de bois gauchie ou présentant une des anomalies ci-dessus sera rejetée par le maître d'ouvrage au moment de la réception.

Les pièces de bois pourront présenter des fentes de retrait, à condition qu'elles n'altèrent pas les qualités physiques du bois.

Les qualités de bois et les contraintes admissibles sont données par la norme NF B 52001 et pour les règles de calcul par les règles de calcul CB 71.

L'entrepreneur proposera la qualité choisie et ses caractéristiques à l'agrément du maître d'ouvrage. Les bois proposés seront obligatoirement adaptés au milieu extérieur. Les bois seront traités.

Le traitement des bois sera réalisé par autoclave. Le bois devra être gorgé de sels jusqu'au cœur : classe de traitement 4 T Norme NFB 50100.

L'entrepreneur fournira le certificat de qualification CTB valable pour l'année en cours.

4.9 Matériaux divers

Tous les matériaux, matières et fournitures utilisés dans la constitution des ouvrages et qui ne sont pas explicités dans le présent document devront satisfaire aux conditions des fascicules du CCTG ou, à défaut, aux normes françaises.

Leur utilisation sera soumise à l'agrément du maître d'ouvrage sur proposition de l'entrepreneur.

Ils seront choisis parmi ceux reconnus par le maître d'ouvrage comme répondant aux conditions d'emploi ou de fonctionnement auxquels ils seront soumis.

Leur agrément sera subordonné à la production des procès-verbaux d'essais, références et échantillons établissant complètement que ces matériaux sont bien adaptés à ces conditions.

4.10 Livraison et réception du matériel

L'entrepreneur devra mettre son matériel en dépôt à l'emplacement du chantier. Les frais de transport (ferroviaires, maritimes, aériens et terrestres), de centre d'enfouissement techniquement, et toutes les manutentions seront à sa charge.

Le matériel sera réceptionné par le représentant du maître d'ouvrage, en présence de l'entrepreneur. Ce dernier remettra au représentant du maître d'ouvrage la liste complète et quantitative des « fournitures visitées et reçues », et signé contradictoirement par l'entrepreneur et le surveillant qui se réserve le droit de refuser les matériaux ou matériels qu'il jugerait non conformes.

Cette pièce, à l'exclusion de tout autre, servira de base à l'établissement d'un décompte d'approvisionnement si l'entrepreneur en fait la demande.

Dans le cas où un lot de fourniture serait refusé, ce lot devra être enlevé dans les 48 heures.

4.11 Éléments à incorporer ou à sceller dans les ouvrages en béton ou en maçonnerie

L'entrepreneur réalisera en temps utile toutes les réservations nécessaires au scellement des pièces à incorporer à l'ouvrage.

4.11.1 Éléments métalliques et autres

Cet article concerne l'ensemble des éléments métalliques de serrurerie et d'équipements de sécurité.

Les éléments seront réalisés en acier inox 1.4307 ou 1.4404, ou en résine armée et devront recevoir l'approbation du maître d'ouvrage.

Les éléments suivants pourront en particulier être réalisés en acier inox 1.4307 :

- cadres et structures porteuses des panneaux de couvertures,
- étriers, colliers de fixation des conduites EU DN 200 mm et appareillages.

Les éléments suivants pourront en particulier être réalisés en résine armée :

- gardes corps, échelles, crinolines et montants de protection,

Les éléments suivants pourront en particulier être réalisés en fonte :

- trappes de couverture diamètre minimal utile 1 000 mm.

4.11.2 Serrureries et équipements de sécurité

Les équipements de sécurité objet du présent marché sont :

4.11.2.1 Garde-corps

Ceux-ci seront composés, conformément à la norme NFE 85 101 :

- d'une lisse haute ;
- d'une lisse intermédiaire ;
- d'une plinthe.

Les gardes corps des zones techniques doivent être réalisés conformément à la norme NF EN 141222-3.

4.11.2.2 Caillebotis

Les planchers perforés antidérapantes (caillebotis) notés sur les plans projet seront en résine.

Ceux-ci seront placés dans une engravure métallique formée de cornières soudées ou IPN avec fixation par scellement ou vis et chevilles.

Les caillebotis seront calculés pour résister à une surcharge uniformément répartie de 250 ou 500 kg/m² selon leur situation.

Les parties métalliques du cadre à sceller seront galvanisées en usine, aucune modification ne sera tolérée sur le chantier. A défaut ou constatation d'une modification, le maître d'ouvrage demandera une nouvelle galvanisation en usine et ceux aux frais du titulaire du lot.

4.11.2.3 Echelles de descente et crinoline

- échelles pour descente dans les ouvrages, largeur 400 mm. Toutes les échelles fixes de plus de 3,00 m seront munies d'une crinoline installée à partir de 2,50 m du sol et d'une barre de retenue à refermeture automatique au niveau supérieur. Les crinolines seront entièrement démontables,
- crosses escamotables pour descente dans les ouvrages, longueur 1 200 mm.

4.11.2.4 Les serrureries

Les serrureries seront en acier Fe24 assemblé par soudure avec continuité et régularité obligatoire des cordons. Elles seront galvanisées à chaud avec une charge nominale de zinc de 300g/m².

5 Modes d'exécution des terrassements – fondations spéciales et bétons

5.1 Généralités

5.1.1 Définition

L'entrepreneur assure la conception de l'installation (dont l'établissement des études et sondages) et réalise les travaux y compris l'ensemble des études d'exécution.

5.1.2 Prescriptions générales

Les spécifications ci-après décrivent la réalisation des travaux et ont un caractère récapitulatif et indicatif des exigences minimales à respecter ; elles ne se substituent pas à des exigences plus sévères des règlements, normes et textes officiels ; elles attirent l'attention de l'entreprise sur la qualité des travaux attendue par le maître d'ouvrage.

Elles ne constituent pas à ce titre un récapitulatif exhaustif des procédures et contrôles à observer, mais représentent un cadre à partir duquel tout problème d'interprétation entre le maître d'ouvrage et l'entreprise doit trouver un principe de règlement.

A ce titre, l'entreprise doit une installation finie, en tout point conforme aux descriptions des différentes pièces du marché, apte à fonctionner dans les règles de l'art pour le montant du prix global et forfaitaire indiqué à l'acte d'engagement.

Toutes les prescriptions et spécifications ci-après sont donc applicables au présent marché.

Sauf stipulation explicite, tous les travaux, prestations, essais, contrôles, approvisionnements, sont compris dans le prix global et forfaitaire.

Le titulaire transmet aux différents intervenants les plans, notes de calcul et les demandes d'approvisionnement spécifique.

5.1.3 Dossier photographique

Durant toute l'exécution des travaux, le titulaire a la charge de la prise de photographies (format numérique) des phases de travaux significatives. Chaque fin de mois un CDROM sera remis au maître d'ouvrage.

5.1.4 Bureau de chantier

Voir CCAP

5.1.5 Panneau de chantier

Voir CCAP

5.2 Programme d'exécution des travaux

L'entrepreneur devra soumettre à l'agrément du maître d'ouvrage le programme d'exécution des travaux dans un délai maximal de quinze (15) jours ouvrables à compter de la notification de la signature du marché ou de l'ordre de service prescrivant de commencer les travaux.

Il comprendra notamment :

- le programme prévisionnel et le phasage des travaux, en tenant compte des coordinations de travaux à respecter avec les concessionnaires des réseaux existants dans l'emprise des travaux,
- un programme d'exécution des travaux portant sur les différents types de terrassements, sur le génie civil et ses ouvrages annexes, sur les provenances et qualité des fournitures nécessaires à la réalisation des ouvrages (matériaux de remblais, canalisations, regards visitables, etc.).

Le maître d'ouvrage retournera ce programme à l'entrepreneur soit revêtu de son visa, soit, s'il y a lieu, accompagné de ses observations.

Le programme des travaux sera détaillé sur un pas de temps de la semaine.

L'entrepreneur devra proposer, en temps utile, les additifs ou modifications qu'il y aura lieu d'apporter à ce programme pendant la durée des travaux.

Il sera procédé, tous les mois, à l'examen et à la mise au point du programme dans les mêmes conditions que celles qui auront présidé à son élaboration.

Voir également CCAP

5.3 Caractéristiques et nature du sol

Pour l'étude des ouvrages, des ancrages et des blindages, les calculs seront menés à partir des caractéristiques des sols indiquées dans le rapport des reconnaissances géotechniques.

Les travaux comprennent la réalisation d'une étude géotechnique complémentaire mission minimum de type G2 selon la norme NFP 94-500.

En outre cette mission G2 sera complétée lors de la réalisation des travaux (tranche conditionnelle) par l'intervention d'un géotechnicien, rémunéré au frais du titulaire et sous sa responsabilité, afin que celui-ci émette un avis sur les éléments suivant :

- fond de fouilles : dans tous les cas l'entrepreneur devra demander l'avis du géotechnicien dès la fin de l'ouverture des fouilles pour confirmer la nature des horizons d'assise des ouvrages et cela avant toute mise en œuvre de béton de propreté.
- tenue des talus
- fondation de grue
- soutènement provisoire
- pompage et rabattement de la nappe (notamment précautions vis-à-vis des avoisinants).

Toutefois, il appartiendra à l'entrepreneur de vérifier ces résultats et de procéder à tous les forages, études et essais complémentaires qu'il estimerait nécessaires pour lui permettre d'arrêter, sous son entière responsabilité, les bases de ses calculs.

Lors de l'exécution, l'entrepreneur devra faire procéder, à ses frais, à tous les forages, essais en place ou en laboratoire qu'il jugerait utile afin de préciser les caractéristiques du terrain.

Dans les matériaux de substitution, les caractéristiques mécaniques seront proposées par l'entrepreneur à l'agrément du maître d'ouvrage sur justifications adaptées et s'appuyant sur la nature exacte des matériaux qui seront mis en œuvre sur le site.

5.4 Ecoulement des eaux – Epuisement – Rabattement de nappe

Les conditions d'écoulement des eaux de surface avant travaux devront être maintenues en permanence en cours de travaux.

L'entrepreneur devra, sous sa responsabilité, organiser ses chantiers de manière à les débarrasser des eaux de toute nature (eaux de temps sec, eaux pluviales, eaux d'infiltrations, eaux de drainage, eaux de sources ou de nappes aquifères, ou provenant de fuites de canalisations, ...) quelle que soit l'importance de la nappe aquifère et quel que soit l'ordre dans lequel les travaux sont exécutés, maintenir les écoulements et prendre toutes les mesures utiles pour que ceux-ci ne soient pas préjudiciables aux biens de toute nature susceptibles d'être intéressés.

Il assurera également, sous sa responsabilité, l'évacuation et la dérivation des eaux de toute origine, depuis le chantier jusqu'aux exutoires où elles pourront être reçues.

L'assainissement des fouilles devra être poussé de telle façon que les ouvrages préfabriqués soient posés à sec ou les bétons coulés hors eau et que les ouvrages soient exécutés à sec sauf emploi d'un procédé spécial d'exécution soumis préalablement à l'accord du maître d'ouvrage. L'entrepreneur ne pourra réclamer aucune indemnité ou plus-value en raison de la gêne due au travail dans l'eau, ou aux sous pressions.

Les eaux seront rassemblées et canalisées à des puisards ou à des points de déversements, établis aux endroits indiqués par le maître d'ouvrage ; l'entrepreneur sera tenu d'avoir sur le chantier les moyens d'épuisements adaptés aux débits à évacuer. Il soumettra au maître d'ouvrage les dispositions envisagées notamment sur le matériel à adopter.

Il doit installer à ses frais, aux endroits convenables, si les circonstances l'y obligent, les pompes et leurs accessoires (tuyaux d'aspiration et de refoulement, canalisations ou goulottes pour l'écoulement des eaux) nécessaires aux épuisements, à l'évacuation des eaux rencontrées ou éventuellement des effluents des égouts en service pendant les travaux de modification ou de raccordement intéressant ces égouts (en aucun cas, ces effluents ne devront être déversés au milieu naturel), assurer dans les mêmes conditions, leur fonctionnement et leur entretien.

Après achèvement des travaux, il les enlèvera et remettra les lieux dans leur état primitif.

Les épuisements, pompage ou tous autres travaux sont à la charge de l'entreprise quelle que soit leur importance et sont réputés être intégrés dans les prix des ouvrages.

Il assurera également, sous sa responsabilité, l'évacuation et la dérivation des eaux de toute origine, depuis le chantier jusqu'aux exutoires où elles pourront être reçues.

L'entrepreneur aura la charge de creuser, curer, et entretenir les puisards et bacs de décantation et d'assurer le fonctionnement de ses installations de pompage.

Les frais d'évacuation des produits de curage (réseau, bacs de décantation) sont implicitement compris dans le prix.

L'entrepreneur ne pourra élever aucune réclamation ni prétendre à aucune indemnité en raison de la gêne ou de l'interruption de travail, ou des pertes de matériaux ou tous autres dommages qui pourraient résulter des arrivées d'eau consécutives aux phénomènes atmosphériques.

En outre, il sera responsable des entraînements de terres ou affouillements qui viendraient à se produire, ainsi que des dommages de toute nature pouvant en résulter pour les chaussées, les ouvrages publics ou privés et les édifices voisins.

5.5 Travaux préparatoires

5.5.1 Installations de chantier

L'installation du chantier comprend notamment les travaux suivants :

- la réalisation de clôtures périphériques du chantier,
- la dépose des clôtures traversant l'emprise du chantier,
- les travaux d'assainissement relatifs aux installations de chantier,
- les dispositifs de recueil et de traitement des eaux usées et polluées en provenance des installations du chantier,
- l'atelier météo,
- le point d'eau potable,
- l'éventuel groupe électrogène de chantier,
- les travaux de voirie pour maintien de l'accès du site actuel et son maintien en fonctionnement,
- la voie d'accès au chantier.

5.5.2 Clôtures

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

5.5.3 Repères de nivellement

La fixation des repères de nivellement s'effectue par scellement, par cloutage ou par collage.

En cas de scellement, le repère est fixé dans un trou réalisé mécaniquement à un emplacement préservant les aciers de l'ouvrage de tout endommagement. Après nettoyage de ce trou par soufflage, il est scellé à l'aide d'un produit de scellement titulaire de la marque NF-Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique. Les repères mis en œuvre avec des chevilles autoforeuses ou à expansion sont interdits.

En cas de collage, le produit de fixation est soumis à l'acceptation du maître d'ouvrage.

5.5.4 Atelier météo

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

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

5.5.5 Plate-forme de stockage

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

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

5.6 Débroussaillage et décapage

(article N.2.3.1.2. et E.4 du fascicule 35 du CCTG)

Pour la préparation du terrain, l'entrepreneur est chargé d'arracher ou d'abattre puis de débiter et d'emmétrer tous les arbres que lui indique le maître d'ouvrage, ou qui se trouvent sur les emprises des ouvrages qu'il aura prévues. Il doit également arracher les taillis, les haies et les broussailles et extraire les souches sur l'ensemble de la zone définie par le maître d'ouvrage, ou dans les zones qui se trouvent sur l'emprise des ouvrages qu'il aura prévues.

Les moyens utilisés pour l'essouchement sont proposés par l'entrepreneur dans le cadre de son PAQ.

Tous les produits faisant l'objet du débroussaillage sont évacués par l'entrepreneur selon les modalités arrêtées dans le SOGED.

5.7 Notes de calcul

5.7.1 Les hypothèses de calcul

Les notes de calculs seront les justificatifs des solutions techniques adoptées. Elles seront établies dans le Système d'unité internationale SI.

Les critères de projet pour l'établissement des notes de calculs seront établis en tenant comptes des règlements en vigueur, des hypothèses de calculs, des cas de charges climatiques, phases de remplissage et de vidanges des structures, charges roulantes, niveau de nappe phréatique, charges des équipements, etc...

Les surcharges d'exploitation pourront seront le cas s'étendre sur les dalles et sur les abords conjointement ou uniquement sur la dalle ou uniquement sur les abords afin d'induire les cas de charges les plus défavorables.

Les configurations retenues seront les plus défavorables en considérant les ouvrages remplis ou non.

Pour chaque cas de charge, le niveau de la nappe qui sera pris en compte sera le plus défavorable, soit le niveau maximum indiqué dans le rapport géotechnique.

En cas d'utilisation de moyens de manutention lourds pour la mise en place des équipements, la surcharge correspondante doit être prise en compte.

Tous les ouvrages en béton en contact avec l'eau seront calculés en fissuration très préjudiciable.

Les dalles de couverture seront équipées de tampons fonte verrouillés pouvant reprendre les charges d'exploitation décrites dans la note d'hypothèse générale.

Les ouvrages seront stables à vide quel que soit le niveau de la nappe.

Nature et caractéristiques mécaniques des sols : pour les épaisseurs des différentes couches de sols et leurs caractéristiques à long terme et à court terme, l'entrepreneur se réfère au rapport géotechnique et reste impérativement conforme aux hypothèses données pour les sols.

Toute demande de modification des caractéristiques géotechniques des matériaux devra être justifiée par une série d'essais (mini 3) représentatifs du terrain en place. En phase travaux, une vérification doit être faite en considérant le niveau des hautes eaux.

Perméabilité des sols : l'entrepreneur se réfère au rapport géotechnique joint et prévoit le matériel d'exhaure à mettre en œuvre en fond de fouille pour permettre l'exécution de ses travaux dans les conditions de sécurité pour un niveau de nappe correspondant aux hautes eaux. Un coefficient de sécurité de 20 % est à prendre en compte sur les débits annoncés dans le rapport de sol pour le dimensionnement des équipements de pompage.

Les bétons présentent une étanchéité dans la masse et leur composition est adaptée à l'agressivité des eaux (XA2 minimum).

Un prélèvement d'eau de la nappe et une analyse complète est à faire par le titulaire au droit de chaque puits.

5.7.2 Les notes de calcul

L'entrepreneur dès la phase de préparation rédigera une note d'hypothèse générale reprenant le détail des hypothèses de calcul, définissant les familles de cas de charges qui seront examinés, définissant les méthodes de calcul et les programmes informatiques qui seront utilisés, définissant le programme des études d'exécution des ouvrages définitifs et des ouvrages provisoires. L'ingénieur en charge des études d'exécution sera nominativement désigné. Ce document sera envoyé pour avis au maître d'ouvrage. Il s'agit d'un point d'arrêt : le démarrage des études d'exécution ne pourra débuter avant l'approbation de la note d'hypothèses générale.

Une réunion de travail sera prévue avec le maître d'ouvrage au cours de l'élaboration par l'entreprise de ce document.

Le document soumis à l'approbation du maître d'ouvrage sera édité en 5 exemplaires.

5.8 Rapports de chantier pour l'ensemble des travaux

L'entrepreneur est tenu de fournir au maître d'ouvrage dans les délais définis ci-après les documents destinés à lui permettre d'effectuer la surveillance du chantier et le contrôle du bon déroulement des travaux notamment :

- un rapport hebdomadaire présenté lors de la réunion de chantier,
- un rapport mensuel présenté avant le 5^{ème} jour ouvré du mois suivant.

Le rapport journalier indique succinctement :

- les avancements,
- les quantités de travaux de diverses natures effectuées,
- les incidents de chantier,
- et si besoin est :
 - les quantités de main-d'œuvre utilisées,
 - les temps de fonctionnement des matériels,
 - les durées et les causes d'immobilisation des matériels.

Le rapport mensuel est un rapport de synthèse qui donne notamment les indications suivantes :

- les avancements ;
- les travaux exécutés au cours du mois écoulé ;
- les prévisions d'exécution pour le mois suivant ;
- éventuellement, les aménagements que l'entrepreneur envisage d'apporter au calendrier des travaux.

5.9 Piquetage – Implantation des ouvrages

5.9.1 Piquetage général

Le piquetage général sera réalisé contradictoirement par l'entrepreneur et son géomètre agréé avec le maître d'ouvrage et comprend :

- l'implantation des axes principaux des ouvrages,
- les points géométriques singuliers.

L'entrepreneur aura préalablement consulté l'ensemble des concessionnaires pour valider le tracé proposé. Ce piquetage sera réalisé au moyen de marques à la peinture au sol ou de piquets numérotés dont les têtes seront raccordées en plan et en altitude à des repères fixes.

L'entrepreneur assurera le scellement des piquets par des massifs en béton armé.

Un procès-verbal de piquetage sera établi par l'entrepreneur et transmis au maître d'ouvrage pour visa.

L'entrepreneur sera tenu de veiller à la conservation des marques et piquets et de les rétablir ou de les remplacer en cas de besoin à ses frais.

5.9.2 Tolérance de piquetage des ouvrages

Le piquetage effectué par l'entrepreneur conformément aux plans de situation des ouvrages donnés dans le DCE sera rattaché en nivellement NGF.

Les tolérances d'implantation des repères sont fixées en :

- plan (x et y) au maximum 20 mm dans chaque direction,
- nivellement (z) au maximum 5 mm.

5.9.3 Piquetage des cibles de contrôles des tassements

Un contrôle périodique des cibles de suivi des tassements des ouvrages existant est inclus dans son prix.

Le titulaire prendra toutes les dispositions nécessaires pour éviter de détériorer ces cibles durant ses travaux.

Il est notamment prévu dans le prix du titulaire :

- un levé tous les 8 jours pendant les terrassements et jusqu' à fermeture des fouilles
- puis tous les mois pendant la durée du chantier.

5.9.4 Piquetage spécial des câbles et des ouvrages souterrains enterrés ou aériens

Le piquetage spécial des câbles et des ouvrages souterrains enterrés ou aériens sera exécuté par l'entrepreneur en accord avec les différents concessionnaires avant le début des travaux dans les mêmes conditions de rattachement et de précision que celles retenues pour le piquetage des ouvrages. Un procès-verbal de piquetage spécial sera établi contradictoirement par l'entrepreneur et les concessionnaires et transmis au maître d'ouvrage.

5.9.5 Piquetage complémentaire des ouvrages

L'entrepreneur sera tenu de compléter le piquetage général par autant de piquets qu'il sera nécessaire pour déterminer sur le terrain, en plan et en altitude, la plate-forme, les talus et les ouvrages.

Les piquets devront être distingués de ceux qui auront été posés au moment du piquetage général. Ils sont attachés en plan et en altitude, comme ceux du piquetage général, aux mêmes repères fixés. Ils seront maintenus en place dans la mesure où l'exigera le maître d'ouvrage.

5.9.6 Repères de nivellement

Lors de la constitution des ouvrages, l'entrepreneur placera à ses frais les repères de nivellement nécessaires au suivi des ouvrages. Le nombre et l'emplacement des repères seront soumis à l'acceptation du maître d'ouvrage.

5.9.7 Procès-verbaux de piquetage - Conservation des piquets

Par dérogation à l'article 27.4 du CCAG, les procès-verbaux de piquetage-conservation des piquets sont dressés par l'entrepreneur et transmis au maître d'ouvrage.

5.10 Travaux de déconstruction

Les matériaux provenant des déconstructions diverses dans la zone du chantier seront évacués par l'entrepreneur en centre d'enfouissement technique ou mis en dépôt pour les matériaux réutilisables en remblais (sous réserve de l'agrément du maître d'ouvrage) ou autres usages.

Les travaux de déconstruction comprennent également le démontage des équipements, la vidange et évacuation des sables, réactifs, boues et déchets divers.

Pour tout ce qui n'est pas indiqué dans le programme et dans le présent document, il sera fait application de l'article 17.6 du fascicule 2 du CCTG.

5.10.1 Travaux de démolition de chaussée

Les chaussées démolies le seront jusqu'au fond de forme.

5.10.2 Démolition de maçonneries existantes

Les démolitions de maçonneries de toute nature seront exécutées jusqu' à -1,00 m du TN ou jusqu'au niveau nécessaire à l'exécution des travaux définis sur les plans.

5.10.3 Démolition de canalisations

Les canalisations et leurs ouvrages annexes existants, rencontrés lors des terrassements ou démolitions de chaussées, seront, suivant les ordres du maître d'ouvrage, soit détruits et remplacés par des ouvrages nouveaux si les travaux le nécessitent, soit protégés.

Toute canalisation abandonnée sera tamponnée à chacune de ses extrémités.

Sa position et son calage devront être relevés sur site et précisés dans les plans de récolement.

5.10.4 Démolition d'éléments contenant de l'amiante ou l'Eternit

L'entrepreneur devra prendre toutes les précautions nécessaires et réglementaires, en phase de déconstruction et lors de l'évacuation des déchets, compte tenue de la dangerosité de l'amiante et de l'Eternit.

En cas de présence d'amiante sur le site en dehors des éléments déjà identifiés lors du diagnostic, il devra le signaler au maître d'ouvrage et établir un périmètre de sécurité autour des éléments contenant de l'amiante, et attendre l'avis du maître d'ouvrage.

5.10.5 Réfection de réseaux existants

Tous travaux (démolition, réhabilitation de regard, branchements divers, croisement de réseaux existants, etc.) nécessitant la réfection des réseaux existants avoisinants sera entrepris par le titulaire.

Il s'agit notamment des réseaux pluviaux et du réseau d'évacuation des eaux de lavage, qui pourraient être impactés par les travaux :

- soit du fait de la présence de nouveaux ouvrages
- soit lors des travaux (casse, nécessité de dérivation,)

5.10.6 Reprises diverses

Ces opérations seront réalisées de façon à permettre le réemploi éventuel des éléments déposés qui seront entreposés aux emplacements désignés par le maître d'ouvrage. Leur conservation pendant les travaux est à la charge de l'entrepreneur ainsi que leur remise en état éventuelle.

5.11 Terrassements généraux

5.11.1 Terrains rencontrés ou présence d'obstacle modifiant l'avancement des travaux

L'entrepreneur devra se conformer au DTU n° 12.

5.11.2 Exécution de terrassement en déblais

5.11.2.1 Travaux préliminaires

Préparation des sites

Dans toutes les zones ayant été spécifiquement désignées ou indiquées par le maître d'ouvrage comme devant être déblayées ou faire l'objet de déblais ou de remblais, les buissons, haies, arbres, souches, racines ou autre végétation seront enlevés, à l'exception des arbres désignés par le maître d'ouvrage pour être préservés.

Les blocs rocheux isolés font partie de ces déblais.

Les matériaux seront évacués conformément aux dispositions du SOGED.

Décapage

La partie supérieure du sol y compris, le cas échéant, la terre végétale, sera décapée sur l'emprise des terrassements et remblais des ouvrages ; ce travail constituera une opération indépendante préalable à tout terrassement.

La terre végétale, sans être mélangée aux autres produits de terrassement, sera mise en dépôt sur le site du chantier et drainée jusqu'à sa réutilisation.

Les produits étrangers (grosses racines, pierres, déchets divers) seront enlevés et évacués hors du chantier.

5.11.2.2 Terrassement

Les terrassements pour ouvrages et en grande masse seront exécutés suivant les recommandations données dans le rapport géotechnique annexé au présent CCTP.

Les excédents de déblais ou les matériaux impropres aux remblais seront évacués dans les conditions fixées au SOGED.

L'entrepreneur procède à tous les étaitements et blindages nécessaires, même jointifs. Il assure l'assèchement des fouilles, soit par épuisement, soit par construction d'ouvrages provisoires pour assurer l'évacuation des eaux si nécessaire.

L'entrepreneur est autorisé à employer des engins mécaniques pour procéder aux terrassements.

Si les terrassements sont exécutés dans des terrains rocheux, l'entreprise peut être amenée à utiliser le BRH.

Lorsqu'une barre ou un pointement rocheux localisé est rencontré dans les fouilles, il doit être arasé à 0,20 m au moins en dessous de la fouille et remplacé sur cette épaisseur par des matériaux de substitution ayant l'agrément du maître d'ouvrage, de manière à uniformiser la répartition des charges.

L'éventuelle terre végétale doit être mise en dépôt et drainée par l'entrepreneur en vue de son réemploi.

Tout matériau de déblai jugé impropre au remblai par le Maître d' Ouvrage sera évacué hors chantier et transporté à la centre d'enfouissement technique de l'entrepreneur, aux frais de ce dernier.

5.11.2.3 Fouilles pour ouvrages et fouilles en tranchée

Les fouilles en tranchées seront exécutées suivant les recommandations données dans le rapport géotechnique annexé au présent CCTP.

Les fouilles seront exécutées de telle sorte que le fond en soit réglé suivant les pentes régulières et continues, sans inflexion brusque ni coude dans le sens vertical.

Le fond sera soigneusement arasé. Il sera purgé des pierres, sans saillie ni flaches, afin d'assurer une assise parfaite aux ouvrages et fera systématiquement l'objet d'un compactage.

Les joints des tuyaux ainsi que toutes les saillies viendront se loger dans les niches convenablement aménagées à cet effet.

Les matériels de blindage et des étaitements ne pourront pas être abandonnés dans les fouilles.

L'entrepreneur sera responsable dans tous les cas des dommages de toutes natures qui pourraient éprouver les bâtiments et autres ouvrages connexes aux travaux, les ouvrages souterrains, les canalisations de toutes sortes, des accidents qui pourraient arriver sur le chantier du fait des travaux, quel qu'en soit le motif, et même ceux occasionnés par des écoulements d'eaux superficielles ou d'eaux provenant d'ouvrages souterrains dont il doit assurer l'évacuation.

Exécution des tranchées pour canalisations :

- la largeur de la tranchée, y compris blindage, sera en tout point suffisante pour placer les tuyaux et y effectuer les remblais et le compactage autour des tuyaux. La largeur de la tranchée est fonction du diamètre de la canalisation
- la terre ne sera pas déposée à moins de 3,00 m du bord de la tranchée.
- les dispositifs d'épuisement nécessaires seront installés pour permettre l'exécution des travaux à sec.

5.11.2.4 Terrassement en terrain rocheux

Les terrassements dans ces terrains pourront nécessiter l'utilisation d'un BRH (brise-roche hydraulique).

L'utilisation du BRH est comprise dans le prix forfaitaire.

5.11.2.5 Prescriptions particulières à certaines nature de terrains

Terrassements d'ouvrages en terrain non rocheux

Tolérance de niveau et d'implantation :

- tolérance de niveau : inférieur à 5 cm.
- tolérance d'implantation : inférieure à 10 cm.

Fouilles en terrain rocheux

Elles devront être conformes aux prescriptions du DTU 12.

5.11.2.6 Prescriptions particulières à certaines natures de fouille

- fond de fouilles : les poches ou lentilles de nature plus compressible que l'ensemble du fond de fouille devront être purgées et remplacées par un matériau de compressibilité analogue à celle du bon sol à la même profondeur.
- fouille en pied de talus : l'exécution des fouilles en pied de talus doit être conduite de manière à éviter des mouvements de ce dernier.
- fouille au pied des ouvrages existants ou nouvellement construits : l'exécution des fouilles en tranchée doit être conduite de manière à éviter tout mouvement préjudiciable à la stabilité des ouvrages nouvellement construits à proximité des travaux.

5.11.2.7 Etalement et blindage

Généralités

L'étalement et le blindage des fouilles seront à la charge de l'entrepreneur qui les réalisera de manière à assurer la protection des personnes, des biens, des ouvrages, la sécurité du trafic, à éviter les éboulements et empêcher tout mouvement du sol.

Le maître d'ouvrage se réservera le droit d'exiger la mise en place de blindages. Ceci ne pourra réduire en rien la responsabilité de l'entrepreneur dans le cadre de son marché.

Etalement et blindages des fouilles

Les fouilles en tranchée de plus de 1,30 m de profondeur ou de moins de 1,30 m si les conditions de sol l'imposent ne peuvent être exécutées qu'avec des parois verticales blindées ou des parois talutées ; l'angle de talutage devra tenir compte de la nature du terrain et des surcharges éventuelles.

L'entrepreneur sera tenu de fournir au maître d'ouvrage toute justification des blindages, de leur étalement et de la stabilité des parois de fouilles. Les blindages seront mis en place par havage lors de l'exécution des fouilles.

Maintien et repliement des étais et blindages

Le dispositif d'étalement et de blindage des fouilles sera maintenu en place jusqu'à ce que son enlèvement ne présente aucun danger. Les étais et blindages seront retirés au fur et à mesure du comblement des fouilles par le remblaiement.

5.11.2.8 Réception des fouilles d'ouvrage

Dès la fin d'exécution de ces fouilles et avant tout début de compactage du fond de fouilles et d'exécution des bétons, le maître d'ouvrage et le contrôleur technique devront pouvoir procéder à la réception et établissement d'un PV signé par toutes les parties.

5.11.2.9 Réglage et compactage du fond de forme

Tolérances applicables

La tolérance du fond de forme est fixée à ± 5 cm.

La tolérance applicable sur les talus sera de ± 10 cm.

Compactage du fond de forme

Sauf disposition plus contraignante qui serait mentionné au rapport géotechnique fourni en annexe ou qui serait issue de l'étude géotechnique G2 que doit réaliser le titulaire dans le cadre du présent marché (auquel cas les résultats devront être transmis au maître d'ouvrage) :

- les fonds de plate-forme de déblais doivent faire systématiquement l'objet d'un compactage, mesuré à l'essai de plaque type LCPC, conduit de façon à viser en tout point sur une épaisseur de 0,30 m une compacité au moins égale à :

$$\frac{EV2}{EV1} < 2 \text{ et } EV2 > 50 \text{ MPa}$$

sauf préconisation plus contraignante des études géotechniques jointes au CCTP.

Ouvrage

Le fond de forme est à bétonner rapidement, afin d'éviter une décompression.

5.11.2.10 Mise en décharge et en dépôt

Les déblais nécessités par l'exécution des ouvrages seront évacués hors du site dans les conditions précisées dans le SOGED et à sa charge.

Les déblais conservés pour réutilisation en modelés paysagers seront mis en dépôt sur site selon des modalités agréées par le maître d'ouvrage. L'entrepreneur devra faire des propositions à cet effet avant de commencer les travaux.

Les zones de dépôts devront être stables, protégées de l'érosion et ne devront pas gêner l'écoulement de l'eau ni les travaux ultérieurs.

Les dépôts qui resteraient éventuellement visibles après la fin des travaux seront talutés d'une façon uniforme selon des pentes raisonnables dès qu'ils ne seront plus utilisés.

Certains déblais de nature convenable pourront éventuellement être utilisés comme remblais sur demande du maître d'ouvrage ou sur proposition de l'entrepreneur (et avec dans ce cas l'agrément du maître d'ouvrage).

5.11.3 Exécution des remblais

5.11.3.1 Remblaiement des tranchées de canalisations

A. Inspection

Avant tout remblaiement de tranchées, l'entrepreneur devra avoir été autorisé par le maître d'ouvrage et aura vérifié que les pentes prévues au projet ont été respectées.

L'entrepreneur doit remettre au maître d'ouvrage avant remblaiement un relevé des cotes de calages.

B. Exécution des remblais

Les conditions de remblaiement des tranchées seront conformes aux recommandations données dans le rapport géotechnique annexé au présent CCTP.

Le lit de pose des canalisations sera étalé de manière uniforme et compacté sur toute la largeur de la tranchée. Il comprendra :

- un feutre anticontaminant genre BIDIM ou similaire remontant jusqu'au niveau de la grave sableuse 0/25 sur les parois de la tranchée ,
- un lit de pose de 10 cm minimum de sable,
- la grave sableuse 0/25 en enrobage de conduite jusqu'à une hauteur de 15 cm au-dessus de la génératrice supérieure de la canalisation.

Le matériau d'enrobage 0/25 sera mis en place en couches de 30 cm (trente) d'épaisseur maximale compactées par un moyen adapté de manière à obtenir une densité sèche égale aux quatre-vingt-dix pour cent (90 %) de la densité optimale du PROCTOR normal.

A partir de cette hauteur de 15 cm au-dessus du tuyau, le remblai sera poursuivi avec du tout-venant 0/80 compacté de manière à obtenir une densité sèche égale aux quatre-vingt-quinze pour cent (95 %) de la densité optimale du PROCTOR normal. Pour les collecteurs posés sous chaussée, le remblai sera poursuivi avec des matériaux d'apport concassés 0/25 compactés.

L'entrepreneur sera responsable des affaissements ou tassements et des conséquences qui pourraient en résulter et qui seraient constatées à l'endroit des tranchées, et ceci jusqu'au moment de la réception des tranchées.

C. Compactage et contrôle interne à l'entrepreneur

Les méthodes et matériels de compactage proposés par l'entrepreneur seront basés sur les caractéristiques des matériaux de déblais et de remblais : avant remblaiement, l'implantation et les niveaux seront relevés par l'entrepreneur et le géomètre agréé par le maître d'ouvrage.

L'entrepreneur soumettra à l'agrément du maître d'ouvrage son procédé afin d'assurer un contrôle continu du compactage des différents matériaux au fur et à mesure de leur mise en œuvre.

D. Objectifs de compactage

Les objectifs de compactage seront ceux adoptés par le SETRA et repris dans le tableau 6.

tableau 6 : Objectifs de compactage pour les tranchées de canalisations

Cas sous chaussée	Lit de pose et enrobage	q4
	Partie inférieure de remblai	q4
	Partie supérieure de remblai	q3
	Corps de chaussée	q2
Cas sous accotement et trottoir	Lit de pose et enrobage	q4
	Partie inférieure de remblai	q4
	Partie supérieure de remblai	q3
Cas sous zone rurale et espace vert	Lit de pose et enrobage	q4
	Partie inférieure de remblai	q4

5.11.3.2 Remblais contigus aux ouvrages

Les remblais contigus aux ouvrages concernent les remblais autour des bassins et cuves.

A. Mode d'exécution

Les matériaux devront être expurgés de tous gros blocs.

Ils seront réalisés en conformité avec les prescriptions du fascicule 68, Titre 1er du CPC.

Le compactage des remblais au voisinage des ouvrages devra être conduit de manière à ne provoquer aucun dommage ni aucune dégradation à ceux-ci.

L'entrepreneur organisera le calendrier et la cadence des travaux de remblaiement autour des structures de manière à ne pas surcharger, affaiblir, endommager ou mettre en danger aucune partie des ouvrages. La mise en place des couches de matériau sera étudiée de manière à empêcher l'accumulation de l'eau.

La mise en place de matériau autour des murs enterrés, fosse, conduite, ne débutera pas avant que les murs soient achevés et aient atteint la valeur totale de la résistance spécifiée.

L'entrepreneur précisera les dispositifs provisoires du butonnage éventuel qu'il juge nécessaire lors du compactage autour des ouvrages.

Les engins lourds de compactage n'approcheront pas les structures des ouvrages à une distance inférieure à celle susceptible d'y créer des désordres ; le compactage y sera réalisé avec des engins légers adaptés.

B. Contrôle de l'intensité de compactage

L'entrepreneur devra s'assurer en permanence du fonctionnement des engins de compactage de la bonne répartition de l'effort de compactage à la surface de la plateforme, de la mise en œuvre et du respect de l'épaisseur des couches fixées dans les conditions définies ci-dessus.

5.11.3.3 Essais avant remblai

Les bassins, bâches et cuves enterrés contenant des liquides à traiter ne seront remblayés qu'après essai d'étanchéité satisfaisant des ouvrages.

Les ouvrages correspondants seront pas conséquent calculés pour résister instamment dans l'éventualité où ils seraient pleins et sans poussée des remblais sur les parois.

5.12 Fondations spéciales

5.12.1 Pieux – palplanches - pièces métalliques diverses

5.12.1.1 Dispositions générales

Les dispositions du fascicule 68 du CCTG relatif à l'exécution des fondations des ouvrages de génie civil s'appliquent.

L'entrepreneur fournira un plan de pilotage indiquant les caractéristiques principales de chaque pieu, les efforts auxquels chacun d'eux est soumis, leur mode d'exécution et leur ordre d'exécution.

Une procédure particulière est demandée pour l'exécution des pieux traversant des maçonneries enterrées.

En cas de non-respect des tolérances édictées ci-après, l'entrepreneur sera tenu de faire un calcul de vérification par son bureau d'études et indiquera les mesures qu'il se propose de prendre, avant l'exécution de la semelle.

5.12.1.2 Pieux forés

Généralités

Pour chaque pieu foré, l'entrepreneur devra opérer un prélèvement par couche géologique traversée avec au moins :

- 1 prélèvement tous les deux (2) mètres de forage,
- 1 prélèvement tous les cinquante (50) centimètres dans les deux (2) derniers mètres inférieurs présumés du forage.

Les prélèvements seront conservés un à un dans des boîtes étiquetées et rangées à l'abri des intempéries.

L'entrepreneur devra tenir, pour chaque pieu foré, une fiche géologique donnant toutes les indications sur l'épaisseur et la nature des couches de terrain traversées. Un exemplaire de ces fiches devra être remis au maître d'ouvrage à la fin du forage.

Lorsque des différences importantes sont décelées lors du creusement d'une excavation entre les caractéristiques ou les niveaux des principales couches de sol rencontrées et ceux résultant de l'interprétation des informations fournies aux présentes STG, et sont de nature à remettre en cause les hypothèses de calcul prises en compte, l'entrepreneur est tenu de le signaler sans retard au maître d'ouvrage en vue de fixer avec lui, s'il y a lieu, les dispositions nouvelles à prendre.

Les terres extraites seront évacuées.

Le matériel utilisé pour exécuter les forages sera soumis à l'agrément du maître d'ouvrage.

L'emploi de trépan devra être expressément autorisé par le maître d'ouvrage (point d'arrêt).

Le forage ne sera arrêté que lorsque l'ancrage des pieux dans le substratum aura atteint la valeur attendue et après accord du maître d'ouvrage (point d'arrêt).

L'entrepreneur ne pourra prétendre à aucune indemnité pour utilisation de trépan, ou pour forage plus profond que prévu dans le substratum compact.

Nettoyage du fond de forage

Une attention toute particulière sera apportée au nettoyage du fond du pieu. Toutes les précautions seront prises pour éviter que les matériaux sus-jacents n'envahissent la partie inférieure du pieu; on éliminera avec soin les matériaux qui auraient pu s'y introduire. Il sera procédé à un examen contradictoire du fond de forage après avoir observé un temps de repos suffisant pour que les matériaux éventuellement en suspension aient eu le temps de sédimenter.

Après exécution du forage du premier pieu, le laboratoire de l'entrepreneur dressera un procès-verbal détaillant les observations recueillies au cours de cette exécution et fournissant des éléments d'appréciation sur la convenance du procédé d'exécution dans le cas d'espèce.

Suivant les résultats constatés par ce procès-verbal, le procédé d'exécution des forages pourra être modifié à la demande du maître d'ouvrage, sans que l'entrepreneur puisse prétendre à une indemnité.

Ferraillage

La cage d'armature sera conçue de façon à lui assurer une rigidité suffisante, à permettre la fixation des tubes d'auscultation sonique, à faciliter son centrage dans le forage et à ne pas porter de gêne au bétonnage.

A cet effet, les dispositions suivantes non exhaustives devront être adoptées :

- le diamètre minimal des cerces de montage sera de vingt (20) millimètres,
- des armatures de rigidification seront prévues,
- l'enrobage des aciers sera de cinq (5) centimètres,
- les tubes d'auscultation seront maintenus par des aciers transversaux soudés sur les cerces de montage,
- il sera prévu des écarteurs de dimensions suffisantes, de préférence en acier,
- en partie inférieure de la cage d'armatures, les aciers principaux ne seront que peu ou pas courbés pour permettre un bétonnage correct de la base du pieu.

L'entrepreneur devra prendre toutes dispositions utiles pour empêcher les déformations excessives de la cage d'armatures, tant au cours des manutentions que pendant le stockage.

Avant mise en place de la cage d'armatures, il sera procédé au curage du fond du forage.

Après la mise en place, la cage sera bloquée en sa partie supérieure pour éviter sa descente ou sa remontée pendant le bétonnage.

Bétonnage

Le bétonnage ne pourra être entrepris qu'après accord du maître d'ouvrage (point d'arrêt).

Le bétonnage sera réalisé soit au tube plongeur (ou goulotte), soit à la pompe. La méthode d'amorçage sera soumise à l'agrément du maître d'ouvrage. En tout état de cause, l'amorçage à la pelle est à proscrire. Le coulage sera réalisé en une seule phase, sans interruption.

Les quantités mises en place seront contrôlées. Au cas où ce contrôle montrerait une irrégularité de remplissage, l'entrepreneur devra prendre à ses frais toutes dispositions pour remédier à cet état.

Recépage

Le recépage des pieux ne pourra avoir lieu qu'après réalisation des contrôles par auscultations soniques en transparence.

Les pieux réalisés à une cote supérieure d'au-moins un mètre à la cote d'arase inférieure de la semelle seront recépés jusqu'au niveau inférieur des semelles de fondations.

Le recépage des pieux au brise-roche est interdit.

Les tubes d'auscultation et de carottage seront injectés au coulis de ciment.

Maintien des parois de l'excavation

Si la cohésion du sol est de mauvaise qualité, les parois des excavations seront maintenues par une boue de forage pendant l'exécution de ces excavations et jusqu'à la fin de leur bétonnage.

La boue doit être adaptée à tout moment à la nature et aux caractéristiques des sols et des eaux rencontrées en vue d'assurer la stabilité des parois des excavations et doit permettre un bétonnage correct.

L'entrepreneur devra fournir, pour la boue neuve, la boue renvoyée dans les excavations après traitement et la boue en œuvre dans l'excavation juste avant le bétonnage de celle-ci, les paramètres caractéristiques suivants :

- la nature des constituants,
- la composition,
- la densité,
- la viscosité,
- la teneur en sable,
- l'épaisseur du cake,
- le filtrat.

L'entrepreneur doit disposer sur le chantier d'un laboratoire où les paramètres caractéristiques des boues peuvent être mesurés à tout instant, ainsi qu'un matériel de prélèvement de la boue à n'importe quel niveau de l'excavation.

La boue récupérée en cours d'excavation et de bétonnage peut être réutilisée après traitement, à l'exception de la boue polluée par le ciment.

Le niveau de la boue ne doit pas descendre à plus de 50 cm sous le niveau de la plate-forme.

Toutefois, au cours des fluctuations du niveau de la boue dues aux opérations de forage, il est toléré que pendant de courtes périodes, le niveau de celle-ci descende jusqu'à un mètre sous ce niveau.

En tout état de cause, la charge de la boue dans l'excavation est toujours supérieure d'au moins un mètre à celle des nappes traversées ou approchées.

Lorsqu'en cours de creusement d'une excavation une perte subite et importante de boue se produit, il doit être procédé immédiatement au remplissage de l'excavation avec de la boue éventuellement additionnée de charges. Si cette opération s'avère infructueuse ou impossible, le remblaiement de l'excavation doit être immédiat. L'entrepreneur est tenu de signaler sans retard l'incident au maître d'ouvrage et de lui soumettre les dispositions nouvelles qu'il compte prendre.

Si l'entrepreneur réalise les pieux par tubage provisoire, il devra maintenir sur place les moyens nécessaires pour travailler sous boues bentonitiques sans délais.

Contrôle des pieux

Le contrôle des pieux sera conforme aux prescriptions du Fascicule 68 du CCTG.

Tous les pieux feront l'objet d'un contrôle par auscultation sonique, conforme à la procédure du LCPC. La réalisation des essais et leur analyse seront effectuées par l'entrepreneur. Il appartiendra à l'entrepreneur de prévoir l'intervention des techniciens spécialisés chargés de procéder à l'auscultation sonique des pieux, de façon à ne pas retarder la bonne marche du chantier.

Les tubes laissés à cet effet ne pourront être bouchés qu'après résultats concluants des essais et accord du maître d'ouvrage.

Les tubes seront descendus jusqu'à la base du pieu.

Ces tubes ne seront pas soudés mais manchonnés pour obtenir une longueur totale égale à celle du pieu augmentée d'une longueur de cinquante (50) centimètres de dépassement extérieur pour permettre une intervention aisée le jour de l'essai. Ces tubes sont destinés à être remplis d'eau pour le contrôle sonique.

Ils seront, au moment de leur implantation sur la cage d'armature, soigneusement obturés à leur extrémité inférieure par un bouchon plastique étanche. A leur extrémité supérieure, les tubes seront obturés soigneusement par un bouchon métallique vissé.

5.12.1.3 Pieux tubes

Indications générales

L'entrepreneur doit soumettre au maître d'ouvrage un programme d'exécution détaillé et un plan de battage.

Le PAQ précisera la méthode de mise en œuvre pour la mise en fiche et le battage des pieux.

Les moyens mis en œuvre doivent assurer un guidage continu des tubes pendant tout le fonçage, tout en préservant leur protection contre la corrosion.

Les tubes qui présenteraient en cours de battage des désordres incompatibles avec le dimensionnement prévu seront arrachés ou abandonnés si on ne peut les arracher et remplacés aux frais de l'entrepreneur, qui aura à sa charge toutes les dépenses qui en seront la conséquence directe ou indirecte.

Les pieux seront protégés contre la corrosion avant mise en fiche. Pour leur mise en place, ils seront gradués à la peinture par divisions de 0,10 m à partir du pied. Chaque mètre compté à partir du pied sera clairement indiqué.

Les engins de fonçage, battage, trépanage et forage seront équipés des dispositifs normalisés limitant le bruit aux seuils fixés par la réglementation en vigueur.

Implantation

Les tolérances d'implantation de l'axe des têtes des pieux finis sont fixées à $D / 8$ et ce dans n'importe quelle direction.

Si l'entreprise propose une autre valeur inférieure ou supérieure à la précédente, elle devra avoir l'agrément du maître d'ouvrage et cette valeur devra être prise en compte dans les études d'exécution.

Le défaut de verticalité de chaque pieu après battage ne devra pas excéder 0,5 %.

Les prix du marché sont supposés prendre en compte toutes les sujétions et adaptations liées aux implantations effectives des pieux.

Le PAQ précisera, par ailleurs, les mesures à adopter dans le cas où l'une de ces tolérances viendrait à être dépassée. Les conséquences directes ou indirectes qui en résultent sont à la charge de l'entrepreneur.

L'entrepreneur remettra au maître d'ouvrage, après fonçage, un levé complet des pieux et les fiches de fonçage correspondantes.

Battage des pieux

En matière de battage en général, l'entrepreneur a une responsabilité de résultat.

A ce titre, s'il juge les informations du rapport géotechnique joint au présent CCTP (pièces facilitant l'intelligence du dossier) insuffisantes, il pourra réaliser d'autres sondages ou reconnaissances qui sont réputées incluses dans les prix.

Le présent document impose des moyens de battage (marteaux tels que les marteaux hydrauliques ou équivalents) qui permettent de contrôler et de mesurer en permanence l'énergie transmise par le marteau au pieu.

Recépage

Tout recépage ne peut être entrepris qu'après accord du maître d'ouvrage ou de son représentant. Ce point fait l'objet d'un point d'arrêt.

Trous de manutention

Lorsque tous les ouvrages seront réalisés, aucun trou de manutention ne devra être apparent.

Les trous seront obstrués par une plaque métallique, soudée sur le pieu et protégée de la corrosion.

Assurance de la qualité - Contrôle des pieux

L'entrepreneur doit mettre à la disposition du maître d'ouvrage le matériel nécessaire à l'accès et à l'examen de près des pieux pour lui permettre de procéder à la vérification du respect des tolérances fixées par le présent document.

Le contrôle des opérations de battage se fera par la tenue d'un carnet de battage incluant les fiches de battage classiques dont la présentation sera soumise au maître d'ouvrage. Il fera l'objet d'une notice détaillée incluse au PAQ.

A titre indicatif, les informations suivantes seront renseignées sur les fiches de battage :

- la cote atteinte par le pied de chaque pieu,
- les éléments caractérisant les conditions dans lesquelles s'effectue le battage de chaque pieu à savoir :
 - cote atteinte à la mise en fiche,
 - heure de début et de fin de battage,
 - engin utilisé.
- les adaptations ou incidents en cours d'exécution (par exemple les changements d'engins de battage, les arrêts de battage et leurs raisons, etc.).
- un relevé de battage complet est effectué par pieu.

Le relevé des battages de la journée sera porté chaque soir sur le carnet de battage faisant partie du journal de chantier.

Entures

Les pieux seront livrés à la longueur de mise en œuvre résultant des études d'exécution. Les entures éventuelles resteront exceptionnelles et devront préalablement être soumises à l'agrément du maître d'ouvrage.

S'il est nécessaire de réaliser des entures pour battage, les pieux confectionnés par entures doivent satisfaire du point de vue géométrique aux tolérances sur la longueur et la rectitude initialement imposées pour les pieux normaux laminés d'une seule pièce. Les éléments raboutés auront été découpés préalablement par oxycoupage. Les pieux seront soudés bout à bout afin de reconstituer l'épaisseur de l'acier.

5.12.2 Mise en fiche et battage des palplanches

5.12.2.1 Géométrie des rideaux

Les plans d'exécution définiront la géométrie des rideaux de palplanches.

5.12.2.2 Palplanches spéciales d'angle ou de raccord

Les différents éléments constitutifs des palplanches spéciales d'angle et de raccord sont assemblés à l'usine productrice par soudure ou sur chantier après agrément du maître d'ouvrage.

5.12.2.3 Entures

Les palplanches seront livrées à la longueur de mise en œuvre.

Les entures sur chaque paire de palplanches sont réalisées pour deux paires de palplanches consécutives à des niveaux différents distants d'au moins 50 centimètres de la section la plus sollicitée.

Les éléments raboutés devront provenir de la même barre élémentaire et les sections d'une même coupe seront placées en contact (repérage à prévoir sur les tronçons lors de leur préparation).

Les éléments raboutés auront été découpés préalablement par oxycoupage. Chaque raboutage sera équipé d'une éclisse. L'éclisse en acier de nuance E 240 aura une section de 500 x 250 x 12 millimètres.

Les palanches seront soudées bout à bout afin de reconstituer l'épaisseur de la palplanche.

L'éclisse sera soudée à l'intérieur de l'enceinte sur tout son périmètre par un cordon d'angle de 6 millimètres d'épaisseur minimum.

5.12.2.4 Programme d'exécution - Plan de battage

L'entrepreneur doit soumettre au maître d'ouvrage un programme d'exécution détaillé et un plan de battage.

5.12.2.5 Battage des palplanches

En matière de battage en général, dans la mesure où le sol ne présente pas des caractéristiques pires que celles prévues à la suite des essais de reconnaissance les plus défavorables, et de guidage des palplanches en particulier, la responsabilité de l'entrepreneur est une responsabilité de résultat. Dans ces mêmes conditions, les frais occasionnés par la décision d'arrachage et de remplacement de certaines palplanches de la part du maître d'ouvrage pour l'une des raisons évoquées ci-après, sont à la charge de l'entrepreneur.

Les palplanches sont battues par paires. Le battage par lançage est interdit.

Les palplanches sont guidées durant leur battage par au moins un système de guidage adéquat.

Toute palplanche qui, en cours de battage présente une déformation excessive, une déchirure ou un dégrafage, est immédiatement arrachée et remplacée ou réparée selon les instructions données par le maître d'ouvrage.

Si les palplanches prennent progressivement une inclinaison dans le plan perpendiculaire à celui du rideau ou un déversement dans le plan du rideau, l'entrepreneur doit prendre avec l'accord du maître d'ouvrage les dispositions nécessaires pour arrêter le phénomène avant que les tolérances ci-après ne soient dépassées.

Toute palplanche qui, en cours de battage ou une fois celui-ci terminé, présente une inclinaison ou un déversement hors des limites de tolérance fixées ci-après est immédiatement arrachée.

Elle peut être réutilisée ou remplacée selon les instructions données par le maître d'ouvrage après contrôle de ladite palplanche. Les dispositions nécessaires que prend l'entrepreneur, pour éviter que l'incident ne se reproduise, doivent être soumises au maître d'ouvrage.

5.12.2.6 Contrôle de la pénétration des palplanches

Pendant l'exécution des travaux, l'entrepreneur tient un carnet de battage dans lequel sont portés :

- la cote atteinte par le pied de chaque paire de palplanches,
- les éléments caractérisant les conditions dans lesquelles s'effectue le battage de chaque paire ou unité de palplanches à savoir :
 - cote atteinte à la mise en fiche,
 - heure de début et de fin de battage,
 - engin utilisé,
- les adaptations ou incidents en cours d'exécution (par exemple les changements d'engins de battage, les arrêts de battage et leurs raisons, etc.),
- un relevé de battage complet est effectué toutes les 5 paires de palplanches.

Le relevé des battages de la journée sera porté chaque soir sur le carnet de battage faisant partie du journal de chantier.

En cas d'impossibilité d'atteindre la cote prévue au projet pour le pied des palplanches, localement ou sur une grande partie des rideaux, l'emploi de moyens de mise en œuvre spéciaux est préalablement soumis à l'autorisation du maître d'ouvrage.

Si, à la cote prévue au projet, les caractéristiques mécaniques du sol sont nettement inférieures, localement ou sur une certaine partie des rideaux, à celles prévues à la suite de la reconnaissance, l'entrepreneur doit prolonger le battage des palplanches jusqu'à une cote qu'il doit soumettre au maître d'ouvrage. Les conditions dans lesquelles l'entrepreneur se propose de modifier le programme de battage initialement prévu sont soumises à l'approbation du maître d'ouvrage.

5.12.2.7 Implantation - Tolérances

La tolérance d'implantation des têtes des palplanches par rapport à l'axe théorique de l'ouvrage à la cote d'arase ou de recépage, est fixée à cinq centimètres.

La tolérance d'inclinaison des palplanches sur leur hauteur libre définitive ne doit pas excéder cinq millimètres par mètre.

5.12.2.8 Refus – Recépage

Tout recépage ne peut être entrepris qu'après accord du maître d'ouvrage ou de son représentant.

5.12.2.9 Contrôle des rideaux

L'entrepreneur doit mettre à la disposition du maître d'ouvrage le matériel nécessaire à l'accès et à l'examen de près des surfaces vues des rideaux (parties non enterrées et non immergées) pour lui permettre de procéder à la vérification du respect des tolérances fixées par le présent document.

5.12.2.10 Propriété des palplanches recépées et stockage

Les éléments de palplanches recépées définitivement seront stockés sur l'aire d'installation de chantier puis évacuées par l'entrepreneur. Les éléments de palplanches recépés resteront propriété de l'entreprise.

5.12.2.11 Arrachage de palplanches

L'entreprise mettra en œuvre pour l'arrachage des palplanches des moyens et techniques permettant de ne pas déstabiliser les ouvrages avoisinants. Les palplanches arrachées seront stockées sur le site dans une zone de dépôt validée par le maître d'ouvrage.

5.12.3 Assemblages soudés

5.12.3.1 Généralités

Les opérations de contrôle des soudures feront l'objet d'une proposition de l'entrepreneur dans le cadre de son PAQ.

Les assemblages soudés doivent être préparés, exécutés et contrôlés conformément aux dispositions des normes :

- NF P 22 470 "dispositions constructives et justification des soudures"
- NF P 22-471 "construction métallique - assemblages soudés - fabrication" applicable **en dérogation au fascicule 66 du CCTG**
- NF P 22-472 "construction métallique - assemblages soudés - qualification d'un mode opératoire de soudage"
- NF P 22-473 "construction métallique - assemblages soudés - étendues des contrôles non destructifs".

Toutes les soudures sont continues et présentent une épaisseur minimum de 5 mm.

5.12.3.2 Préparation des assemblages soudés

L'entrepreneur soumettra également à l'approbation du maître d'ouvrage ou de son représentant les dispositions qu'il compte adopter pour la préparation des joints.

La préparation du bord des pièces à assembler et leur présentation doivent correspondre aux valeurs nominales du procédé de soudage qualifié pour l'assemblage considéré, avec les tolérances fixées par la norme P 22-810 "construction métallique - ouvrage d'art – tolérances dimensionnelles" (ou équivalente).

5.12.3.3 Classes de qualité des assemblages soudés

La classe de qualité 1 de la norme NF P 22-471 "construction métallique - assemblages soudés - fabrication" est requise pour les joints tendus en situation d'exploitation, sous charges d'état limite de service.

La classe de qualité 2 de la norme NF P 22-471 est requise pour tous les assemblages soudés de la structure, autres que ceux classés en qualité 1.

La classe de qualité 3 de la norme NF P 22-471 est à adopter pour les assemblages soudés d'éléments accessoires ne participant pas à la résistance ni à la stabilité de la structure.

5.12.3.4 Reconduction de qualification d'un mode opératoire de soudage

La qualification d'un mode opératoire de soudage (QMOS) est la première obligation de l'entrepreneur : elle est établie en conformité avec la norme EN 288-3 "Qualification d'un mode opératoire de soudage".

Dans le cas où l'entrepreneur demande la reconduction de la qualification d'un mode opératoire de soudage qu'il n'aurait pas utilisé depuis plus de trois ans, le maître d'ouvrage peut exiger une épreuve dite de reconduction.

Cette épreuve consiste en la réalisation d'un assemblage dont les dimensions et les conditions de réalisation sont celles de l'assemblage de qualification. Il est effectué sur cet assemblage un essai de traction et trois essais de résilience.

Les conditions d'acceptabilité seront celles de la norme NF P 22-472 "construction métallique - assemblages soudés - qualification d'un mode opératoire de soudage" (ou équivalente).

La réalisation de l'assemblage et des essais est à la charge de l'entrepreneur.

5.12.3.5 Contrôles des soudures

Les contrôles réalisés aux frais de l'entrepreneur feront l'objet de fiches de contrôle adressées au maître d'ouvrage à chaque livraison sur le site.

Pour les aciers de nuance < E 36, les attestations de conformité seront jointes au PAQ.

Pour les aciers de nuance \geq E 36, l'entrepreneur est tenu de fournir les certificats matière (C.C.P.U) et d'étoffer en conséquence le PAQ en précisant, entre autres, les précautions complémentaires à apporter pour le soudage (passe axiale, post chauffage...).

L'étendue des contrôles non destructifs est fixée par application de la norme NF P 22 473 et fait partie entièrement du contrôle interne.

Au minimum des contrôles par ressuage seront réalisés. La fréquence et les modalités de réalisation seront proposées par l'entreprise à l'agrément du maître d'ouvrage dans le PAQ.

Un contrôle final plus rigoureux (radio et à défaut ultrasons) sera exigé pour toutes les soudures fortement sollicitées et pour les assemblages mettant en œuvre des aciers de nuance > E 42 (au delà du X 60) :

- les soudures soumises à une contrainte de traction dépassant les 7/10 de la contrainte maximale admissible seront radiographiées sur une longueur au moins égale à 10 % de la longueur totale des soudures. Les clichés sont conservés par le constructeur.
- les soudures des aciers de nuance supérieure au E 42 (X 65, X 70, ...) seront radiographiés sur une longueur au moins égale à 20 % de la longueur totale des soudures. Les clichés seront conservés par le constructeur.

Toutes les soudures et tous les linéaires de soudure (en particulier des soudures réalisées sur le site) seront contrôlés par ressuage et feront l'objet de photographies et de PV à conserver.

Dans le cadre du contrôle interne, l'entrepreneur est tenu de fournir les procès-verbaux correspondant aux différentes phases d'exécution (de la préparation au contrôle final).

Dans le cadre du contrôle extérieur, le maître d'ouvrage interviendra obligatoirement pour contrôler la préparation des joints et les résultats des contrôles de soudures.

Par ailleurs, il pourra exécuter à tout moment des contrôles visuels (passe de pénétration en particulier), dimensionnels ou par ressuage. Dans ce cas l'entrepreneur mettra à disposition le personnel et le matériel nécessaires à leur réalisation. Cette mise à disposition est considérée incluse dans les prix.

Pour les éléments de structures annexes, le mode de contrôle sera proposé à l'acceptation du maître d'ouvrage dans le programme de soudage.

5.12.3.6 Réception des soudures

Les assemblages soudés de classe de qualité 1 ou 2 doivent faire l'objet d'une réception par le représentant du maître d'ouvrage, au sens de la norme NF P 22-471 "construction métallique - assemblages soudés - fabrication".

5.12.4 Protection contre la corrosion

5.12.4.1 Généralités

La protection contre la corrosion qui ne sera pas réalisée en usine, et les retouches, seront exécutées sur le chantier dans le respect des dispositions du fascicule 56 du CCTG.

Au final, les retouches réalisées sur chantier devront assurer une protection équivalente à celle réalisée en usine.

Les déchets résultant des opérations de sablage, de soudure et de mise en peinture seront évacués dans le respect des réglementations en vigueur.

Le personnel ayant attribution pour la mise en peinture recevra l'homologation de l'applicateur ou sera certifié par l'ACQPA.

5.12.4.2 Préparation des surfaces

Celle-ci sera réalisée sur des éléments ne devant plus subir d'usinage mécanique.

Le nettoyage des surfaces à peindre sera soigneusement effectué.

Le décapage sera réalisé exclusivement à sec par projection d'abrasif.

Immédiatement après décapage, les surfaces traitées seront débarrassées de tous corps étrangers non adhérents par un dépoussiérage soigné.

L'entrepreneur fournira au maître d'ouvrage la fiche technique des produits utilisés.

5.12.4.3 Mise en œuvre et qualité des peintures

La mise en peinture sera effectuée immédiatement après la préparation des surfaces selon l'article 17.5 du fascicule 56 du CCTG.

5.12.5 Parois moulées

5.12.5.1 Travaux préparatoires

Plate-forme

La plate-forme de travail est aménagée en vue de permettre l'accès, la circulation et l'utilisation des engins de chantier nécessaires à la réalisation des parois dans des conditions susceptibles de ne pas nuire à la qualité de cette réalisation.

Murettes guides

Elles devront être conçues et réalisées pour résister sans déformations aux efforts auxquels elles sont soumises durant l'exécution des parois. Les matériaux de déblais pour exécution de ces murettes guides seront évacués dans les conditions prévues au SOGED.

5.12.5.2 Exécution de l'excavation

Les terres extraites des forages seront évacuées dans les conditions prévues au SOGED.

Matériels

Ils sont conformes à ceux définis dans le mémoire justificatif.

Boue

La bentonite devra être hydratée au moyen d'un mixer Venturi ou d'un digesteur centrifuge, ou d'un équipement approuvé par le maître d'ouvrage.

La composition de la boue doit être adaptée à tout moment à la nature et aux caractéristiques des sols et des eaux rencontrées en vue d'assurer la stabilité des parois des excavations. Elle sera constamment vérifiée.

Les valeurs des paramètres caractéristiques des boues sont respectées en permanence ; des tolérances pourront être soumises sur justificatif au maître d'ouvrage.

L'entrepreneur doit disposer sur le chantier d'un laboratoire où les paramètres caractéristiques des boues peuvent être mesurés à tout instant (cône Marsh, filtre Baroïd, balance à boue, teneur en sable), ainsi qu'un matériel de prélèvement de la boue à n'importe quel niveau de l'excavation.

La boue récupérée en cours d'excavation et de bétonnage peut être réutilisée après traitement, à l'exception de la boue polluée par le ciment.

Le niveau de la boue dans la tranchée ne descend pas à plus de cinquante (50) centimètres sous le niveau supérieur des murettes guides.

La charge de la boue dans l'excavation est toujours supérieure d'au moins un (1) mètre à celle des nappes traversées ou approchées.

L'entrepreneur doit pouvoir disposer à tout instant d'une réserve de boue immédiatement utilisable, d'un volume au moins égal au volume théorique de la plus grande excavation en cours d'exécution.

Conduite de l'excavation

Le creusement d'une excavation ne peut être entrepris qu'après la réalisation du ou des panneaux adjacents. L'emploi du trépan ou de tout matériel susceptible de provoquer des désordres dans les panneaux déjà réalisés ne peut être entrepris que lorsque le béton de ces derniers présente une résistance suffisante pour supporter sans dommage les efforts consécutifs à l'utilisation de ces matériels.

Lorsque, en cours de creusement d'une excavation, une perte subite et importante de boue se produit, il doit être procédé immédiatement au remplissage de l'excavation avec de la boue éventuellement additionnée de charges. Si cette opération s'avère infructueuse ou impossible, le remblaiement de l'excavation doit être immédiat.

L'entrepreneur est tenu de signaler, sans retard, l'incident au maître d'ouvrage et de lui soumettre les dispositions nouvelles qu'il compte prendre.

Lorsque des différences importantes décelées lors du creusement d'une excavation, entre les caractéristiques ou les niveaux des principales couches de sol rencontrées et ceux résultant de l'interprétation des informations fournies au présent document, sont de nature à remettre en cause les hypothèses de calcul prises en compte, l'entrepreneur est tenu de le signaler, sans retard, au maître d'ouvrage en vue de l'informer, s'il y a lieu, des dispositions nouvelles à prendre.

Curage de l'excavation

L'excavation doit être curée à l'issue de l'opération de creusement.

Les dispositions concernant les opérations de curage de l'excavation sont soumises par l'entrepreneur au visa du maître d'ouvrage.

Après curage et nettoyage par la technique de circulation inverse, les valeurs des paramètres caractéristiques de la boue à proximité immédiate du fond de la surface de l'excavation seront conformes à celles visées par le maître d'ouvrage.

5.12.5.3 Manutention, stockage et mise en place des cages d'armatures

Les tronçons de cages d'armatures sont manutentionnés et stockés sur une aire appropriée avec soin et à l'aide d'un matériel adéquat, de telle sorte qu'ils ne subissent aucune salissure, dégradation ou déformation préjudiciable à leur qualité.

Les cages d'armatures ne reposent pas sur le fond de l'excavation, mais sont suspendues dans ladite excavation par le dispositif de levage en prenant appui sur les murettes guides. Toutefois, d'autres dispositions peuvent être tolérées sous réserve de justifications particulières soumises au visa du maître d'ouvrage. Ces justifications doivent permettre de garantir l'absence de flambement des armatures, et plus généralement toute déformation préjudiciable de celles-ci.

Après descente dans le forage et avant bétonnage, il est procédé à un nivellement des cages afin d'avoir le niveau de référence pour l'auscultation sonique ultérieure.

5.12.5.4 Conduite de bétonnage

La durée écoulée entre la fin du curage et le début du bétonnage ne peut excéder trois (3) heures.

Toutefois, une durée supérieure peut être accordée par le maître d'ouvrage à la suite de propositions de l'entrepreneur appuyées des justifications nécessaires. Dans ces hypothèses, le début de bétonnage ne peut avoir lieu plus de 3 heures après un prélèvement de boue à proximité du fond de l'excavation, mettant en évidence les caractéristiques conformes à celles visées par le maître d'ouvrage en application des stipulations des présentes spécifications.

Lorsque les parois de l'excavation sont maintenues par la boue, tout dispositif ne permettant pas d'assurer d'une manière continue la pénétration directe du béton frais à l'abri de la boue dans la masse du béton déjà mis en œuvre est interdit.

Un essai de boue complet devra avoir lieu avant chaque bétonnage (viscosité, filtrat, cake, pH, sable).

Le pourcentage de sable doit être inférieur à 3 %.

La consistance du béton doit être telle que les affaissements mesurés au cône soient supérieurs à quinze (15) centimètres en restant compatibles avec la résistance prescrite.

Cet affaissement devra être mesuré pour chaque camion de livraison.

La mise en œuvre du béton dans l'excavation est effectuée à l'aide d'un tube plongeur constitué d'un tubage métallique rigide et étanché surmonté d'un entonnoir ou goulotte. Ce tube doit avoir une longueur au moins égale à la profondeur maximale de l'excavation. Son utilisation ne peut commencer que lorsque son extrémité inférieure est située au fond de l'excavation et sous réserve qu'il soit amorcé par une méthode évitant le délavage du béton. Cette méthode doit être préalablement soumise au visa du maître d'ouvrage.

Tant que le béton d'un panneau n'est pas achevé, l'excavation d'un autre panneau situé à une distance égale ou inférieure à 8,00 mètres est interdite.

Le nombre de tubes plongeurs à utiliser simultanément pour le bétonnage d'une même excavation et leur répartition sur la longueur de celle-ci sont fixés en fonction de la forme et des dimensions de la section plane de ladite excavation, de manière à assurer un bétonnage correct de celle-ci et à permettre de maintenir un niveau de béton sensiblement horizontal pendant toute la durée de mise en œuvre du béton.

L'entonnoir de déversement en tête doit permettre que le béton soit toujours présent dans la trémie, afin d'éviter les intrusions d'air dans les colonnes.

L'extrémité inférieure de chaque tube plongeur ne doit jamais se trouver à moins de 2 mètres sous le niveau atteint par le béton frais dans l'excavation. Le bétonnage d'un panneau devra être entièrement terminé avant tout début de prise du béton mis en place. Toute reprise du bétonnage à l'intérieur d'une même excavation est interdite, sauf accord explicite du maître d'ouvrage. Dans le cas où les conditions ci-avant ne seraient pas respectées, l'entrepreneur serait tenu de démolir le panneau partiellement bétonné et de procéder à une nouvelle excavation à sa charge et à ses frais.

5.12.5.5 Contrôle du bétonnage

La remontée du béton sera contrôlée au moyen d'une sonde. Les contrôles seront effectués pour un panneau, en 5 points également répartis le long de l'axe de l'élément à bétonner.

Dans les 24 heures suivant le bétonnage d'un panneau, l'entrepreneur devra remettre le rapport journalier donnant :

- les temps de bétonnage, les volumes mis en œuvre, les mesures de remontée du béton, les incidents s'il y a lieu,
- sur un graphique seront reportées la courbe réelle de remontée du béton (volume en ordonnées, profondeur en abscisses) et la courbe théorique,
- les bons de pesée de chaque livraison de béton, sur lesquels seront reportées, en plus des caractéristiques du béton, l'heure de chargement du camion, l'heure d'arrivée sur le chantier, l'heure du début du bétonnage et l'heure de fin de bétonnage.

Dans le cadre du contrôle interne, l'entrepreneur procédera aux prélèvements d'éprouvettes de béton dont le nombre est défini dans le présent document.

Les résultats de ces contrôles seront portés sur une fiche affectée du numéro des panneaux bétonnés.

5.12.5.6 Arasement et recépage des panneaux

L'arasement du béton des panneaux doit être conduit afin que le béton situé sous la cote théorique de recépage ait les qualités requises.

Le recépage doit être exécuté après durcissement suffisant du béton ; il doit être conduit en vue d'éliminer tout béton de qualité insuffisante et poursuivi jusqu'à ce que la tête des panneaux atteigne le niveau théorique de recépage.

D'autre part, le recépage d'un panneau ne pourra se faire que lorsque le contrôle par auscultation sonique sera exécuté et reconnu conforme (point d'arrêt).

Si l'élimination du béton de qualité insuffisante amène le niveau réel de recépage au-dessous du niveau théorique prévu, l'entrepreneur est tenu de reconstituer le panneau à ses frais jusqu'à ce dernier niveau à l'aide d'un procédé soumis au visa du maître d'ouvrage.

5.12.5.7 Tubes d'auscultation et de carottage

A. Tubes d'auscultation

Les jonctions de tubes métalliques seront étanches, vissées ou soudées aux jonctions entre cages d'armatures, des bouchons en acier vissés au pied de tubes et des bouchons en acier ou en plastique rigide vissés en tête. Ces tubes devront être nettoyés et remplis d'eau au moment de l'arrivée du laboratoire chargé des auscultations. Les tubes bouchés seront reforés ; à défaut, l'entrepreneur exécutera à ses frais un forage dans le tube bouché pour le rendre opérationnel.

B. Tubes de carottages de pied de paroi

Les jonctions de tubes métalliques seront étanches, vissées ou soudées aux jonctions entre cages d'armatures, des bouchons vissés ou non au pied de tubes et des bouchons en plastique rigide vissés ou non en tête.

Les tubes bouchés seront reforés.

5.12.5.8 Conduite des terrassements à l'intérieur des parois

Lorsqu'en cours d'exécution les déformations constatées de l'ouvrage traduisent un comportement anormal de celui-ci, ou que des désordres paraissent affecter le sol environnant, l'entrepreneur, après avoir pris les éventuelles mesures de sécurité qui s'imposent, doit en avertir immédiatement le maître d'ouvrage en vue de fixer les nouvelles dispositions à prendre.

5.12.5.9 Traitement des parements

Les faces des parois moulées découvertes après terrassements doivent présenter l'aspect de surface suivant :

- la surface doit être nettoyée par abattage de tous les résidus de terre et de coulis restant fixés à la paroi, et lavage de la paroi à jet de pression d'eau,
- les protubérances et bosses supérieures à 3 cm mesurées à la règle de 4 m devront être enlevées. Les surfaces pourront être meulées.
- Les creux supérieurs à 3 cm mesurés à la règle de 4 m devront être repris selon procédure à faire agréer par le maître d'ouvrage.

5.12.5.10 Contrôle des parois par auscultation sonique et contrôle des pieds de paroi

Le contrôle des panneaux par la méthode d'auscultation sonique sera effectué par l'entrepreneur.

Le contrôle sera effectué systématiquement au début du chantier sur 50 ml de panneaux, puis statistiquement sur 25 % des panneaux environ, au choix du maître d'ouvrage. En cas d'anomalie importante constatée sur un panneau, les panneaux adjacents seront également auscultés. Sur un même panneau, tous les trajets seront contrôlés.

Le contrôle effectué par l'entrepreneur pour le compte du maître d'ouvrage ne dispense pas l'entrepreneur de procéder, à sa charge et à ses frais, à des contrôles complémentaires par auscultation. De même, et dans le cadre du contrôle extérieur, le maître d'ouvrage se réserve la possibilité de faire procéder à des contrôles par auscultations soniques complémentaires, réalisés par le laboratoire de son choix, aussi bien pour la vérification de contrôles effectués par l'entrepreneur que pour le contrôle de panneaux non auscultés. Ce contrôle complémentaire pourra concerner environ 10 % du nombre de panneaux. Dans ce cas, l'entrepreneur devra donc permettre l'accessibilité des panneaux pour ce contrôle pendant une durée de 10 jours après la réalisation du panneau.

L'auscultation se fera conformément à l'avant-projet de norme NF 94.160.1 et fera l'objet d'un procès-verbal d'essai conforme au chapitre 9 de cette norme.

L'entrepreneur devra également communiquer au maître d'ouvrage l'interprétation et l'enregistrement des essais et donner ses conclusions.

Une anomalie de bétonnage est caractérisée par un temps de propagation qui diffère localement de plus de 30 % de la moyenne constatée sur le reste de la hauteur et une diminution de 20 % de l'amplitude du signal. Ces pourcentages sont appréciés sur l'enregistrement brut du signal, avant tout traitement éventuel.

Le maître d'ouvrage pourra, dans ce cas, prescrire la réalisation de carottages ou de forages destructifs avec enregistrement des paramètres d'avancements. Ces sondages seront à la charge de l'entrepreneur dans le cas où ils révéleraient ou confirmeraient les défauts repérés par auscultation.

Le maître d'ouvrage pourra alors demander la réparation ou le remplacement de la paroi défailante aux frais de l'entrepreneur.

Après exécution des contrôles, tous les tubes et forages éventuels seront obturés aux frais de l'entrepreneur au moyen d'un coulis sable-ciment d'un dosage approuvé par le maître d'ouvrage..

Le contrôle du contact en pointe paroi sol sera effectué, dans le cadre du contrôle interne, par un laboratoire agréé par le maître d'ouvrage. L'entrepreneur devra remettre une note de ce contrôle.

En cas d'anomalie (vide, dépôt de matériaux peu compact en fond de forage,...), le maître d'ouvrage pourra alors demander la réparation de la paroi défailante aux frais de l'entrepreneur, tout essai ou carottage supplémentaire dans le cadre de cette réparation sera aux frais de l'entrepreneur.

Après exécution des contrôles, tous les tubes et forages éventuels seront obturés aux frais de l'entrepreneur au moyen d'un coulis bentonite-ciment d'un dosage approuvé par le maître d'ouvrage.

5.12.5.11 Contrôle de l'étanchéité après terrassement

Les joints entre panneaux ne devront présenter aucune venue d'eau.

Si des venues d'eau sont constatées, l'entrepreneur devra procéder à la réparation du joint défectueux après avoir soumis la méthode à l'acceptation du maître d'ouvrage

Tous ces travaux seront à la charge et aux frais de l'entrepreneur.

Nota : Une venue d'eau est définie comme un débit supérieur à 10 litres/joint/jour.

5.12.5.12 Contrôle interne de la chaîne de production

L'entrepreneur soumettra à l'acceptation du maître d'ouvrage les points suivants :

- le mode d'amenée et d'installation des matériels de forage et de bétonnage,
- le mode d'excavation de la fouille et les dispositions pour assurer la verticalité,
- le contenu et la présentation des fiches d'exécution,
- le mode d'essorage et d'évacuation des déblais,
- les dispositions prévues par l'entrepreneur pour assurer l'arrêt du forage à la cote prévue,
- les dispositions relatives à la tenue des parois,
- les caractéristiques des boues thixotropiques (nature, composition avec tolérances, densité), caractéristiques qui devront être compatibles avec les bétons mis en œuvre,
- le mode de contrôle, de traitement, de régénération, d'évacuation des boues,
- les conditions des contrôles des paramètres caractéristiques des boues de forage,
- le niveau auquel ces boues doivent être maintenues pendant l'exécution du forage et du bétonnage,
- le mode de nettoyage du fond de forage, après forage et mise en place de la cage d'armatures,

- le mode d'arrimage et de mise en place des armatures,
- le mode de bétonnage,
- le recépage,
- les précautions prises pour éviter la pollution par les boues,
- les dispositifs assurant la liaison et l'étanchéité entre panneaux,
- la position des piézomètres pour le contrôle des niveaux de la nappe extérieure.

La fiche d'exécution établie par plot bétonné tenue par l'entrepreneur et remise au maître d'ouvrage pour chaque excavation forcée devra indiquer au minimum :

- les dates de forages, bétonnage, etc.,
- l'emplacement du plot,
- les incidents (forage, ferrailage, bétonnage),
- les consommations de boues, du béton,
- la coupe géologique des terrains traversés,
- la profondeur,
- la courbe réelle de remontée du béton et la courbe théorique,
- les bons de bétons comportant la composition, les heures d'arrivée, le début et la fin de vidange, la fin de bétonnage.

Chaque élément de paroi moulée fera l'objet d'une fiche de forage et de bétonnage mentionnant, en précisant l'heure, les informations relatives à toutes les phases d'exécution, à tous les incidents survenus en cours de forage et de bétonnage, et précisant en outre la longueur totale du forage, la longueur d'ancrage et le volume de béton de l'ouvrage.

5.12.5.13 Contrôle du déplacement des parois

Dans le cadre de son contrôle interne, l'entrepreneur sera tenu de mettre en œuvre les dispositions permettant les contrôles de déplacement des parois moulées (mesures et interprétations).

5.12.5.14 Tolérances

Les tolérances pour les ouvrages verticaux de parois moulées sont celles définies à dans le fascicule 68 du CCTG.

5.12.5.15 Etaisements provisoires

Dans le cas où le dimensionnement présenté dans le mémoire technique ne conduirait pas à une paroi autostable, les types d'étaisements autorisés en phase provisoire sont les suivants :

- ancrages passifs,

- butons,
- poutres de couronnement.

Ces ouvrages provisoires seront dimensionnés et justifiés dans le mémoire technique de l'entrepreneur, en fonction des charges temporaires de chantier prévues ou des charges permanentes de l'environnement statique ou dynamique.

5.12.5.16 Stabilité définitive

Aucune autre disposition que la reprise d'effet dans la dalle de couverture ne sera autorisée en phase définitive.

5.12.6 Micropieux

5.12.6.1 Plan d'implantation

Il sera conforme à la note de calcul du mémoire technique de l'entreprise, éventuellement amendée par les résultats des reconnaissances préalables.

La tolérance d'implantation sera conforme au DTU 13.2 : Travaux de fondations profondes pour le bâtiment – Partie 1 : cahier des clauses techniques.

5.12.6.2 Réalisation des micropieux

Les micropieux sont forés.

Le forage est effectué en rotation à l'eau claire ou à la boue autodégradable (fourniture à faire agréer) ; elle s'effectue à l'abri d'un tube de protection provisoire.

Les remontées de cuttings sont soigneusement échantillonnées tous les 0,50 m et mises en caisse.

Un lavage minutieux à faible pression est réalisé en fin de forage.

5.12.6.3 Mise en place des armatures ou profilés

Les armatures sont préparées à l'avance en fonction de la profondeur fixée pour chaque micropieu ; elles sont descendues en fond de trou avec mise en place de centreurs.

Dans le cas où l'armature prévue dépasse la cote d'arase une fois mise en place, le trou est abandonné et injecté au coulis de ciment ; l'implantation d'un autre micropieu est alors soumise à l'agrément du maître d'ouvrage.

5.12.6.4 Scellement des armatures ou profilés

Le scellement se fait sous une pression en tête de 1 MPa ; le mode de scellement (par tubes à manchette ou à trou ouvert) est conforme à celui exposé dans le mémoire technique de l'entrepreneur.

La composition des coulis ou microbéton doit être soumise par l'entrepreneur à l'agrément du maître d'ouvrage avec une note justificative et les résultats des essais de laboratoire.

Pour chaque coulis, désigné par un numéro, l'entrepreneur définira, pour 1 000 litres de mélange :

- eau en volume (litres),
- argile ou bentonite en poids (kg),
- ciment en poids (kg),
- densité,
- viscosité Marsh,
- décantation,
- temps de début et de fin de prise,
- résistance en compression à 7 et à 28 jours.

Un manomètre enregistreur et un manomètre indicateur, en parfait état de marche, seront branchés en permanence sur chaque appareil d'injection. De plus, un manomètre indicateur sera branché en permanence au niveau du trou d'injection. La gamme de mesure de ces appareils sera limitée à 50 bars. L'entrepreneur disposera, à ses frais, d'une balance d'étalonnage pour manomètres.

L'entrepreneur veillera à ce que, dans chaque cas, la pression ne dépasse pas la limite maximale prescrite. Il sera seul responsable des dommages qu'il pourrait occasionner aux ouvrages par suite de l'application d'une pression excessive.

Le délai d'exécution entre la paroi moulée et le scellement des micropieux ne sera pas inférieur à 28 jours.

Pour chaque appareil d'injection, l'entrepreneur fournira un rapport sur lequel seront notés :

- la date et la durée de chaque travail,
- les numéros des forages traités et, pour chaque passe, les profondeurs des passes injectées,
- la nature et les quantités des produits injectés,
- s'il y a lieu, à différentes passes pour une même nature d'injection, les pressions au début et à la fin de chaque passe.

Ce rapport relatara, en outre, les incidents éventuels et tous les autres renseignements utiles. Il sera remis journalièrement au maître d'ouvrage.

L'entrepreneur conservera les diagrammes des pressions enregistrées, soigneusement répertoriés, les tiendra à tout moment à la disposition du maître d'ouvrage et les lui remettra à la fin du chantier.

5.13 Mise en œuvre des géotextiles

5.13.1 Généralités

La mise en œuvre des géotextiles est réalisée suivant les recommandations du Comité français des géotextiles et géomembranes. L'entrepreneur devra soumettre à l'agrément du maître d'ouvrage un plan d'assemblage des nappes géotextiles qui indiquera au minimum :

- le sens de la pose de chaque nappe géotextile,
- l'emprise des recouvrements d'une nappe sur l'autre,
- ou le positionnement des coutures d'assemblage.

L'assemblage entre bandes de géotextile sera réalisé soit par couture soit par recouvrement.

Dans le cas d'assemblage par couture, celle-ci devra être homologuée. Dans le cas de recouvrement, celui-ci ne devra pas être inférieur à 70 cm. Le sens du recouvrement tiendra compte du sens d'approvisionnement des matériaux.

Pour les coutures, l'entrepreneur soumettra à l'agrément du maître d'ouvrage le type de machine à coudre qu'il compte utiliser et le type de fil. Les caractéristiques mécaniques du fil doivent être supérieures aux caractéristiques mécaniques du géotextile déterminées par l'essai NFGT 38014 et le fil choisi doit avoir les propriétés mécaniques compatibles avec les valeurs d'allongement, de vieillissement, etc., du géotextile.

Le stockage du géotextile sera réalisé de façon à éviter son imbibition ou son colmatage par poussière ou boue.

Avant la mise en place du géotextile, le terrain sera réglé et débarrassé de tous obstacles pouvant détériorer les nappes.

5.13.2 Mise en œuvre

Les géotextiles seront recouverts dans les 48 h 00 pour limiter l'exposition aux U.V.

Chaque rouleau devra disposer d'une étiquette d'identification avec le numéro du rouleau et le type de produit.

Le contrôle du géotextile comprend la vérification de la conformité du certificat de qualification du produit livré avec les spécifications et le contrôle de l'étiquetage de chaque rouleau livré.

La mise en œuvre des matériaux sur le géotextile sera effectuée avec précaution, les matériaux ne seront en aucun cas jetés, la mise en place s'effectuant du bas vers le haut.

5.14 Ouvrages provisoires autres que les coffrages

L'entrepreneur devra fournir les documents relatifs au projet des ouvrages provisoires conformément aux spécifications du chapitre 5 du fascicule 65 du CCTG.

5.14.1 Généralités

Pour l'établissement des documents d'exécution nécessaires au projet des ouvrages provisoires, l'entrepreneur devra se conformer notamment aux textes suivants :

- Cahier des clauses techniques générales :
 - fascicule 61 titre II,
 - fascicule 61 titre V.
- D.T.U. P 21-701 "règles de calcul et de conception des charpentes en bois" (règles CB-71).

- spécifications relatives aux étalements (S.E.T.R.A.).
- manuel "COFFRAGES" du Comité Euro-International du béton.

5.14.2 Réalisation et utilisation des ouvrages provisoires

5.14.2.1 Signalisation – Sécurité

La réalisation et l'utilisation des ouvrages provisoires sont décrites au fascicule 65 du C.C.T.G.

La signalisation et les dispositifs de sécurité mise en place seront présentés à l'acceptation du maître d'ouvrage.

Ces dispositions auront pour but la sécurité des tiers comme du personnel de l'entreprise, des autres entreprises travaillant sur le site et du maître d'ouvrage.

5.14.2.2 Prescriptions complémentaires pour les matériels spéciaux et les dispositifs de protection

Sans objet.

5.14.2.3 Prescriptions complémentaires pour les étalements

Les éléments verticaux (étais) ne devront pas subir de déplacement excédant 2 cm en quelque point que ce soit depuis le début du bétonnage jusqu'au démontage de l'étalement.

Les déformations de l'étalement sous l'action du poids du béton frais, seront également limitées suivant les dispositions suivantes.

Sauf justifications des éléments de l'étalement et dispositions constructives particulières (phasage de bétonnage, de démontage de l'étalement, utilisation de retardateur de prise, etc.), les flèches maximales devront être inférieures à :

$$\frac{L}{2000} + 2\text{cm} \quad (L = \text{portée en cm})$$

Quelles que soient les dispositions prises et justifications apportées, ces flèches seront en tout état de cause plafonnées à L/300 (pour L supérieur à 7 m) et compensées par des contreflèches permettant d'obtenir au moment du démontage de l'étalement, le profil défini au projet.

Dans le cadre de son PAQ, l'entreprise devra préciser les points suivants, ces dispositions étant reprises en tant que de besoin pour les ouvrages provisoires de natures différentes.

5.14.2.4 Procédure d'exécution des étalements

La procédure d'exécution fera référence aux documents méthode de l'entreprise qui s'appuieront en tant que besoin sur les notices d'emploi des matériels lesquelles seront soit fournies au maître d'ouvrage soit tenues à sa disposition.

Cette procédure traitera des aspects suivants :

- a) Dispositifs de protection vis à vis de la circulation de chantier
 - au cours de la mise en place de l'étalement,
 - pendant l'utilisation de l'étalement (cf. ci-dessus paragraphe signalisation – sécurité du présent article),
 - au cours du démontage de l'étalement.
- b) Mise en place des étalements
 - conformité du matériel au regard des hypothèses de calcul (nombre de réemplois),
 - conditions de préparation du terrain d'assise (semelles provisoires),
 - conditions de réception - assainissement,
 - conformité aux dessins d'exécution et aux documents méthode,
 - limitation d'empilage de cales,
 - position des étais par rapport aux arêtes du béton d'appui,
 - mise en place des dispositifs de démontage de l'étalement,
 - adaptation des parties d'ouvrages servant d'appuis.
- c) Exécution du bétonnage
 - phases de bétonnage, ordre et sens d'exécution (documents méthode ou dessins). Calcul de la flèche correspondante et donc de la contre-flèche à donner à l'ouvrage,
 - mesures ou observation sur l'étalement en cours de bétonnage (déformations avec définition du point "Zéro" de celles-ci...),
 - suivi et interprétation des mesures.
- d) Période de séchage
 - conditions d'entretien des ouvrages provisoires.
- e) Démontage de l'étalement
 - délai de démontage de l'étalement et résistance du béton,
 - épreuve d'information du béton (point d'arrêt à préciser),
 - ordre de l'intervention sur les vérins, boîtes à sable ou coins pour effectuer le démontage.
- f) Dispositions à prendre en cas d'anomalies
 - définir la chaîne de prise de décision suivant la gravité de l'anomalie.

5.14.2.5 Documents de suivi de l'exécution des étaielements

Le ou les documents de suivi attesteront notamment de la conformité de la réalisation à la procédure et traiteront les points suivants :

- a) Dispositifs de protection vis à vis de la circulation de chantier
 - gabarits,
 - portiques.
- b) Mise en place des étaielements
 - portance du sol,
 - contrôle, réception (zones de remblai récent),
 - protection des zones d'appui contre le ravinement (eau de surface, eaux souterraines),
 - état du matériel d'étaielement,
 - mise en place des éléments : calage empilage, position des étais par rapport aux arêtes des appuis en béton, verticalité des éléments porteurs, rigidité du contreventement, arrimage des pièces horizontales, longueur et centrage des vis.
- c) Exécution du bétonnage
 - réglage avant bétonnage,
 - visite avant bétonnage,
 - point "zéro" des déformations,
 - suivis et interprétations des mesures.
- d) Période de séchage
 - date de visites,
 - état du sol,
 - protection contre les ravinements,
 - rigidité et tenu de l'ensemble des éléments,
 - observations particulières.
- e) Démontage de l'étaielement
 - résistance du béton,
 - acceptation par le maître d'ouvrage de l'opération d'enlèvement des étais.
 - chronologie de l'intervention.

f) Anomalies constatées

- bétonnage : nature, information du maître d'ouvrage, dispositions prises.
- démontage de l'étalement : nature, information du maître d'ouvrage, dispositions prises.

5.14.3 Epreuves des ouvrages provisoires

Sans objet.

5.14.4 Engins de manutention

Pour les engins de manutention non classés parmi les ouvrages provisoires (grues, portiques, etc.) l'entreprise fournira au maître d'ouvrage un avis de réception émis par un organisme de contrôle habilité dans le cadre de la législation en vigueur. Les grues mobiles seront équipées d'un contrôleur d'état de charge (C.E.C.) en état de fonctionnement.

5.15 Coffrages

(article 63 et 65 du fascicule 65 du CCTG, norme P 18-503)

5.15.1 Généralités

Le projet de coffrage prévu suivant les prescriptions des Articles 61, 62, 63, 64 et 65 du fascicule 65 du C.C.T.G fera l'objet d'un visa du maître d'ouvrage et du Contrôleur technique.

L'utilisation de bois brut pour les coffrages est interdite.

L'entrepreneur précisera dans son plan d'assurance qualité les moyens proposés pour obtenir les résultats imposés par le maître d'ouvrage. Ces moyens feront l'objet des épreuves de convenance définies dans le présent CCTP.

Toutes les parois verticales et inclinées seront coffrées.

Les parois des coffrages seront de catégorie « parements soignés simples », définies par les spécifications du fascicule 65.

Les parois peuvent être planes ou courbes.

5.15.2 Mise en œuvre des coffrages

Les coffrages ne devront comporter aucun dispositif de fixation non prévu sur les dessins d'exécution. Les dispositifs de fixation proposés devront assurer un aspect satisfaisant une fois l'ouvrage terminé (pas de coulure de rouille et de laitance).

L'entrepreneur présentera la procédure de mise en œuvre à l'agrément du maître d'ouvrage.

5.15.2.1 Coffrages grossiers

Les coffrages à parois grossières sont réservés aux surfaces de reprise de bétonnage, non prévus à l'article "Qualité et aspect des parements". Ils devront respecter les exigences de régularité générales.

5.15.2.2 Coffrages ordinaires pour parements simples

Ils concernent les coffrages du radier, des semelles et voiles des murs de soutènements, des soubassements d'assise des parements pierres.

Les coffrages pour parements simples bruts de décoffrage seront constitués de panneaux dont la face apparente sera réalisée en contre-plaqué qualité marine de 15 mm d'épaisseur et devront respecter les exigences de régularité générales.

5.15.2.3 Coffrages soignés pour parements fins

Ils concernent les coffrages des voiles, poutres, dalles.

Les coffrages pour parements fins bruts de décoffrage seront constitués de panneaux ayant le même nombre d'emplois antérieurs. La face apparente sera réalisée en contre-plaqué qualité marine de 15 mm d'épaisseur, pourvu d'un revêtement plastique ou de peinture soumis à l'agrément du maître d'ouvrage.

5.15.3 Epreuve de convenance

Sans objet

5.15.4 Obligation de résultats

La planéité des parements est conforme aux spécifications de l'article 62 du fascicule 65 du CCTG.

5.15.5 Parements simples

Ils seront conformes à l'article 62.2.1 du fascicule 65 du CCTG.

5.15.6 Parements non coffrés

L'entrepreneur assure le réglage correct et la finition des surfaces non coffrées telle que la face supérieure de dalle, opération qui s'effectue sans apport de mortier à quelque moment que ce soit.

5.15.7 Arêtes vives

Les arêtes vives seront toutes chanfreinées : chanfrein de 2 x 2 centimètres.

5.15.8 Réception de coffrage

L'entrepreneur sera tenu d'avertir le maître d'ouvrage avant toute opération de bétonnage.

Immédiatement avant la mise en place du béton, l'intérieur des coffrages sera nettoyé avec soin, de façon à être débarrassé des poussières et débris de toute nature.

Des fenêtres à obturation mobile seront réservées en cas de besoin pour faciliter le nettoyage et l'inspection des parties difficilement accessibles, telles que fonds et angles.

L'entrepreneur peut être tenu d'exécuter la finition du nettoyage à l'air comprimé.

L'utilisation de produits destinés à régulariser la surface ou à faciliter le décoffrage devra être soumise à l'approbation du maître d'ouvrage.

Ces produits ne devront ni teinter, ni tâcher les parements. L'utilisation de ces produits devra par ailleurs être compatible avec l'emploi des textiles de coffrage.

Il ne sera procédé au décoffrage et au décollage qu'après accord écrit du maître d'ouvrage, pour chaque ou partie d'ouvrage. L'opération sera pratiquée avec les soins utiles pour ne pas détériorer les ouvrages.

Le décoffrage du béton devra être effectué par effort statique, sans choc, et ne devra intervenir qu'après que le béton ait acquis une résistance suffisante pour permettre à la partie d'ouvrage de supporter sans danger ni dommage excessif, les chocs accidentels pouvant survenir en cours d'évacuation des éléments du coffrage, ainsi que les actions climatiques pouvant survenir en phase de travaux.

5.15.9 Réservations diverses

Toutes les réservations, en particulier pour tenue des coffrages, dispositifs de stabilisation en construction, brèlages provisoires, qu'elles soient apparentes ou cachées une fois les ouvrages terminés, qu'elles soient ouvertes sur l'extérieur du béton ou internes à celui-ci une fois l'ouvrage terminé doivent être, sauf disposition contraire du maître d'ouvrage, systématiquement remplies par béton, mortier ou coulis pour interdire toute accumulation d'eau susceptible de geler ou d'attaquer les armatures. Ce remplissage doit être fait au plus tôt.

Toute réservation ne permettant pas à un moment quelconque l'évacuation gravitaire de l'eau doit être munie à l'origine d'évents qui doivent rester fonctionnels jusqu'au moment du remplissage. Ces dispositions doivent figurer sur les plans d'exécution.

Toute exception à ce remplissage systématique doit être proposée par l'entrepreneur et présentée à l'agrément du maître d'ouvrage en étant figurée dès l'origine sur les plans d'exécution, qui précisent le cas échéant les dispositifs permettant d'éviter ce remplissage.

5.15.10 Coffrage pour parements fins

Les coffrages pour parements fins sont constitués de panneaux neufs. Ils sont en contre-plaqué qualité marine de 20 mm d'épaisseur minimale, ou métalliques de 5 mm d'épaisseur.

Le nombre de réemploi des panneaux est soumis à l'acceptation du maître d'ouvrage.

Pour les coffrages pour parements fins, l'utilisation d'un film anti-bullage non tissé de type « Zemdrin » ou similaire sera proposé par l'entrepreneur à l'acceptation du maître d'ouvrage.

Les systèmes d'attache nécessitant un ragréage ne sont pas autorisés.

Les panneaux, s'ils sont métalliques, sont décapés par sablage avant la première utilisation et enduits avec une « barbotine » puis nettoyés. Après chaque utilisation les panneaux sont nettoyés pour retirer toute trace d'oxydation.

Les reprises de bétonnage prévues sont traitées de la façon suivante : on laisse dans le coffrage une baguette de manière à ce que la reprise soit rectiligne.

Les dimensions de la baguette de section triangulaire sont 15 x15 mm.

Les coffrages pour parements fins ne doivent comporter aucun dispositif de fixation non prévu sur les dessins d'exécution.

L'attention de l'entreprise est attirée quant à la conception du calepinage des tiges d'écarteur qui ne devront pas léser le motif de la matrice.

5.15.11 Coffrages perdus

Les coffrages perdus doivent être dimensionnés pour résister en phase provisoire, à l'action du poids du béton mou, et à la pression hydrostatique du béton.

Les coffrages perdus métalliques reçoivent une protection contre la corrosion offrant les garanties de la catégorie 3 définie par l'article 3 du fascicule 56 du CCTG.

5.15.12 Protections des parements

Conformément à l'article 63.2.2.3 du fascicule 65 du CCTG, l'entrepreneur prend toutes les dispositions nécessaires (passivation des aciers en attente, protections provisoires, gardiennage, etc.) pour assurer la protection des parements de l'ouvrage jusqu'à la réception des travaux.

5.15.13 Réparations d'imperfections et de non conformités

(article 65.5 du fascicule 65 du CCTG)

L'entrepreneur est tenu de signaler au maître d'ouvrage tous les défauts qu'il constate au moment du décoffrage. Après acceptation de ce dernier, il procède aux réparations nécessaires à l'aide d'un produit de réparation titulaire de la marque NF-Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique, offrant un aspect proche de celui du parement à réparer.

5.16 Mise en œuvre des armatures

(article 73 du fascicule 65 du CCTG, chapitre A.7 du fascicule 62 titre I section I du CCTG, norme NF A 35-027)

5.16.1 Façonnage des armatures

(article 76.2 du fascicule 65 du CCTG)

Par dérogation au premier alinéa de l'article 72.1 du fascicule 65 du CCTG, le façonnage dans les coffrages de certaines armatures de diamètre supérieur à 12 mm pour les ronds lisses, 8 mm pour les armatures à haute adhérence, peut être admis par le maître d'ouvrage sous réserve de la réalisation d'une épreuve de convenance de façonnage concluante. Cette épreuve, réalisée sur les premiers aciers façonnés met en évidence le respect de la conformité des façonnages par rapport aux plans d'exécution et aux normes, ainsi que l'absence de blessures aux parois des coffrages. L'acceptation de cette épreuve ne constitue pas un point d'arrêt, mais est un point critique. L'attention de l'entrepreneur est toutefois attirée sur le fait qu'une non-conformité de façonnage, et/ou la présence de blessures aux coffrages peut entraîner le refus des aciers correspondants et/ou le remplacement des coffrages abîmés, pour permettre la levée du point d'arrêt de bétonnage, et cela aux frais de l'entrepreneur.

Si l'entrepreneur a recours à une entreprise de pose, celle-ci doit bénéficier de la marque AFCAB-Pose d'armatures du béton.

5.16.2 Enrobage des armatures selon règles françaises

Les enrobages sont conformes à l'article A.7.1 du BAEL 91 révisé 99.

Les enrobages sont ceux précisés à l'article A.7.1. du BAEL 91 révisé 99, pour les ouvrages soumis aux intempéries, aux condensations ou aux actions agressives.

Les enrobages sont fixés à : 5 cm.

5.16.3 Dispositifs de raboutage pour armatures

(article 73.2 du fascicule 65 du CCTG)

Sauf justifications contraires de l'entrepreneur, les filetages des barres à raccorder sont exécutés en usine, de même que la fixation des manchons sur les barres de première phase.

Les manchons sont obligatoirement équipés de bouchons en plastique vissés. Leur tolérance d'implantation est la même que celle des barres qu'ils doivent raccorder

5.16.4 Armatures pour béton armé

La mise en œuvre des armatures pour béton armé sera réalisée conformément aux stipulations des articles 72 (sauf les articles 72-2 et 72-3 dont les stipulations sont remplacées par la norme NF P 02-216 de septembre 1993), 73 et 74 du Fascicule 65.

Les conditions d'emplois des armatures devront satisfaire aux recommandations incluses dans leur fiche d'identification instaurée par le titre 1 du fascicule 4 du CCTG.

Si l'entrepreneur a recours à une Entreprise de pose, celle-ci doit bénéficier de la marque AFCAB-pose d'armature béton.

Il est rappelé que l'enrobage des aciers est supérieur ou égal à 5 cm.

5.16.4.1 Fabrication

Soudage des barres

Le soudage au chalumeau est admis pour les ronds lisses de la nuance Fe E 235. Il est également admis pour les aciers des barres à haute adhérence dont la soudabilité est garantie par leurs fiches d'identification, sous réserve des conditions particulières qui peuvent être formulées par ces fiches d'identification.

Dans tous les cas, le programme de soudage doit être soumis à l'approbation du maître d'ouvrage.

Cintrage

Il sera effectué à froid avec une cintreuse à mandrin suivant les normes en vigueur.

Etat de surface

Les barres d'armature devront rester propres, sans rouille non adhérente, ni traces de calamine, de terre, de peinture, de graisse, d'huile ou autres corps étrangers risquant de nuire à l'adhérence du béton sur l'armature.

Aciers en attente

Les armatures laissées en attente et qui devront être pliées ou dépliées sur chantier seront en acier doux. Le pliage ou dépliage ultérieur sur chantier des armatures à haute adhérence est interdit sauf si l'acier HA est de nuance spéciale et si la fiche technique précise que le pliage / dépliage une fois est permis.

Les attentes verticales ou horizontales présentant des risques de blessures pour le personnel seront équipées de « bouchons » ou tout autre système équivalent de sécurité.

Repérage avant pose

Les aciers façonnés seront repérés par étiquettes conformément à la numérotation des nomenclatures.

5.16.4.2 Mise en place des armatures

L'approvisionnement sur le chantier des armatures façonnées sera effectué avec soin. Les armatures seront correctement stockées sur une plate-forme prévue à cet effet ; elles seront classées par nuance, longueur et qualité.

Rigidité

Les armatures seront convenablement ligaturées, éventuellement pointées par soudure et raidies éventuellement par des barres disposées en diagonale, de manière à se trouver aux emplacements prévus sur les plans et y demeurer pendant la période de bétonnage.

Propreté

On ne versera jamais de coulis de ciment sur les armatures ; aux reprises de travail, on enlèvera soigneusement les matières inertes et les éclaboussures de mortier qui auraient pu se déposer sur les armatures et notamment les attentes.

Enrobage, espacement et calage

Les armatures devront être munies de cales de positionnement en nombre suffisant pour permettre d'assurer les enrobages réglementaires. Elles seront ligaturées aux armatures.

Ces cales seront en béton de même nature, texture, couleur et dosage que le béton coulé en place.

Les cales d'enrobage des aciers de petites dimensions (diamètre < 14) ainsi que celles qui seraient susceptibles d'être déplacées lors de mouvements de ferrailage au bétonnage sont ligaturées aux armatures.

Accessoires

Les accessoires tels que supports, ancrages, écarteurs, étriers, ligatures et tous autres dispositifs requis pour assurer une mise en place et un positionnement correct de l'armature seront en acier à l'exception des cales destinées à assurer l'enrobage des armatures.

Raboutage / recouvrements

Les dispositifs en acier destinés au raboutage ou à l'ancrage d'armatures à haute adhérence ("manchons") devront satisfaire aux dispositions des normes NF A 35-020-1 et NF A 35-020-2.

Lorsqu'il y a lieu de constituer une armature avec plusieurs barres les recouvrements seront répartis sur toute la longueur, de telle sorte que dans une section, il y ait au plus la moitié des sections d'acier qui se recouvrent.

5.16.4.3 Contrôles

Avant le coulage de tout béton armé, l'entrepreneur devra prévenir le maître d'ouvrage et le contrôleur technique, pour leur permettre de vérifier le nombre, les dimensions, la position, le mode de calage et l'alignement des armatures au moins quarante-huit (48) heures avant la mise en œuvre des bétons.

Ce contrôle portera sur la conformité aux plans d'exécution et sur l'application des règles de l'article

Pour la correction des imperfections de ferrailage, les armatures seront, au besoin, enlevées des coffrages et remplacées correctement après les dressages et renforcements nécessaires.

5.16.4.4 Mesure de protection du personnel de chantier

L'entrepreneur prend dès le stade des études toutes les mesures de prévention nécessaires contre les risques d'empalement sur les armatures en attente :

- les aciers de moins de 20 mm sont crossés ou bien sont munis d'embouts plastiques,
- les aciers d'un diamètre supérieur sont munis d'embouts en plastique.
- les zones de circulation des piétons avant bétonnage sont renforcées (si nécessaire) et couvertes éventuellement par un platelage.

5.16.5 Armatures précontraintes

5.16.5.1 Généralités

Les prescriptions relatives à la précontrainte seront conformes aux spécifications de la notice CETMEF : Programme LUBAQUA, les pièces fixes. (Notice STC QG N° 95.02) et à l'avis technique relatif aux barres proposées par l'entrepreneur à l'agrément du maître d'ouvrage.

5.16.5.2 Mise en tension des armatures

La mise en tension des armatures n'excédera pas 0,6 Fprg. Le choix final de la traction à la mise en tension des armatures sera arrêté lors des études d'exécution en fonction :

- des efforts à reprendre,
- des barres utilisées et de l'avis technique correspondant,
- des procédés retenus pour la mise en tension (clés dynamométriques, ...)
- de la conception retenue pour les têtes de tirants qui seront fonction des inserts métalliques de vérins ou de paliers.

L'entreprise proposera à l'agrément du maître d'ouvrage la procédure choisie.

5.16.5.3 Protection des têtes d'ancrage

La protection à assurer est de $1m^2$ selon l'ACQPA. Par ailleurs, les têtes de tirants seront enduites de graisses que ce soit pour les tirants de pivots supérieurs ou de boîtes à terre.

La continuité de la protection du tirant devra également être à l'interface tirant / béton.

L'entrepreneur fournira à l'agrément du maître d'ouvrage la notice technique illustrée mentionnant les caractéristiques des produits utilisés qui précisera le principe de mise en œuvre.

5.17 Mise en œuvre des bétons

(article 84 du fascicule 65 du CCTG)

5.17.1 Dispositions générales

La mise en œuvre des bétons sera réalisée conformément aux prescriptions 84 du fascicule 65 du CCTG.

5.17.2 Programme de bétonnage

Le programme de bétonnage précisera les étapes successives du transport du béton et leurs durées depuis la centrale jusqu'aux coffrages.

Le programme de bétonnage comprend les éléments suivants :

- les phases de bétonnage,
- la position et la configuration des reprises,
- la qualité de béton mis en place par unité de temps et par formule,
- les conditions de recouvrement des couches successives,
- la nature des coffrages d'arrêt,
- le matériel nécessaire pour la mise en œuvre (et notamment les caractéristiques et nombre des appareils de vibration),
- les moyens d'approvisionnement y compris les moyens mis en réserve,
- l'effectif en personnel en précisant sa qualification professionnelle,
- les secours électriques éventuels,
- les dispositions prévues en cas d'arrêt d'approvisionnement du béton.

A ce programme de bétonnage sera jointe une notice donnant les résistances nominales minimales à avoir pour permettre les décoffrages.

Le ou les programmes de bétonnage seront soumis au visa du maître d'ouvrage au plus tard quinze jours avant tout commencement d'exécution.

L'entrepreneur ne pourra commencer aucun bétonnage avant d'en avoir reçu l'autorisation du maître d'ouvrage et avant vérification des dispositions des coffrages et armatures (levée du point d'arrêt).

Les moyens de transport envisagés pour le béton ne devront pas en altérer la qualité ni provoquer la ségrégation. Ces moyens devront être acceptés par le maître d'ouvrage ; ils devront pouvoir assurer un débit au moins égal à celui du malaxeur. Les éléments vus de béton armé seront coulés en prenant toutes les précautions pour que les reprises soient aussi peu apparentes que possible.

5.17.3 Mise en place du béton

L'article 84 du fascicule 65 est complété par ce qui suit : les bétons de structures à caractères normalisés seront vibrés dans la masse.

Le bétonnage ne pourra être entrepris que lorsque la réception du ferrailage aura été prononcée par le maître d'ouvrage.

La mise en œuvre des bétons à la pompe est soumise à l'agrément du maître d'ouvrage.

Aucune adjonction d'un adjuvant fluidifiant ne sera autorisée.

5.17.4 Pervibration du béton

5.17.4.1 17.4.1 Matériels

Hormis les bétons immergés, tous les bétons seront vibrés.

Il ne sera agréé que des vibreurs à fréquence élevée supérieur à douze mille (12 000) cycles par minute..

Les pervibrateurs devront présenter des dimensions telles qu'ils puissent pénétrer dans les coffrages et entre les armatures de façon que, compte tenu de leur rayon d'action, ils puissent agir sur la totalité du béton. Ils devront être présents sur la levée en nombre suffisant pour les cadences de bétonnage prévues.

L'entreprise devra constamment posséder un nombre de pervibrateurs suffisants, en fonctionnement, pour assurer un serrage régulier et total à la cadence de bétonnage. Elle devra tenir sur le chantier un assortiment de diamètres de 25 mm à 100 mm permettant la pervibration dans toutes les conditions de mise en œuvre.

Le groupe compresseur aura une capacité suffisante pour alimenter sans difficultés la totalité des engins pneumatiques. L'entreprise sera assurée par un personnel compétent et le maître d'ouvrage pourra récuser tout ouvrier qui effectuerait cette opération dans de mauvaises conditions.

L'entreprise devra maintenir en secours sur le chantier un groupe compresseur et un jeu de 3 pervibrateurs de 35 mm, 50 mm et 70 mm.

5.17.4.2 Vibration du béton

Le pervibrateur sera tenu verticalement et déplacé suivant son axe. Il ne sera retiré du béton que lentement de façon que son empreinte se referme lors de la remontée de l'appareil.

Lors du bétonnage d'une levée en plusieurs couches, la vibration d'une couche sera faite de telle façon que le pervibrateur pénètre légèrement dans la couche inférieure, dont la prise n'a pas commencé, afin d'assurer la continuité entre les couches successives. Chaque fois qu'une couche aura fait prise avant la mise en place de la couche suivante, la surface de séparation devra être réglée et traitée comme une reprise avant que le bétonnage ne soit poursuivi.

Toutes précautions seront prises pour que la vibration ne déplace pas les armatures. Celles qui sortent d'une levée sont maintenues solidement de telle sorte que leur enrobage minimum soit toujours garanti dans la levée suivante.

Tout arrêt ou insuffisance des vibrateurs rendant impossible la vibration parfaite du béton à la cadence à laquelle il est approvisionné entraînera l'arrêt total du bétonnage.

5.17.4.3 Vibration superficielle

La finition du radier et des éléments préfabriqués coulés à plat sera effectuée par vibration superficielle. Les états de surface seront au moins aussi bons que ceux des parements coffrés.

L'épaisseur des couches serrées par vibration superficielle au moyen de dames ou taloches vibrantes est limitée à 20 cm, à moins que les essais montrent la possibilité d'adopter des épaisseurs supérieures. La vibration est poursuivie en chaque emplacement d'appareil jusqu'au reflux du mortier sur les bords et par les jours éventuels de son plateau. Les emplacements successifs d'un appareil se chevauchent.

5.17.4.4 Vibration des coffrages

Les prescriptions de l'article 84.2 du fascicule 65 du CCTG sont applicables.

La vibration des coffrages est interdite.

5.17.5 Béton de propreté

Les bétons de propreté et de purges seront mis en oeuvre avec un réglage de la surface en niveau et en planéité assurant le respect des côtes des parties d'ouvrage qui seront coulées sur ces bétons.

L'épaisseur minimale du béton de propreté est de dix centimètres.

5.17.6 Reprise de bétonnage

(Article 84.3 du fascicule 65 du CCTG)

Les reprises de bétonnage non prévues sur les plans d'exécution sont interdites.

Elles seront réalisées conformément à l'article 84.3 du fascicule 65. Les treillis utilisés éventuellement pour des arrêts de bétonnage seront soigneusement enlevés dès que la prise du béton le permettra et la surface sera alors repiquée.

Sur les surfaces de reprise, il est formellement interdit de couler des galettes de béton servant au calage des coffrages.

Les surfaces de reprise seront soigneusement repiquées, débarrassées de tout élément (granules ou laitance) adhérant mal au béton et nettoyées par soufflage à l'air comprimé.

L'emploi de techniques de reprises autres que celle décrite précédemment doit être soumis pour accord au maître d'ouvrage.

Les reprises de surface ainsi nettoyées et repiquées seront soumises à l'agrément du maître d'ouvrage. Ce dernier pourra exiger après examen que soit appliqué un traitement de reprise.

Dans ce cas, l'entrepreneur devra soumettre à l'agrément du maître d'ouvrage les produits proposés pour ce traitement et la méthode de mise en œuvre à utiliser.

Les reprises de bétonnage des parties visibles ne seront tolérées qu'à condition qu'elles se confondent rigoureusement avec les joints de coffrage. Elles devront par ailleurs être parfaitement justifiées pour ce qui est du ferrailage. Les différentes phases de coulage éventuelles feront l'objet d'une étude proposée par l'entrepreneur à l'agrément du maître d'ouvrage.

Si certaines parties d'ouvrages nécessitent des reprises, en raison de leur volume ou des dispositions constructives, l'entrepreneur devra soumettre à l'agrément du maître d'ouvrage les dispositions adoptées et les justifications afférentes, concernant le calcul de l'ouvrage, les armatures dans la zone de reprise et l'esthétique.

Pour les reprises délicates, l'entrepreneur devra soumettre au maître d'ouvrage un traitement spécialisé de la surface de reprise.

Sur la face interne de la liaison voile / radier, la reprise de bétonnage sera traitée par application d'ERTOFLEX ou équivalent en 2 couches à 24 heures d'intervalle. L'Entreprise précisera dans son mémoire la procédure adoptée pour les reprises de bétonnage.

Avant tout traitement de reprise de bétonnage, les armatures doivent être débarrassées des coulées de laitance ou de mortier qui pourraient les enrober ainsi que de toute autre matière qui risquerait d'en compromettre l'adhérence.

D'une manière générale, sur les ouvrages hydrauliques, sont seules autorisées les reprises de bétonnage à la jonction radier / voile. Les reprises de bétonnage horizontales sur la hauteur d'un voile, qu'elle que soit sa hauteur, sont prohibées.

Dans tous les cas, les reprises de bétonnage non prévues aux dessins d'exécution sont interdites.

5.17.7 Bétonnage sous conditions climatiques extrêmes

(Article 84.7 du fascicule 65 du CCTG)

Les résultats des mesures de températures sur chantier sont corrélés par l'entrepreneur avec ceux de la station météorologique la plus proche afin de dégager des tendances et, en cas de température négative ou durablement supérieure à 35°C, procéder dès la veille du bétonnage à la mise en place des dispositions du PAQ relatives au bétonnage sous conditions climatiques extrêmes.

Le bétonnage ne peut pas avoir lieu sans un abri si la température extérieure mesurée sur le chantier est inférieure à 5°C, sauf accord du maître d'ouvrage sur demande expresse de l'entrepreneur. Dans ce cas, la formulation du béton devra être adaptée ainsi que les techniques de mise en œuvre.

5.17.7.1 Bétonnage par temps froid

Dans le cadre de l'application de l'article 84.7.1 du fascicule 65 du CCTG, quand cette température est inférieure à cinq degrés Celsius, le bétonnage ne sera autorisé que sous réserve de l'emploi de moyens et procédés précisés par l'entrepreneur dans son programme de bétonnage et agréés par le maître d'ouvrage.

Lorsque la température mesurée sur chantier est inférieure à - 5°C, la mise en place du béton n'est pas autorisée.

Ces procédés seront employés pour maintenir la température du béton à quinze degrés Celsius au minimum pendant sa production, son transport et sa mise en œuvre, et pendant les vingt-quatre heures qui suivent sa mise en place.

Le béton n'est pas exposé à des températures négatives avant d'avoir atteint au moins 15 MPa de résistance de compression.

Les dispositions à prendre pour le bétonnage par temps froid sont comprises dans les prix.

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

5.17.7.2 Bétonnage par temps chaud ou par fort vent

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

Pour les périodes où la température ambiante, mesurée sur le chantier, est durablement supérieure à + 35°C, dans le cadre du programme de bétonnage, l'entrepreneur soumet au maître d'ouvrage les dispositions qu'il propose de prendre pour limiter la température maximale du béton frais (utilisation de ciments à faible chaleur d'hydratation et/ou d'eau refroidie, formulation permettant de minimiser le dégagement de chaleur, réduction du délai entre la fabrication et la mise en place, recours au travail de nuit, etc...) et en complément de celles qui résultent du paragraphe 5.17.8 du présent document.

Lorsque la température du béton au moment de sa mise en œuvre est susceptible de dépasser + 32°C, le niveau le plus contraignant de ces dispositions doit être prévu.

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

D'une manière générale, les prescriptions du fascicule 65, art 84.7.2 sont applicables.

La protection des bétons courants sera assurée par humidification. Celle des bétons de structures à caractères normalisés sera assurée par produit de cure agréé par la COPLA et humidification.

Si durant la période de protection le film protecteur est endommagé pour une raison quelconque, l'entrepreneur devra recouvrir à ses frais la zone en cause par un nouveau traitement complet.

Les dispositions à prendre pour le bétonnage par temps chaud ou par fort vent sont comprises dans les prix.

5.17.8 Cure du béton

Les prescriptions de l'Article 84 (notamment 84.6.2 et 84.6.3) du fascicule 65 sont applicables.

Une cure très soignée, sera réalisée sur le béton de façon à éviter la fissuration, la microfissuration et pour assurer une bonne hydratation de la peau.

Les dispositions à prendre pour la cure des bétons sont comprises dans les prix de bétons.

Le décoffrage, démoulage ou stockage doivent être réalisés de façon à ne pas provoquer un écart de température entre le béton et l'ambiance de plus de :

- 30 °C pour les températures positives,
- 15 °C pour les températures négatives.

La cure des bétons sera assurée soit par humidification soit par mise en place d'un film protecteur. Toutefois, les procédés de cure par humidification, arrosage ou immersion sont interdits par temps de gel.

Les produits de cure teintés, qui permettent de contrôler facilement la continuité du film, ne doivent pas être utilisés sur les parements, sauf essai de convenance favorable. Dans le cas de mise en place de bâches étanches maintenues en permanence, l'entrepreneur doit, soit assurer un contact complet avec le béton, ce qui est exclu dans le cas des parements, soit laisser un vide d'air continu de façon que le traitement soit homogène.

Le produit de cure pour béton sera soumis par l'entrepreneur à l'agrément du maître d'ouvrage.

Dans le cas d'un produit temporaire imperméable, le produit figurera sur une liste ministérielle d'agrément.

Dans le cas d'une cure assurée au moyen d'un film protecteur sur une surface destinée à recevoir ultérieurement une étanchéité adhérente ou semi-adhérente, un essai de convenance de l'enlèvement du film sera effectué avant emploi du produit de cure.

L'application des produits de cure doit être compatible avec les revêtements définitifs prévus au marché.

5.17.9 Dispositions particulières liées à la réaction sulfatique interne

L'entrepreneur met en œuvre toutes les dispositions prévues dans le cadre de l'étude des bétons pour que la température maximale dans les parties d'ouvrage soumises à un risque de réaction sulfatique interne n'excède pas les températures maximales qui doivent figurer dans l'étude des bétons.

5.17.10 Dispositions particulières relatives à la durabilité vis-à-vis du gel

5.17.10.1 Méthodologie de mise en œuvre

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

Il est recommandé de limiter le délai entre le début de la mise en œuvre du béton et son achèvement à 90 mn à une température ambiante de 10 °C, à 75 mn à 20 °C et à 60 mn à 25 °C.

Dans le cas de délais plus importants justifiés par l'entrepreneur, le PAQ précise les dispositions à prendre pendant le bétonnage.

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

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

Compte tenu de la présence de bulles d'air dans les bétons G et G+S, l'entrepreneur les met en oeuvre au perrivateur 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 de la norme P 18-503, soit une surface maximale par bulle de 0,3 cm², une profondeur maximale de 2 mm et une surface de bullage inférieure à 2 %.

5.17.10.2 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.

5.17.10.3 Cure et mûrissement

Une cure très soignée avant et après démoulage est réalisée par l'entrepreneur sur le béton de façon à éviter la fissuration et la microfissuration de peau et pour assurer une bonne hydratation de la peau.

L'entrepreneur prend toutes les dispositions nécessaires pour que le décoffrage ou démoulage et le stockage s'effectuent sans que l'écart entre la température du béton et la température ambiante :

- dépasse 30 °C pour des températures ambiantes positives
- et 15 °C pour des températures ambiantes négatives.

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

5.17.11 Traitements thermiques

Dans l'hypothèse d'un recours au traitement thermique pour la réalisation de certains éléments d'ouvrage, l'entreprise mettra en évidence dans la partie correspondante du PAQ l'obligation de faire subir à chaque élément strictement le même cycle de fabrication.

5.17.12 Rebouchage des trous de cône

La procédure suivante devra être respectée :

- Brossage,

- contrôle de l'absence de bulles,
- trempage du cône béton dans du LANKO 113 ou équivalent et humidification du trou (le béton du cône doit être de même composition que celui des voiles,
- ragréage des deux plans et application d'ERTOFLEX ou équivalent en 2 couches à 24 heures d'intervalle.

5.17.13 Hauteur des levées

L'exécution d'une levée est continue sur toute la surface de l'ouvrage. La hauteur maximale sera définie par l'entrepreneur et proposée à l'agrément du maître d'ouvrage. Le béton sera mis en place par couches n'excédant pas 0,50 cm d'épaisseur.

La hauteur de chute du béton ne pourra excéder 1,50 m, des goulottes ou autres aménagements étant mis en œuvre en cas de hauteurs supérieures.

5.17.14 Surfaces non coffrées

Elles seront réalisées conformément à l'article 84.4 du fascicule 65.

L'état de surface devra répondre aux tolérances sur les défauts d'aspect d'un parement fin suivant l'Article 62 du fascicule 65.

5.17.15 Fabrication et mise en œuvre d'éléments préfabriqués

En cas de préfabrication de tout ou partie de l'ouvrage les stipulations des articles 91 et 92 du fascicule 65 s'appliquent.

L'entrepreneur explicitera dans son P.A.Q la consistance des éléments à préfabriquer, les modalités de leur mise en place, les moyens de manutention, le mode de réalisation des clavages entre pièces, la tolérance de pose (en plan et en altitude).

5.17.16 Réfections et réparations de surfaces bétonnées

Toute réfection ou réparation non prévue au présent marché, quelle qu'en soit la cause ou la nature, est aux frais de l'entrepreneur et doit être effectuée à la satisfaction du maître d'ouvrage.

Après décoffrage, les balèvres sont enlevées. Les tâches de toute nature sont enlevées soigneusement dès leur découverte.

Lorsque des irrégularités de bétonnage seront constatées au décoffrage, elles devront être signalées immédiatement au maître d'ouvrage qui décidera de la façon de les traiter. En aucun cas ces irrégularités ne devront faire l'objet d'un meulage ou d'un ragréage sans l'accord écrit du maître d'ouvrage.

Dans le cas où le maître d'ouvrage donne son accord pour traiter les irrégularités, elles seront reprises par meulage ou ragréage après repiquage ou bouchardage, avec des mortiers aux résines dont la nature et la composition devront recevoir préalablement l'accord du maître d'ouvrage. Ces travaux seront à la charge de l'entreprise.

La réparation des défauts importants doit se faire strictement en suivant des méthodes acceptées par le maître d'ouvrage, dont la responsabilité n'est en rien engagée par son acceptation. En aucun cas la pente des raccords, par rapport aux surfaces théoriques, ne devra dépasser 1/20.

Si des résines époxy (ou similaires) sont utilisées pour des réparations, leur mise en œuvre doit être strictement conforme aux indications du fabricant. Tous renseignements sur la provenance du produit, la composition du mortier et d'une façon générale toute documentation technique relative à ce produit doivent être fournis par l'entrepreneur au maître d'ouvrage pour en obtenir l'autorisation. Le maître d'ouvrage reste libre d'imposer un produit différent, en indiquant le mode de mise en œuvre. A titre indicatif dans toutes les zones soumises à l'action de l'eau en vitesse les réparations seront en principe effectuées comme suit :

- repiquage par sablage de la surface à réparer et de ses alentours,
- nettoyage soigné au jet d'eau et d'air sous pression, de façon à éliminer de la surface toute trace de laitance, toute poussière, matière organique, huile, graisse, etc., nuisible à l'accrochage du mortier à liant de résine époxy ou similaire,
- après traitement de cure et durcissement du mortier, meulage de la surface.

5.17.17 Pièces métalliques ou autres incorporées au béton

5.17.17.1 Scellements par ancrages

Les barres en attente dans du béton déjà exécuté doivent être forcées dans le trou de scellement rempli au préalable de mortier aux résines sans retrait.

Elles sont strictement maintenues immobiles pendant la durée de durcissement du mortier de scellement.

La procédure de pose, ainsi que les produits utilisés devront être soumis à l'approbation du maître d'ouvrage.

5.17.17.2 Préscellés

La fourniture et la mise en place des préscellés ou gabarits, destinés à fixer pendant le bétonnage de première phase les équipements tels qu'inserts des équipements hydromécaniques et tous équipements font partie intégrante du présent marché.

La mise en place de ces pièces métalliques selon les spécifications des plans d'exécution et leur fixation au ferrailage avant bétonnage est de la responsabilité de l'entrepreneur qui est garant du bon positionnement de ces inserts après bétonnage.

5.18 Eléments préfabriqués

L'entrepreneur explicitera dans son PAQ la consistance des éléments à préfabriquer, les modalités de leur mise en place, les moyens de manutention, le mode de réalisation des clavages entre pièces, la tolérance de pose (en plan et en altitude).

5.18.1 Généralités

Dans le cas où des éléments préfabriqués sont prévus par l'entreprise, ceux-ci doivent faire l'objet d'une étude d'exécution spécifique venant en complément de celles prévues à l'article 5.17. Celle-ci est menée conformément aux prescriptions de l'article 95.1 du fascicule 65 du CCTG et de ses commentaires.

Tout élément préfabriqué ayant subi une détérioration visible à l'œil nu, en particulier en cours de stockage ou de manutention, est refusé.

Tous les éléments préfabriqués doivent être homogènes en teinte. En particulier, tout élément présentant à l'œil nu à 3 m de distance une variation de teinte par rapport à l'élément de référence est rebuté.

Les éléments sont assemblés conformément aux prescriptions de l'article 92 du fascicule 65 du C.C.T.G. ainsi qu'au calepinage établi par l'entrepreneur et visé par le maître d'œuvre.

Les tolérances admises pour la fabrication des éléments préfabriqués sont fixées à plus ou moins 5 mm.

Aucun désaffleurement de surface n'est toléré dans l'alignement en plan et en profil en long des éléments. L'écart par rapport au tracé en plan théorique doit être inférieur à 5 mm sur 10 m.

Pour cela lors de la procédure de réception des éléments témoins, il doit être fabriqué au minimum trois séries d'élément par moule. Ces éléments sont ensuite posés et alignés en usine suivant les mêmes conditions que celles du chantier.

5.18.2 Ancres et épingles de manutention

Dans l'hypothèse où l'entreprise se propose d'utiliser des ancrs ou des épingles de manutention, le type d'ancre, le matériau constitutif, la position sur l'élément, les conditions de cachetage ou de protection complémentaires vis-à-vis de la corrosion sont soumis à l'acceptation du maître d'ouvrage dans le cadre du PAQ.

Si le poids des éléments préfabriqués permet d'envisager l'utilisation d'épingles de manutention en acier doux, celles-ci respectent les prescriptions de l'article 92 du fascicule 65.

Dans le cas contraire, le modèle des ancrs de manutention est soumis à l'agrément du maître d'ouvrage. L'utilisation de douilles d'ancrage inoxydables est recommandée.

Les réservations sont bouchées conformément aux stipulations du présent document

5.18.3 Stockage

Les conditions de stockage des éléments préfabriqués sont conformes aux spécifications de l'article 93 du fascicule 65 du CCTG et sont précisées par l'entrepreneur dans le PAQ.

La capacité portante de l'aire de stockage est contrôlée. Les éléments reposent sur des pièces de calage en bois.

5.18.4 Disposition des joints entre éléments successifs

Dans le cas d'éléments préfabriqués, les joints sont conjugués et collés. Les produits d'encollage sont soumis à l'acceptation du maître d'ouvrage. Les éléments reçoivent un brélage provisoire qui permet d'assurer une compression quasi uniforme de la colle pendant sa polymérisation. La conduite des opérations d'encollage fait l'objet d'un chapitre du programme d'exécution précisant les stipulations d'utilisation du produit définies par le fournisseur.

5.19 Parement des bétons

5.19.1 Définition des parements

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

- les parements simples : il s'agit de tous les parements en contact avec les terres ou non visibles,
- les parements fins ou soignés (tous parements visibles en eau ou hors d'eau),
- les parements architecturés.

La conception des coffrages, le calepinage des joints et la position des tiges de fixation sont soumis à l'agrément du maître d'ouvrage.

Aucun ragréage par apport de matière n'est autorisé sur les parements (on rappelle que le mot parement désigne, au sens de l'article 63 du fascicule 65, toute partie vue une fois l'ouvrage terminé).

Il n'est pas prévu de parements peints.

5.19.2 Essais de convenance sur les bétons : parements architecturés

5.19.2.1 Généralités

L'ensemble des investigations et essais sur les bétons fait partie intégrante des prestations de l'entreprise.

Pour les parements fins l'entrepreneur est tenu de réaliser pendant la période de préparation, des éléments de béton témoins selon les dispositions de fabrication et de mise en œuvre représentatives de celles prévues pour la construction des parties d'ouvrage concernées.

Ces éléments témoins sont réalisés lors des épreuves de convenances des bétons, à une échelle représentative pour pouvoir s'y référer.

Chaque élément de béton témoin est coulé avec le type de coffrage prévu pour le chantier et comporte des armatures en acier disposées de façon à simuler les enrobages et éventuellement les densités d'armatures prévues. Il est réalisé par le personnel de l'entreprise affecté au chantier avec ses moyens (vibrateurs, pompes, bennes,...) et conformément à un plan de coffrage et ferrailage soumis à l'approbation du maître d'ouvrage.

5.19.2.2 Objectifs

Les bétons témoins permettent :

- d'affiner les exigences concernant la texture et la teinte des parements,
- d'affiner les traitements architecturaux à réaliser (rainurage horizontal, impression de calepinage, ...)
- de préciser les exigences concernant la provenance et la régularité des matériaux et produits (ciment, sable, gravillons),
- de choisir la nature et la qualité des parois de coffrage et les produits de démoulage,

- de mettre au point les consignes de mise en œuvre et de conservation des bétons (vibration, délais de décoffrage, cure),
- de définir le traitement des surfaces non coffrées destinées à recevoir une chape d'étanchéité.

L'entrepreneur soumet au maître d'ouvrage pendant la période de préparation des travaux les dispositions qu'il compte prendre et les résultats qu'il compte obtenir en matière de :

- tolérances sur les défauts d'aspect (planéité d'ensemble et locale),
- tolérance sur les teintes (échelle de gris),
- tolérance sur l'enrobage des armatures.

L'acceptation de l'élément témoin constitue un point d'arrêt.

Les dimensions par type de parement de l'élément-témoin sont au minimum de 2 m² (dimensions 2 mètres x 1 mètre) et de 20 cm d'épaisseur. Cet élément témoin présentera un parement courbe ou cintré.

Obligation de résultats Dispositions particulières pour la qualité des parements : (EQP) (norme P 18-503)

Si l'élément témoin n'est pas conforme, l'entrepreneur réalise à ses frais un nouvel élément témoin.

5.19.3 Bétons témoins

La vérification du respect des spécifications relatives aux parements et l'identification des états de référence (forme, teinte et texture) sont effectuées sur la base des prescriptions l'article 62.1 du fascicule 65 du CCTG pour la forme, complété par les paragraphes ci-après pour la teinte et la texture.

Les états de référence définis au cours de ces essais sont rendus contractuels et mentionnés au plan d'assurance de la qualité par l'entrepreneur.

Les essais seront réalisés à partir de 3 + 1 échantillons de surface carrée de 100 x 100 x 8 cm.

La teinte est appréciée par rapport un de ces échantillons qui sert de référence.

La marche à suivre est la suivante :

- l'entrepreneur rédige une procédure au PAQ et la soumet à l'approbation du maître d'ouvrage,
- sur la base de la procédure approuvée, l'entrepreneur réalise 3 échantillons tels que définis ci-dessus. Le maître d'ouvrage en retient un.
- l'entrepreneur réalise un échantillon complémentaire selon les indications du maître d'ouvrage.

5.19.4 Qualité des parements

5.19.4.1 Planéité des parements

La planéité des parements est conforme aux spécifications de l'article 62.1 fascicule 65 du CCTG.

5.19.4.2 Texture des parements

La texture des parements doit être fixée en conformité avec les plans d'exécution et vérifiée lors de la réalisation des bétons témoins. Pour des raisons d'esthétique des parements et de durabilité des bétons, les parements doivent être exempts de défauts tels que soufflures importantes (bullage de surface), nids de cailloux, ressuage, fuite de laitance et faiénçage, poudrage, protubérance, inclusions et fissures. De plus, ils doivent présenter une perméabilité de surface réduite et homogène.

Dans le cas où un parement présenterait un ou plusieurs de ces types de défauts, le maître d'ouvrage se réserve la possibilité de procéder dès le décoffrage à des essais complémentaires pour prononcer la conformité ou la non-conformité du parement. Les éventuels essais de perméabilité de surface ne sont effectués que sur des bétons âgés d'au moins 28 jours.

5.19.4.3 Contrôles

Contrôle extérieur

La vérification du respect des spécifications, définies pour les niveaux de qualité spécifiés au présent document, relève du contrôle extérieur du maître d'ouvrage et s'exerce dans les conditions fixées aux paragraphes précédents. Le maître d'ouvrage se réserve la possibilité de réaliser tout essai complémentaire susceptible de l'aider pour fixer les conditions de réception des lots de parements.

Dans le cas où les niveaux de qualité spécifiés ne sont pas atteints pour un parement élément ou composant total du lot, le maître d'ouvrage se réserve, dans le cadre du contrôle extérieur, la possibilité d'effectuer un contrôle complémentaire sur la totalité de la partie d'ouvrage affectée pour préciser l'homogénéité de teinte.

Les modalités de ce contrôle complémentaire pour apprécier la gravité de chaque type de défauts de texture sont les suivantes :

- pour les soufflures ou bullages de surface :
 - définition des différents degrés ou tailles de soufflures sur les bases de l'échelle de soufflures du fascicule de documentation AFNOR NFP 18.503,
 - détermination de la surface relative des soufflures dont le degré est toléré au présent document. (niveau de qualité satisfait),
 - sélection des échantillons et détermination des surfaces relatives des soufflures dont le degré est plus élevé que la tolérance précédente,
- pour les fissures :
 - relevé de la fissuration (ouverture et position),
 - vérification du degré de gravité (fissure traversante ou atteignant les armatures du béton) par auscultation non destructive ou carottage,
 - pour les autres défauts, détermination de la fréquence sur les bases définies dans le tableau 7.

tableau 7 : Contrôle des parements – fréquence de défauts

Cas	Fréquence des défauts
1	Quelques unités par parement (< 10)
2	Quelques unités par m ² de parement (< 10)
3	Surface relative totale supérieure à 1 %

Echantillonnage

Pour les fissures, la totalité du lot est auscultée.

Pour les autres types de défauts de texture ou de teinte, l'échantillonnage est exécuté à l'aide d'un échantillon de surface de 0,50 m de côté pour 5 m² de parement.

En cas de non satisfaction à la spécification fixée, la surface totale de l'échantillon sera réputée non conforme. Le nombre d'échantillons sera fixé proportionnellement à la surface du parement à raison d'un échantillon pour 5 m² de parement.

Acceptation de la qualité des parements

Si les niveaux de qualité spécifiés ne sont pas atteints, et au moins un échantillon ausculté n'est pas réputé conforme aux spécifications, le parement sera refusé et l'entrepreneur sera tenu d'effectuer les réparations. Les procédés et techniques de réparation devront être soumis à l'acceptation du maître d'ouvrage.

5.19.4.4 Spécifications

Les spécifications suivantes seront retenues pour apprécier l'homogénéité des parements des zones testées.

Si l'élément témoin n'est pas conforme, l'entrepreneur réalise à ses frais un nouvel élément témoin.

tableau 8 : Spécification pour l'appréciation de l'homogénéité des parements

		Parements simples	Parements fins	Parements ouvragés (A)
Planéité P		P (2) d'ensemble à la règle de 2 m f < 8 mm localisée au réglet de 20 cm f < 4 mm	P (3) f < 5 mm idem f < 2 mm	P (3) f < 5 mm idem f < 2 mm on utilise une matrice
Texture E	Bullage réparti	E (2-3-4) Surface maximale par bulle < 1,5 cm ² Profondeur maximale par bulle < 3 mm Surface de bullage < 3 %	E (3-4-4) idem < 0,3 cm ² idem < 2 mm idem < 2 %	E (3-4-4) idem < 0,3 cm ² idem < 2 mm idem < 2 %
	Zone de bullage concentré	Surface de bullage local < 5 %	idem < 3 %	idem < 3 %
	Défauts localisés	(B)	(B)	(B)

(A) Les spécifications concernant la planéité des parements ouvragés s'entend pour les arêtes dans le sens vertical et horizontal. Ces spécifications sont complétées par l'absence d'épaufrure des arêtes.

(B) Pour des raisons d'esthétique des parements et également de durabilité, aucun défaut localisé tel que bullage de surface important, nids de cailloux, ressuage, fuites de laitance, faïençage, poudrage, tassage, protubérances, inclusions et fissures non fines (> 0,2 mm) et non réparties n'est toléré sur les parements. De plus, les parements doivent présenter une perméabilité de surface réduite et homogène.

En ce qui concerne les surfaces non vues, les défauts tels que nids de cailloux, inclusions, etc., pouvant mettre en jeu la durabilité ne sont pas tolérés.

tableau 9 : Parements fins lisses

Parties d'ouvrages	Parements fins lisses
Mur de façade et soutènements	5,00 m

5.20 Traitement de surface

5.20.1 Parement traité après décoffrage

Il n'est pas prévu de traitement après décoffrage à l'exception du traitement de la surface du radier qui reçoit un durcisseur.

5.20.2 Enduits de protection

5.20.2.1 Éléments en contact avec les terres

Les enduits de protection sont appliqués sur toutes les surfaces au contact de la terre.

La mise en protection des parements à l'aide du produit agréé par le maître d'œuvre est réalisée par l'application de deux (2) couches d'épaisseur moyenne cent cinquante (150) microns. La deuxième couche est mise en œuvre après séchage de la première suivant les caractéristiques du produit, soit entre quarante-huit (48) et soixante-douze (72) heures environ.

Les deux couches sont croisées et appliquée sur un support sec, sain, propre, sans écaille ni corps gras.

L'enduit sera protégé par la pose d'une nappe drainante alvéolée. Un drain sera placé en pied de voile et raccordé au réseau unitaire.

5.20.2.2 Enduit durcisseur

La face supérieure du radier en contact avec l'eau recevra un enduit durcisseur.

Un mois au plus tard avant la première application, l'entrepreneur proposera le produit à l'agrément du maître d'ouvrage avec un avis technique précisant :

- les noms et références des personnels chargés de sa mise en œuvre, le traitement préalable du support,
- les conditions de préparation et d'application du produit : mélange des composants, dosage en solvant du primaire d'accrochage, épaisseur et grammage des couches, délai d'attente à respecter entre chaque couche,

- les dispositions particulières prévues pour la mise en œuvre.

5.20.3 Ragréages

Les ragréages et les produits de ragréage seront réalisés et proposés suivant les prescriptions de l'article 65.5 du fascicule 65 du CCTG.

En particulier sur les parements, le ragréage simple est interdit.

5.20.4 Fissures

Les fissures ouvertes seront traitées en fonction de l'application du fascicule 65 en particulier pour la conformité du choix et de la mise en œuvre, au guide LCPC-SETRA.

5.21 Tolérances géométriques

Le PAQ précisera :

- les dispositions conservatoires des éléments du piquetage général et complémentaire,
- les conditions de conservation des déports d'implantation,
- les modalités de contrôle du respect des tolérances géométriques.

5.21.1 Contrôle de la géométrie en cours de construction

L'entrepreneur remet au maître d'ouvrage un mois avant le début du bétonnage des ouvrages une notice expliquant la méthode utilisée pour obtenir une géométrie de l'ouvrage conforme au projet compte tenu des tolérances imposées par le présent document et des méthodes de construction prévues par l'entrepreneur.

L'entrepreneur de génie civil précisera toutes les dispositions adoptées pour le calage et le réglage des pièces sur lesquelles les équipements viennent se fixer (portes, organes de manœuvre).

Les mesures correctives qui pourront être employées lors des bétonnages de deuxième phase seront à préciser.

5.21.2 Tolérances finales

5.21.2.1 Généralités

Les tolérances finales qui figurent chapitre 16 du fascicule 65 sont des tolérances correspondant à la géométrie de l'ouvrage lors de la réception. Elles sont complétées par les tolérances suivantes sur le tracé.

5.21.2.2 Tolérances sur la géométrie

Les tolérances lors de la réception sont données ci-dessous.

Les tolérances générales sont celles définies :

- d'implantation des constructions, des ouvrages dans les bâtiments et des locaux et espaces libres dans la norme NF P 04-002.
- des fonds de fouilles des ouvrages et bâtiments dans l'ancien DTU 12,

- pour les pieux dans le DTU 13.2,
- pour les dallages dans la norme NF P 11-213-1 : Dallages –Conception, calcul et exécution – Partie 1 : cahier des clauses techniques des dallages à usages industriels ou assimilés. Amendement A1,
- pour les maçonneries dans les documents NF DTU 36.5, NF DTU 20.1,
- pour les toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité dans le document NF DTU 10-203-1,
- pour le béton armé et le béton précontraint dans les normes NF P 18-201, NF EN 2016-1, NF P 10-210, NF EN 1992-1-1, NF P 18-210, NF DTU 23.2