

ROYAUME DU MAROC
OFFICE NATIONAL DE L'ELECTRICITE
ET DE L'EAU POTABLE

Branche EAU

المملكة المغربية
المكتب الوطني للكهرباء و الماء
الصالح للشرب

قطاع الماء

**Cahier des clauses techniques générales relatives
aux marchés de travaux d'eau potable
Tome 3 : Génie Civil**

Version 1 (Octobre 2012)

SOMMAIRE

Préambule	5
Chapitre I : Dispositions générales	7
Article 1 : Champ d'application	7
Article 2 : Consistance de la réalisation	7
Article 3 : Prestations à la charge du maître de l'ouvrage.....	9
Article 4 : Rattachement au NGM.....	9
Article 5 : Etat des lieux.....	9
Article 6 : Ouvrages et réseaux existants.....	9
Article 7 : Caractéristiques géotechniques du terrain	9
Article 8 : Cahier de chantier.....	9
Article 9 : Normes et règles de références	10
Chapitre II : Provenance et qualité des matériaux et produits	14
Article 10 : Dispositions générales	14
Article 11 : Terres pour remblais et eau de compactage.....	15
Article 12: Matériaux et produits pour filtres.....	16
Article 13 : Matériaux pour corps des chaussées de voirie et pour les revêtements	18
Article 14 : Matériaux pour gabions et enrochements.....	18
Article 15 : Palplanches, pieux	19
Article 16: Matériaux pour bétons et mortiers.....	19
Article 17 : Moellons et pierres pour maçonneries	23
Article 18 : Eléments préfabriqués pour maçonnerie et bordures de trottoirs	25
Article 19 : Profiles de type waterstop pour joints de dilataion.....	25
Article 20 : Membranes d'étanchéité artificielle	25
Article 21 : Eléments préfabriqués pour canalisations	26
Article 22 : Dispositifs de couronnement et de fermeture des regards.....	28
Article 23 : Matériaux et produits pour revêtements et carrelades.....	28

Article 24 : Matériaux pour l'étanchéité des toitures terrasses (feuilles à base de bitume oxyde)	28
Article 25 : Matériaux pour couvertures et bardages.....	28
Article 26 : Tuiles en terre cuite	29
Article 27 : Aciers pour pièces métalliques.....	29
Article 28 : Menuiserie - serrurerie - quincaillerie	30
Article 29 : Électricité.....	30
Article 30 : Plomberie – Sanitaire	31
Article 31 : Peintures	31
Chapitre III : Mode d'exécution des travaux	32
Article 32 : Organisation des chantiers et conduite des travaux.....	32
Article 33 : Opérations préliminaires et sujétions diverses	33
Article 34 : Travaux préalables aux terrassements	36
Article 35 : Mouvement des terres	37
Article 36 : Emprunts et dépôts	38
Article 37 : Préparation des emprises de déblais et emprunts.....	39
Article 38 : Évacuation des eaux	39
Article 39 : Exécution des fouilles	39
Article 40 : Préparation du terrain sous les remblais	44
Article 41 : Exécution des remblais pour digues et ouvrages similaires.....	45
Article 42 : Pose des canalisations et de leurs accessoires.....	49
Article 43 : Remblaiement	52
Article 44 : Protections.....	55
Article 45 : Drains et dispositifs de collecte et d'évacuation des eaux.....	56
Article 46 : Bordures et caniveaux	56
Article 47 : Travaux de voirie	57
Article 48 : Exécution des finitions et remise en état	57
Article 49 : Ouvrages en béton	58

Article 50 : Appareils tournants ou vibrants	75
Article 51 : Joints etanches de dilatation et de rupture	75
Article 52 : Pièces métalliques et matériels enrobés.....	77
Article 53 : Fabrication des mortiers.....	77
Article 54 : Maçonnerie.....	79
Article 55 : Chapes et enduits	79
Article 56 : Etaisements et échafaudages.....	80
Article 57 : Charpente métallique	83
Article 58 : Grilles caillebotis - tôles striées	83
Article 59 : Revêtements des sols et des murs	83
Article 60 : Menuiserie - serrurerie - quincaillerie	84
Article 61 : Etanchéité des toitures et terrasses	85
Article 62 : Peinture et protection contre la corrosion	85
Article 63 : Vitrierie	86
Chapitre IV : Spécifications complémentaires pour les réservoirs	86
Article 64 : Solution de base	86
Article 65 : Solutions variantes pour le revêtement d'étanchéité.....	94
Article 66 : Désinfection des cuves	101
Chapitre V : Spécifications particulières relatives à certains équipements	102
Article 67 : Tuyaux en acier	102
Article 68 : Robinetterie et autres appareillages	105
Chapitre VI : Epreuves, essais, réception.....	107
Article 69 : Généralités.....	107
Article 70 : Réception des fouilles.....	108
Article 71 : Vérification qualitative des sols.....	108
Article 72 : Compactage des remblais.....	109
Article 73 : Bétons	109

Article 74 : Tolérances-épreuve d'étanchéité-contrôle du revêtement d'étanchéité des toitures - terrasses	113
Article 75 Essais de qualité particuliers des produits pour les réservoirs -critères d'acceptation	114
Article 76 : Tolérance de pose des tuyaux	118
Article 77 : Tuyaux en acier	118
Article 78 : Appareillage d'équipement	121
Article 79 : Epreuves d'étanchéité des canalisations a écoulement gravitaire	122
Article 80 : Essais des conduites avec pression	124
ANNEXES	127

Préambule

Le cahier des Clauses Techniques comporte deux parties : les clauses générales (CCTG) et les clauses particulières (CCTP).

Le présent Cahier des Clauses Techniques concerne les clauses générales (CCTG) relatives aux marchés de travaux d'eau potable, Tome 3 : Génie civil.

Le cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) développe, complète ou modifie ce CCTG.

Dans le cas de divergence entre les clauses des deux documents, celles du CCTP prévaudront sur les premières.

Les articles de ce CCTG qui ne sont pas modifiés par le CCTP s'appliquent de plein droit aux marchés qui y se réfèrent.

Chapitre I : Dispositions générales

Article 1 : Champ d'application

Le présent Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG) est applicable aux travaux de génie civil des ouvrages et bâtiments à réaliser pour le compte de l'ONEE - Branche EAU (Maître de l'Ouvrage) dans le cadre des projets d'eau potable.

Les précisions complémentaires ou dérogations au présent CCTG sont données dans le Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP).

Article 2 : Consistance de la réalisation

2.1 Installation de chantier

L'Entrepreneur devra fournir, outre le plan de principe d'installation de chantier, tous les documents relatifs à l'organisation complète du chantier et en particulier:

- Les nombres, emplacements, caractéristiques et cadences des postes de grue ;
- L'implantation des locaux de chantier ;
- L'implantation de la centrale à béton ;
- L'implantation des surfaces réservées au stockage ;
- L'implantation des accès au chantier.

L'Entrepreneur aura à sa charge et à ses frais, les formalités et indemnités pour les occupations temporaires nécessaires à l'installation et à l'organisation de ses chantiers : campements, aires de stockage, etc... l'établissement des pistes d'accès au chantier et à des dépôts de matériels et de matériaux, les frais d'amenée d'eau et de l'énergie électrique, les frais de clôture et de gardiennage de ses chantiers, l'enlèvement ou démolition en fin de travaux de tous les ouvrages provisoires qu'il aura exécutés pour ses installations de chantier.

2.2 Obligations de l'Entrepreneur

Sauf indications différentes du Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP), l'Entrepreneur devra:

- * Prendre toutes mesures de protection des installations existantes, des matériels et matériaux entreposés même provisoirement, des piquets de nivellement et des autres repères.
- * Assurer pendant toute la durée du chantier la protection des ouvrages apparents ou cachés. Il devra effectuer toutes les réfections nécessaires à ses frais et suivant les instructions du Maître de l'Ouvrage.
- * En particulier il aura à sa charge:
- * L'établissement de tous les plans d'exécution et notes de calcul relatifs aux ouvrages dans le cas où ceux-ci relèvent de son marché ;
- * Les études complémentaires nécessaires à l'établissement du projet et à l'exécution des travaux (études géotechniques, topographiques...);
- * L'établissement et la mise à jour des plannings d'études et de réalisations des travaux;

- * Les frais occasionnés aux autres Entrepreneurs et résultant des écarts par rapport aux tolérances;
- * Les honoraires d'un géomètre expert accepté par l'ONEE - Branche EAU pour la vérification des implantations et de la géométrie en cas de contestations de son implantation par le Maître de l'Ouvrage;
- * L'exécution complète du projet, comprenant l'installation du chantier, la fourniture, le transport à pied d'oeuvre de tous matériaux, matériels et équipements nécessaires, ainsi que leur mise en oeuvre ou leur montage, à savoir:
 - Les terrassements généraux, le remblaiement éventuel du terrain, les terrassements pour la fondation des ouvrages, pour la mise en place des réseaux, pour la construction de la voirie, pour l'aménagement des espaces libres, les travaux d'étalement, de blindage, d'assèchement, d'épuisement, la recherche des zones d'emprunt, l'apport de matériaux ainsi que l'évacuation des déblais excédentaires ;
 - Les travaux de génie civil, la construction et l'équipement des bâtiments et ouvrages ;
 - L'ensemble des essais à sa charge tels que précisés dans le présent CCTG ou dans le CCTP ;
 - Les équipements hydrauliques faisant partie du marché;
 - L'exécution et l'aménagement de la voirie intérieure, des aires de manoeuvre, de stationnement faisant partie du marché;
 - L'exécution des clôtures et l'aménagement des espaces libres;
 - Tous les travaux et fournitures nécessaires à l'obtention des niveaux et dimensions définis sur les plans et ce compte tenu des tolérances;
 - L'entretien et la remise en état des voies de circulation dégradées par la circulation de ses engins de transport du fait du charroi ou des matériaux transportés;
 - Les voiries nécessaires à l'accès aux ouvrages à partir des routes principales;
 - Le nettoyage permanent de son chantier;
 - Tous les travaux de reprise des ouvrages pour les rendre conforme aux plans et spécifications compte-tenu des tolérances admises;
 - Les rebouchages des trémies et percements des corps d'état dans le cas où les dimensions de ces percements ne sont pas conformes aux dimensions demandées;
 - La fourniture et la pose des pièces usuelles à poser au coulage;
 - L'établissement et la fourniture des plans de récolement conformes à l'exécution;
 - La remise en état des lieux après travaux et démontage de ses installations;
 - L'entretien des installations pendant le délai de garantie;

L'énumération des prestations indiquées ci-avant et dans les divers chapitres du présent CCTG n'est nullement limitative.

En fait, l'Entrepreneur s'engage à fournir et mettre en service un ensemble en parfait état de

fonctionnement.

Article 3 : Prestations à la charge du maître de l'ouvrage

Le Maître de l'Ouvrage aura à sa charge la mise à disposition des terrains nécessaires à l'exécution des travaux.

Sauf accord que l'Entrepreneur pourrait obtenir des propriétaires des terrains traversés, la circulation des ouvriers et des engins ne peut s'effectuer qu'à l'intérieur de la (les) parcelle(s) de terrain mise(s) à sa disposition par le Maître d'Ouvrage. Elle pourrait éventuellement être élargie pour une occupation temporaire par les soins mêmes de l'Entrepreneur et à sa charge.

L'Entrepreneur est responsable des dégâts qu'il causerait aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de cette zone.

Avant l'achèvement des travaux, il sera procédé à la remise en état du sol et les clôtures déposées seront reconstituées dans un état au moins équivalent à leur état initial.

Article 4 : Rattachement au NGM

Le nivellement sera rattaché aux repères de Nivellement Général Marocain (NGM).

Sauf indications contraires du CCTP, l'implantation et le repérage se feront en Coordonnées X, Y et Z.

Article 5 : Etat des lieux

L'Entrepreneur est réputé avoir reconnu les lieux et recueilli l'ensemble des renseignements nécessaires à l'établissement de son offre, et avoir apprécié toutes les difficultés liées à la réalisation complète des travaux.

Article 6 : Ouvrages et réseaux existants

La situation des différents ouvrages et réseaux éventuellement existants (électricité, assainissement, eau, gaz, téléphone...) est donnée éventuellement, mais à titre purement indicatif, sur un (des) plan(s) annexé(s) au CCTP.

Dans tous les cas, qu'ils figurent sur les plans ou pas, l'Entrepreneur aura à sa charge des sondages de reconnaissance pour localiser avec précision l'emplacement de ces ouvrages et réseaux divers.

Article 7 : Caractéristiques géotechniques du terrain

Les ouvrages et leurs systèmes de fondation sont conçus en tenant compte des résultats des études géotechniques annexées au CCTP.

A défaut de données géotechniques dans le CCTP, les études correspondantes sont à la charge de l'Entrepreneur.

Dans tous les cas, avant de réaliser les travaux, l'entrepreneur procède à ses frais aux vérifications et aux reconnaissances géotechniques complémentaires qu'il juge nécessaires pour l'étude détaillée des ouvrages en vue de leur exécution. Les résultats de ces sondages et essais (effectués après passation du marché) sont consignés dans un procès-verbal qui est remis au Maître de l'Ouvrage.

Article 8 : Cahier de chantier

Dès le commencement des travaux, un cahier de chantier trifold sera tenu en permanence sur le chantier par un représentant de l'Entrepreneur spécialement désigné.

Sur ce cahier seront consignés par le Maître de l'Ouvrage et l'Entrepreneur:

- L'état d'avancement des travaux, par nature;
- Les opérations administratives relatives à l'exécution et au règlement du marché, telles que notifications d'ordre de service, visa et approbation des plans d'exécution etc...
- Les opérations de contrôle et de réception;
- Les incidents de détail présentant quelques intérêts du point de vue de la tenue ultérieure des ouvrages, de la durée réelle des travaux;
- Toutes demandes, suggestions et remarques faites par le Maître de l'Ouvrage ou l'Entrepreneur;
- Les intempéries;
- Le cahier de chantier sera signé par le Maître de l'Ouvrage et l'Entrepreneur.

Les mentions portées sur le cahier de chantier sont recevables dans la limite des attributions des signataires et ne peuvent en aucun cas se substituer aux ordres de service.

A la fin des travaux, ce cahier sera remis au Maître de l'Ouvrage qui le gardera comme pièce du dossier du projet.

Article 9 : Normes et règles de références

L'Entrepreneur est soumis aux lois réglementaires en vigueur au Maroc, et en particulier aux normes et règles de références ci-après:

9.1 Le Cahier des Prescriptions Communes

En application de la Circulaire n°2/1242 DNRT du 13/7/87, le Cahier des Prescriptions Communes (C.P.C) applicables aux travaux dépendant de l'Administration des Travaux Publics, comprend entre autres:

- a-** le Cahier des Prescriptions Communes applicables aux travaux routiers courants approuvé par arrêté n°451-83 du 06/12/1982;
- b-** le Cahier des Prescriptions Communes applicables aux marchés de constructions scolaires approuvé par arrêté n°452-83 du 17/03/1983;
- c-** le Cahier des Prescriptions Communes applicables aux routes désertiques approuvé par arrêté n°732-89 du 30/05/1989;
- d-** le Cahier des Prescriptions Communes applicables aux marchés d'études routières, approuvé par arrêté n°1161-89 du 31/07/1989;
- e-** le Cahier des Prescriptions Communes applicables au mode de mesurage et d'évaluation des travaux de bâtiment approuvé par arrêté n°1224-89 du 17/08/1989;

- f-** le Cahier des Prescriptions Communes applicables aux d'études relatives au calcul statique des tuyaux enterrés pour canalisations d'assainissement, approuvé par arrêté n°833-87 du 22/10/1990;
- g-** le Cahier des Prescriptions Communes applicables aux marchés d'études relatives au calcul des surcharges dues au vent, approuvé par arrêté n°834-87 du 22/10/1990;
- h-** le Cahier des Prescriptions Communes applicables à l'exécution des travaux de béton armé, approuvé par arrêté n°85-95 du 29/09/1995;
- i-** le Cahier des Prescriptions Communes applicables aux travaux d'étanchéité des toitures terrasses par feuilles d'étanchéité à base de bitume oxydé, approuvé par arrêté n°82-95 du 29/09/1995;
- j-** le Cahier des Prescriptions Communes applicables aux travaux du lot "menuiserie bois-quincaillerie", approuvé par arrêté n°84-95 du 29/09/1995;
- k-** le Cahier des Prescriptions Communes applicables aux travaux de peinture en bâtiment, approuvé par arrêté n°83-95 du 29/09/1995;
- l-** le Cahier des Prescriptions Communes applicables au gros béton approuvé par arrêté n°2082-89 du 23/10/1996
- m-** le Cahier des Prescriptions Communes applicables aux travaux bathymétriques approuvé par arrêté n°2083-96 du 23/10/1996;
- n-** le Cahier des Prescriptions Communes applicables aux travaux de dragage approuvé par arrêté n°2084-96 du 23/10/1996;
- o-** à titre provisoire, pour les prescriptions communes autres que celles se rapportant aux dispositions des arrêtés sus-visés, les fascicules du Cahier des Clauses Techniques Générales applicables aux marchés publics de travaux passés au nom de l'Etat Français:

- Fascicule 4 : Fourniture d'acier et autres métaux. Armatures pour béton (titre 1er) armé.
- Fascicule 4 (titre II) : Armature à haute résistance pour construction en béton précontraint par pré ou post-tension
- Fascicule 4 (titre III) : Aciers laminés pour constructions métalliques.
- Fascicule 4 (titre IV) : Rivets en acier, boulonnerie à serrage contrôlé, destinés à l'exécution des constructions métalliques.
- Fascicule 28 : Chaussée en béton de ciment
- Fascicule 29 : Construction et entretien des chaussées pavées.
- Fascicule 31 : Bordures et caniveaux en pierres naturelles ou en béton et dispositifs de retenue en béton.
- Fascicule 32 : Construction de trottoirs.
- Fascicule 35 : Travaux d'espaces verts, d'aires et de sports et de loisirs.
- Fascicule 61 (titre II) : Programme de surcharges et épreuves des ponts routes.

- Fascicule 61 (titre V) : Conception et calcul des ponts et construction métalliques en acier.
- Fascicule 62 (titre 1er) (section I) : Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites, dites règles BAEL 83
- Fascicule 62 (titre 1er) (section II) : Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton précontraint suivant la méthode des états limites, dites règles BPEL 83
- Fascicule 63 : Exécution et mise en oeuvre des bétons non armés, confection des mortiers .
- Fascicule 64 : Travaux de maçonnerie d'ouvrages de génie civil.
- Fascicule 65-A : Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou béton précontraint y compris additif (version 1993).
- Fascicule 66 (chap 1er II, IV, V, VI) : Exécution des ponts et autres ossatures métalliques de technique analogue.
- Fascicule 67 : Etanchéité des ouvrages d'art.
- Fascicule 68 (titre 1er) : Exécution des travaux de fondations d'ouvrages
- Fascicule 69 : Travaux en souterrain.
- Fascicule 70 : Canalisation d'assainissement et ouvrages annexes (version 1992).
- Fascicule 71 : Fourniture et pose de canalisation d'eau, accessoires et branchements.
- Fascicule 73 : Equipement hydraulique, mécanique et électrique des stations de pompage d'eaux d'alimentation et à usage industrielle ou agricole.
- Fascicule 74 : Construction des château d'eau, en béton armé, en béton précontraint, ou en maçonnerie et des ouvrages annexes.
- Fascicule 85 : Construction d'installation de broyage des déchets ménagers.
- DTU-NV 65 : Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions + additifs.
- DTU-CM 66 : Règles de calcul des constructions en acier - Additif 1980.
- DTU-PS 69 : Règles parasismiques annexes et addenda 1982.

Ces fascicules sont applicables pour tout ce qui n'est pas contraire à la réglementation marocaine.

Les normes et règlements marocains remplacent les normes et règlements correspondants visés dans ces fascicules.

9.2 Devis Général d'Architecture (DGA)

Il sera fait application du DGA pour tout ce qui n'est pas couvert par:

- le CPC tel que défini ci-dessus;
- les normes en vigueur;
- le présent CCTG ;
- le CCTP.

9.3 Règlements de calcul et de dimensionnement

* BAEL/CCBA 68

- Pour les réservoirs, cuves et bassins, il sera fait application du BAEL ou BPEL (dernière version).
- Pour les autres bâtiments, le CCTP indiquera le règlement de calcul à utiliser (CCBA 68, BAEL, BPEL).

* Prise en compte des effets de séisme

Les ouvrages de génie civil doivent obligatoirement faire l'objet d'une étude de protection parasismique conformément aux normes et règlements en vigueur, notamment le règlement marocain **RPS 2000**.

* Le Cahier des Prescriptions Communes applicables aux études relatives au calcul des surcharges dues au vent et pour tout ce qui n'est pas contraire à ce CPC, les règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions (NV65) et leur modificatif n°1 en date de Février 1987 ainsi que le complément N84.

* Règles de calcul des constructions en acier (CM66) et Additif 1980.

9.4 Sécurité et hygiène

L'Entrepreneur est tenu de se conformer aux mesures particulières de sécurité prescrites par la réglementation en vigueur concernant l'hygiène et la sécurité des travailleurs.

9.5 Contradiction entre les documents

Si des documents présentent des clauses contradictoires, l'Entreprise se conformera au plus récent d'entre eux, étant entendu que ceux édités au Maroc :

- a) Dahirs, Décrets Royaux, Arrêtés, CPC et Règlements Ministériels.
- b) Règles des Organismes ou Comités Techniques dont l'application a été rendue obligatoire par une Décision ministérielle.
- c) Règles des Organismes ou Comités Techniques dont l'application n'a pas été rendue

obligatoire par une Décision Ministérielle.

d) Le CCTP.

e) Le présent CCTG

ont priorité sur les textes étrangers auxquels il est provisoirement fait référence.

Dans le cas où les clauses du marché et celles des documents généraux ci-dessus ne prescriraient rien ou n'apporteraient pas de précisions suffisantes sur tel sujet concernant l'application du marché ou l'exécution des travaux et dans ce cas seulement, on se référera aux usages.

Enfin, il est spécifié que les Entreprises sont autorisées à se référer à des normes équivalentes ou supérieures à celles des documents cités ci-dessus.

Chapitre II : Provenance et qualité des matériaux et produits

Article 10 : Dispositions générales

Tous les matériaux, matériels et produits sont choisis en tenant compte des différentes sollicitations, de l'agressivité de l'eau et des atmosphères, de manière à présenter une résistance en rapport avec la durée de vie normale des ouvrages et équipements.

Pour les matériels qui n'ont pas été spécifiés, les types et origines des matériels sont choisis de manière à faciliter la maintenance. Le fournisseur précise les exigences d'entretien.

Tous les matériaux, matières et produits utilisés dans la construction des ouvrages proviendront de carrières ou d'usines agréées par le Maître de l'Ouvrage.

En début de chantier, une liste devra être remise au Maître de l'Ouvrage et précisant par matériau, matériel ou produit, la nature de la carrière ou l'usine d'origine.

L'Entrepreneur ne pourra, en aucun cas, se prévaloir du refus d'agrément par le Maître de l'Ouvrage de fourniture ou du travail de certains sous-traitants par suite de mauvaise qualité ou de mauvaises conditions d'exécution pour demander une majoration quelconque sur le prix forfaitaire de la fourniture.

Chaque espèce de matériau devra satisfaire aux normes marocaines en vigueur ou à défaut aux normes ISO, AFNOR ou normes équivalentes ou supérieures.

Le Maître de l'Ouvrage pourra effectuer tous les essais qu'il estimerait nécessaires pour vérifier que les matériaux sont de bonne qualité et conformes aux normes en vigueur.

Tous les matériaux entrant dans la confection des ouvrages doivent être, sauf en cas d'impossibilité, d'origine marocaine.

L'Entrepreneur doit, à toute réquisition, justifier de la provenance des matériaux, matériels ou produits par la production des factures, certificats d'origine, etc...

Le Maître de l'Ouvrage sera seul compétent pour juger de la qualité des matériaux, matériels ou produits et décider de leur emploi. En particulier, le lieu de provenance ne pourra en aucune façon préjuger de leur qualité.

Article 11 : Terres pour remblais et eau de compactage

Les remblais autour des ouvrages et pour la mise à niveau des plates-formes ou pour digues éventuelles, seront en principe constitués de terres extraites de fouilles.

Les déblais utilisés en remblais ne devront contenir, ni racines d'arbres, ni terre végétale ou matières organiques.

L'Entrepreneur devra assurer la fourniture des terres d'apport éventuellement nécessaires qui devront répondre aux spécifications du CCTP.

Les conditions d'utilisation des différentes natures de sol peuvent être assorties, à la demande du Maître de l'Ouvrage, de mesures spécifiques destinées à rendre l'état du sol extrait compatible avec les modalités de mise en oeuvre et les contraintes météorologiques. Ces mesures dont la charge incombe à l'Entrepreneur, portent sur les modalités d'extraction et de correction de la teneur en eau sans apport d'un liant ou d'un réactif.

11.1 Terre végétale pour revêtement

La terre choisie pour le revêtement éventuel des surfaces destinées à être plantées sera choisie en commun accord avec le Maître de l'Ouvrage parmi les terres locales les plus propres à la végétation.

11.2 Sols pour remblais ordinaires

Tous les sols mis en remblais ordinaires devront être exempts d'éléments végétaux de toute nature et de toute quantité appréciable d'humus et d'éléments dont la plus grande dimension excède les 2/3 de l'épaisseur de la couche élémentaire du remblai.

11.3 Remblais pour voirie

Ces matériaux doivent satisfaire aux conditions définies dans le Cahier des Prescriptions Communes applicables aux travaux routiers courants: fascicule n°3.

- Sols pour remblais
- Sols pour couche de forme
- Sols pour couverture de protection

11.4 Lit de pose pour conduites

Sauf dispositions contraires du CCTP, le lit de pose des conduites, d'une épaisseur de 10cm minimum, sera constitué de sable propre 0/10 contenant moins de 12% de fines (particules inférieures à 80 microns). Le lit de pose doit être soigneusement compacté.

Sur indication du Maître de l'Ouvrage, sa granulométrie peut être modifiée lorsque la tranchée traverse des zones humides, dans ce cas, il y a lieu de prévoir un lit drainant sous la canalisation, constituée de matériaux de granulométrie comprise entre 5 et 10mm.

11.5 Autres matériaux à caractéristiques spécifiques

Le CCTP indique le type et les caractéristiques d'autres matériaux devant avoir des fonctions spécifiques pour certaines parties d'ouvrages.

11.6 Eau de compactage

L'eau nécessaire au compactage des remblais, ne sera pas boueuse et ne devra pas contenir de matières organiques en suspension.

L'eau saumâtre ne pourra être utilisée qu'après accord du Maître de l'Ouvrage.

L'addition éventuelle de produits destinés à faciliter le compactage ne pourra se faire qu'après accord du Maître de l'Ouvrage. L'accord précisera les modalités d'utilisation de ces produits.

Article 12: Matériaux et produits pour filtres

12.1 Matériaux pour filtres

Les matériaux pour filtres devront être exempts d'éléments végétaux, d'humus et de débris quelconques, être non plastiques (indices de plasticité non mesurable) et avoir un équivalent de sable supérieur à 60. Ils devront avoir une granulométrie continue telle qu'ils ne puissent pas être contaminés par le terrain naturel et qu'ils ne puissent pas être entraînés entre les vides du corps du drain.

Sauf dispositions contraires du CCTP, les règles suivantes sont appliquées:

*** Vis-à-vis du terrain** (Waterways Experimental Station des Etats Unis; Règles établies à base des règles de Terzaghi):

$D_{15f} \leq 5 D_{85s}$

$D_{15f} \leq 20 D_{15s}$

$D_{50f} \leq 25 D_{50s}$

$D_{85f} \leq 5 D_{15s}$

$D_{15f} \leq 4 D_{15s}$

D_{15f} , D_{50f} et D_{85f} : dimensions des tamis laissant respectivement passer 15%, 50% et 85% des matériaux filtrants de protection (filtre)

D_{15s} , D_{50s} et D_{85s} : dimensions des tamis laissant respectivement passer 15%, 50% et 85% des matériaux à filtrer (sol).

*** Vis-à-vis d'un drain:**

Largeur des fentes $\leq D_{60f}$

Largeur des trous $\leq D_{10f}$

D_{10f} et D_{60f} : dimensions des tamis laissant respectivement passer 10% et 60% des matériaux filtrants de protection (filtre)

12.2 Géotextile non tissé

Ce matériau non tissé devra avoir des propriétés définies par la norme AFNOR G 07.001 ou équivalente.

Leurs caractéristiques seront choisies en fonction de leur destination (cas où ils jouent également le rôle anti-poinçonnement) et des matériaux en contact,

Ils doivent être stockés à l'abri des intempéries et ne seront déroulés qu'au moment de l'utilisation.

12.3 Tube en PVC non plastifié pour drainage

Il sera fait application de l'article 14 du Cahier des Prescriptions Communes applicables aux travaux routiers

courants-Fascicule N°4 (conformes à la norme française NF 16-351-Décembre 1979):

Ces tuyaux seront constitués de tubes en polychlorure de vinyle non plastifié, perforé et généralement à cunette.

Ces tubes auront les caractéristiques suivantes :

- **Fentes** : la largeur des fentes sera de 0,8 à 1,2mm.
- **Diamètre extérieur** : les diamètres extérieurs nominaux des tubes sont de : 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 200, 250 et 315mm.
- **Longueur** : les tubes doivent être fournis avec un dispositif de raccordement, leur longueur utile doit être de 5 mètres au minimum.
- **Caractéristiques hydrauliques** :

La surface captante minimale des tubes doit être celle indiquée au tableau suivant :

Diamètre extérieur	63	75	90	110	125	(140)	160	200	250	315
Surface captante minimale (cm ² /m)	40	40	40	50	50	50	80	80	100	100

- **Caractéristiques physiques, mécaniques et essais** :

Voir CPC.

- Comme pour tout les produits en PVC, Ils doivent être stockés à l'abri du soleil.

12.4 Tuyaux en béton poreux

Le béton poreux pour la confection des tuyaux sera dosé à 250 kgs de ciment CPj 35 et constitué par des agrégats durs d'origine calcaire.

Sauf indications contraires du CCTP, les caractéristiques des tuyaux sont les suivantes:

- Section : Circulaire
- Diamètre intérieur : 200 mm
- Longueur par élément : 0,75 m
- Epaisseur : 40 mm
- Poids moyen par élément : 42 kg env.
- Résistance minimale à l'écrasement : 3000 kg/ml
- Capacité d'absorption en l/s/dm² : 0,35

Le demi-diamètre inférieur du drain doit être rendu étanche par immersion soit dans une laitance de ciment, soit dans un bitume chaud.

Article 13 : Matériaux pour corps des chaussées de voirie et pour les revêtements

13.1 Type travaux routiers courants

Ces matériaux doivent respecter les spécifications du Cahier des Prescriptions Communes applicables aux travaux routiers courants.

- Les granulats pour assises non traitées: Fascicule n°5 - Cahier n°2:

GNF 0/40 ou 0/60 pour couche de fondation
GNA 0/31,5 pour couche de base de qualité supérieure
GNB 0/31,5 pour couche de base

- Les enduits superficiels: Fascicule n°5 - Cahier n°3:

Les granulats
Les liants
Les dopes

- Les assises traitées aux liants hydrocarbonés et enrobés bitumineux fabriqués à chaud:
Fascicule n°5 - Cahier n°4 :

Matériaux pour grave bitume (GBB)
Matériaux pour enrobés bitumineux (EB)
Fillers d'apport
Liants hydrocarbonés

- Liants hydrocarbonés employés pour les travaux de chaussée: Fascicule n°5 - Cahier n° 5:

Les bitumes purs
Les bitumes fluidifiés
Les émulsions de bitume

13.2 Pistes et autres types de voirie

Les caractéristiques des matériaux de pistes et autres types de voirie sont définies dans le CCTP.

Article 14 : Matériaux pour gabions et enrochements

14.1 Gabions

Les gabions sont constitués par des cages en grillage galvanisé ayant la forme de parallépipède rectangle, sauf forme particulière.

Les mailles sont hexagonales et à double torsion.

Les gabions sont définis par les éléments suivants :

- 1) Longueur, largeur et hauteur.
- 2) Diamètre en mm du fil.
- 3) Dimension d et D des mailles. d étant la distance entre les deux côtés parallèle de l'hexagone. D

étant la distance entre les deux sommets des deux angles aigus.

A défaut d'indications particulières du CCTP, le diamètre du fil sera de 3mm (tolérance 2%). Les mailles seront à double torsion 100/120 ou 80/100 (tolérance 5%).

* Qualité du fil

Le fil de fer galvanisé entrant dans la fabrication des gabions ou fourni en vue de la confection des ligatures et tirants doit satisfaire aux conditions et essais suivants :

1) Qualité :

Le fil de fer doit être en acier doux et recuit de la meilleure qualité, exempt de pailles ou de tout autre défaut, obtenu par tréfilage continu et à froid.

2) Essai de traction :

Il doit présenter une résistance à la rupture de 42 kg/mm² au minimum et un allongement à la rupture de 10% au minimum, mesuré sur une éprouvette de 100mm environ.

3) Essai de flexion :

Pris dans un étau dont les mâchoires présentent un arrondi dont le rayon est égal à deux fois le diamètre du fil, le fil doit pouvoir supporter sans se rompre 10 pliages à angle droit alternativement dans un sens et dans l'autre.

14.2 Matériaux de remplissage des gabions

On aura recours, pour le remplissage des gabions à des matériaux durs, non friables et propres.

Les pierres au contact des mailles devront avoir une grandeur dans tous les sens au moins égale à 1,5 fois la grosseur des mailles.

Le matériau de remplissage ne doit pas passer au travers de l'anneau ayant 8 cm de diamètre.

14.3 Matériaux pour enrochement

Les matériaux pour enrochement seront des pierres dures non gélives d'une densité supérieure à 2,4 , selon la nature des travaux, leur poids pourra être compris entre vingt (20) et mille (1.000) kilogrammes.

Le rapport L/l entre la plus grande dimension L de la pierre et la plus petite l ne devra pas dépasser trois (3).

Article 15 : Palplanches, pieux

Les caractéristiques de ces éléments, s'il y a lieu, sont définies dans le CCTP.

Article 16: Matériaux pour bétons et mortiers

16.1 Granulats (sable et gravettes)

Les granulats doivent répondre aux spécifications contenues dans les normes en vigueur et en particulier la

norme NM 10.1.008, NM 10.1.020 et la norme NM 10.1.021 ainsi que les normes NM 10.1.136 à 141, NM 10.1.144, NM 10.1.146 à 150, NM 10.1.155 et NM 10.1.165 à 170.

16.1.1 Sable

Pour les bétons, ce sont les granulats du type $d/D=0,08/5\text{mm}$ (Tamis) qui devront, sauf prescription contraire du CCTP, s'inscrire dans le fuseau défini dans la NM 1.01.008 (p.12) à savoir:

Les tamisats seront compris entre 10 et 35% au tamis de 0,315mm et entre 45 et 80% au tamis de 1,25mm.

Pour les maçonneries, chapes et enduits les granulats seront de type $d/D=0,08/2,5\text{mm}$ (tamis), avec $d/D=0,08/1,25\text{mm}$ (tamis) pour la couche supérieure des enduits.

Si le sable est obtenu par broyage, il ne devra pas contenir plus de fines que les taux indiqués dans la norme susvisée.

S'il s'agit de sable de mer, il ne devra pas contenir de grains passant au tamis de 0,08mm ni trace de coquillage.

Les sables trop fins (sable de dune), sables altérés (sable à lapin) sont interdits. Les sables de concassage devront être dépoussiérés.

D'une façon générale, le module de finesse doit être compris entre 2 et 3.

Pour les cuves des réservoirs et autres ouvrages étanches dans la masse, le module de finesse ne doit pas dépasser 2,5

Le sable devra être rigoureusement exempt de matières terreuses, gypseuses, schisteuses ou marneuses et son équivalent de sable devra être supérieur à 75%

La nature des fillers ne doit pas engendrer de réactions nocives à la bonne durabilité qui seront décelées par des essais au bleu de méthylène dont les résultats ne devront pas dépasser 1% sauf prescriptions contraires du CCTP.

16.1.2 gravettes

Elles seront de type d/D avec un refus sur le tamis de maille (D) et un tamisat sous le tamis de maille (d) inférieurs à 10% sauf prescription contraire du CCTP.

Les proportions maximales pondérables d'impuretés telles que vase, limon, argile et matières solubles susceptibles d'être éliminées par lavage et décantation dans les conditions définies au paragraphe 2.3 de la norme NM 10.1.021 sera de 2% pour le béton de classe B1, de 3% pour le béton de classe B2 et 5% pour les bétons de classes B3 et B4 sauf prescriptions contraires du CCTP. La dimension maximale des gravettes doit être compatible avec les dimensions de l'ouvrage à réaliser ainsi qu'il est défini au paragraphe 7.1.2.1 de la NM 10.01.008.

En outre, la dimension maximale de la gravette doit être choisie en tenant compte des dispositions réglementaires et de l'enrobage des armatures indiquées sur les plans et notes de calcul, l'enrobage étant fonction des conditions extérieures et intérieures en contact avec l'ouvrage.

Pour les cuves des réservoirs et autres ouvrages étanches dans la masse, et quel que soit l'indice dimensionnel de l'élément, la dimension maximale de la gravette utilisée pour la confection du béton ne doit pas dépasser 25 mm pour le béton coulé en place et 15 mm pour le béton projeté.

Pour le béton de classe B1 ou celui destiné à la construction d'ouvrages étanches, le coefficient volumétrique C_v sera le plus près possible de 0,40 et dans tous les cas supérieur à 0,20.

Le coefficient DEVAL de la pierre utilisée pour la production de gravillons concassés sera au moins égal à 10.

Les granulats seront inaltérables, résistants au gel-dégel, stables vis-à-vis de l'essai de réactivité alcali-granulats et devront présenter une compatibilité chimique avec le ciment ou autres constituants du béton qui ne mette pas en jeu la durabilité du béton produit.

Les conditions de stockage devront permettre de maintenir aussi constante que possible la teneur en eau des granulats compte-tenu des conditions particulières du site. Cette teneur ne devra cependant pas dépasser 8%.

16.2 : Liants

* Ciment

Le liant sera du ciment Portland composé de classe C.P.J 45 ou 35 (selon les types d'ouvrages et travaux à réaliser) satisfaisant aux conditions des normes NM 10.1.004, NM 10.1.005 et NM 10.1.162.

Les liants seront conservés dans des locaux ventilés secs et non exposés à l'humidité du sol.

Les approvisionnements devront être constitués et renouvelés de façon à avoir les quantités de ciment suffisantes pour assurer continuellement l'alimentation du chantier.

Chaque qualité de liant sera stockée séparément et correctement repérée: lieu d'origine, type, finesse de mouture, numéro de livraison et date de fabrication, seront soigneusement notés.

Si le liant est livré en sacs, ceux-ci seront stockés sous des abris secs, bien ventilés, à l'abri des intempéries, de capacité et de surfaces suffisantes pour un stockage et une manutention aisés; les planches servant de plancher de stockage doivent être placés à au moins 50 cm au dessus du sol. Pendant le transport par camion ou autre véhicule, les sacs seront recouverts d'une bâche étanche.

Le ciment en vrac, sera transporté à l'abri des agents atmosphériques et sera stocké en silos étanches.

Dans tous les cas, les ciments d'une même spécification proviendront d'une même usine.

Pour obtenir une teinte constante des parements des ouvrages destinés à rester bruts de décoffrage, la totalité du ciment nécessaire à la réalisation de ces ouvrages devra être approvisionnée.

Les ciments ne peuvent être mis en oeuvre qu'après ensilage d'une durée de 15 jours avant emploi. Les silos devront être équipés de pyromètre. La livraison en vrac est admise sous réserve d'une pesée précise du liant introduit dans le béton.

* Chaux

La chaux sera conforme à la norme Marocaine NM 10.01.006 et la NM 10.1.007.

Toutes les précautions doivent être prises pour que la livraison de la chaux soit faite dans les conditions permettant de préserver le produit de toute altération notamment de celle provenant de l'humidité.

La chaux livrée en sacs ou en fûts doit être stockée dans des hangars, à l'abri de l'humidité. La chaux livrée en

vrac doit être stockée dans des locaux abrités à ambiance.

* Ciments spéciaux

Dans les zones soumises à des actions particulières, susceptibles notamment d'entraîner des corrosions, ou à des températures différentes de l'ambiance normale, le CCTP prescrit l'emploi de ciments spéciaux pour éviter toute dégradation aux bétons et/ou mortiers.

NM 10.1.156 : Ciments pour travaux en eau à haute teneur en sulfates;

NM 10.1.157 : Ciments pour travaux à la mer;

NM 10.1.158 : Ciments à faible chaleur d'hydratation initiale et à teneur en sulfates limitée.

Autres ciments à caractéristiques spécifiques.

* Rebut des liants

Le liant vieilli ou rendu inutilisable par humidification par l'air ou toute autre raison sera mis au rebut. L'Entrepreneur devra débarrasser, à ses frais, le chantier du liant rebuté immédiatement après notification du procès verbal de rebut, faute de quoi le Maître de l'Ouvrage en assurera la mise aux décharges aux frais, risques et périls de l'Entrepreneur.

16.3 Eau de gâchage et de traitement des surfaces

L'eau de gâchage doit répondre aux caractéristiques de la norme NM 10.1.008 et particulièrement:

L'eau de gâchage ne devra pas contenir par litre plus de:

- 2 grammes de matières en suspension pour les bétons B1 et B2 et 5 grammes pour les bétons B3, B4, B4E et B5E.
- 5 grammes de sels dissous pour les bétons B1 et B2 et 10 grammes pour les bétons B3, B4, B4E et B5E.

Elle sera de l'eau douce (PH7).

La teneur en matières organiques, exprimée en oxygène, ne doit pas dépasser 0,02%, soit 0,2 g/l.

La teneur en sulfures et en sulfates, exprimée en SO₃, ne doit pas dépasser 0,3%, soit 3 g/l.

Le total des chlorures dans le mélange eau/granat/ciment ne devra pas dépasser 0,65% par rapport au poids de ciment.

Si à un moment quelconque, au chantier, ces conditions n'étaient pas remplies, l'Entrepreneur devra traiter l'eau de manière satisfaisante avant son utilisation.

L'eau destinée au traitement des surfaces sera conforme aux mêmes spécifications et ne devra pas tâcher les parements des ouvrages.

16.4 Adjuvants

Les adjuvants pour bétons, mortiers et coulis seront conformes aux normes marocaines suivantes:

- . NM 10.1.109 : Définitions, classification et marquage.
- . NM 10.1.110 : Accélérateurs de prise sans chlore
- . NM 10.1.111 : Accélérateurs de durcissement sans chlore

- . NM 10.1.112 : Fluidifiants
- . NM 10.1.113 : Hydrofuges de masse
- . NM 10.1.114 : Plastifiants
- . NM 10.1.115 : Réducteurs d'eau - Plastifiants
- . NM 10.1.116 : Entraîneurs d'air
- . NM 10.1.117 : Reconnaissance chimique des adjuvants
- . NM 10.1.118 : Détermination des temps de prise sur mortier
- . NM 10.1.100 à 108 : Essais des adjuvants pour mortiers et bétons

L'utilisation d'adjuvants sera soumise à l'approbation préalable du Maître de l'Ouvrage.

Celle-ci aura lieu aux conditions suivantes:

- Emploi d'un adjuvant conforme aux normes précitées ou ayant fait l'objet d'analyses de laboratoire et d'un agrément d'un organisme officiel de contrôle.

- Accord écrit du Maître de l'Ouvrage après demande d'approbation du produit (joindre échantillon, fiche technique, résultats d'analyse, agrément d'un organisme officiel de contrôle). Cette accord ne dégage en aucun cas la responsabilité de l'Entrepreneur quant au résultat final.
- Respect scrupuleux des conditions de dosage et de mise en oeuvre prescrites par le fabricant.

- Vérification de la compatibilité chimique avec le ciment utilisé.

Le Maître de l'Ouvrage se réserve le droit de demander tout essai conformément aux normes en vigueur, à la charge de l'Entrepreneur.

16.5 Aciers pour bétons armés

Les aciers pour armatures des ouvrages en béton armé seront conformes aux normes marocaines suivantes:

- Aciers ronds lisses : (Nuance Fe E 24): NM 01.04.095
- Acier à haute adhérence : (Nuance Fe E 40): NM 01.04.96.
- Treillis soudés :Fils en acier doux à haute limite élastique, obtenus par tréfilage, assemblés rigidement en mailles carrées ou rectangulaires: NF A 35-022 et NF A 35-018.

La catégorie, le diamètre nominal et la nuance de la classe des aciers constituant les armatures seront conformes aux indications précisées sur les plans et dessins "bon pour exécution".

Le remplacement éventuel d'un type d'acier (avant homologation) par un autre ne pourra être fait qu'après accord préalable et sur présentation d'une note justificative.

Les aciers seront stockés par lots, classés par diamètres et par nuances sur un sol propre et sec. Les barres déformées, recouvertes de goudron, de peinture, graisse ou terre seront refusées à moins de mise au propre.

Les treillis soudés seront livrés en panneaux ou rouleaux conformément aux normes en vigueur et fiches d'homologation.

Article 17 : Moellons et pierres pour maçonneries

17.1 Qualités générales des moellons de toute espèce et des pierres diverses

Les moellons de toute espèce seront durs, bien gisants, sans fils ni bousins, dégagés de toute gangue ou terre, propres. En outre, pour les usages exposés aux gels, les moellons ne devront pas être gélifs. Si le Maître de l'Ouvrage en reconnaît la nécessité, il pourra en exiger le lavage.

Les moellons devront rendre un son clair sous le choc du marteau. Ceux qui rendraient un son lourd, qui contiendraient des parties tendres ou s'écraseraient en grains sablonneux au lieu de se briser en éclats, à arêtes vives, seront rejetés.

Un échantillon type de chacune des natures de pierres employées sera déposé, aux frais de l'Entrepreneur, au bureau du Maître de l'Ouvrage ; sur chaque échantillon sera indiquée la provenance exacte.

Les moellons ne seront employés en parement qu'après avoir perdu leur eau de carrière.

17.2 Moellons ordinaires pour maçonnerie

Les moellons seront ébousinés à vif, leur préparation se fera sur le tas et consistera à faire disparaître, au marteau, les irrégularités qui s'opposeraient à une bonne liaison.

Ils auront au moins dix centimètres d'épaisseur (0,10m) sur vingt-cinq centimètres de queue (0,25m) pour les massifs, et trente centimètres (0,30m) de longueur pour les parements; pour les murs en élévation la longueur de queue sera comprise entre un tiers (1/3) et deux tiers (2/3) de l'épaisseur du mur et la superficie de la face destinée à être vue ne sera jamais inférieure à trois décimètres carrés (0,03m²) ; les faces des moellons en parements ne devront présenter, ni saillie, ni flache de plus de trois centimètres (0,03m), par rapport au nu des parements.

Le CCTP fixe les conditions auxquelles devront satisfaire les moellons pour voûtes, s'il y a lieu.

17.3 Moellons tétués

Les moellons tétués auront des arêtes sensiblement rectilignes. Les joints seront retournés d'équerre sur une profondeur de quinze centimètres (0,15m) sur les lits et dix centimètres (0,10m) sur les joints, leur queue variera entre vingt centimètres (0,20m) et trente centimètres (0,30m).

Les moellons tétués employés en parements vus, ne devront pas présenter de flache ou de saillie de plus de deux centimètres (0,02m) par rapport au plan du parement de l'ouvrage.

La hauteur d'assise ne sera pas inférieure à seize centimètres (0,16m). La plus petite longueur de face d'un moellon sera une fois et demie sa hauteur. Les moellons tétués destinés aux voûtes seront dressés en coupe sans démaigrissement sur toute la longueur de leur queue.

17.4 Moellons smillés

Les moellons smillés auront des arêtes vives et parfaitement dressées sans comporter, toutefois, le relevage d'arête au ciseau. Les joints seront retournés d'équerre sur une profondeur de sept à dix centimètres (0,07 à 0,10m) leur queue variera entre vingt centimètres et trente-cinq centimètres.

Les moellons smillés employés en parements ne devront pas présenter de flaches ou de saillies de plus d'un centimètre (0,01m) par rapport au plan du parement de l'ouvrage.

Ils devront présenter exactement les dimensions prévues aux dessins.

S'ils sont destinés aux voûtes, ils seront dressés en coupe sans démaigrissement, sur toute la longueur de leur queue.

Article 18 : Eléments préfabriqués pour maçonnerie et bordures de trottoirs

18.1 Briques en terre cuite

Les briques en terre cuite proviendront d'usines agréées par le Maître de l'ouvrage et seront conformes à la NM 10.01.042

18.2 Blocs de béton de ciment pour murs et cloisons

Les blocs en béton en béton seront conformes à la Norme Marocaine 10.1.009.

18.3 Corps creux en béton pour planchers de béton armé

Les corps creux seront conformes à la Norme Marocaine 10.1.010.

18.4 Eléments préfabriqués en béton de ciment pour bordures de trottoirs

Ils seront conformes à la norme marocaine NM 10.1.014.

Article 19 : Profiles de type waterstop pour joints de dilataion

Les joints profilés de type Waterstop ou similaire seront soit en bandes en PVC, soit en bandes en caoutchouc. Leurs caractéristiques sont fonction de leur lieu d'emploi et de l'importance des mouvements différentiels possibles. L'Entrepreneur fournira au Maître de l'ouvrage, avant toute livraison sur le chantier, pour chaque nature, un échantillon accompagné de la fiche technique du produit où figurent les caractéristiques dimensionnelles, mécaniques et chimiques, ainsi que les résultats d'essais prévus par les normes en vigueur et particulièrement les essais avant et après vieillissement accéléré en fonction des normes de produits.

Article 20 : Membranes d'étanchéité artificielle

Les membranes d'étanchéité artificielle, qu'ils soit en PVC, néoprène, feuilles imprégnées de bitume, ou tout autre matériau artificiel doivent être armés pour répondre aux différentes sollicitations mécaniques.

L'Entrepreneur remettra au Maître de l'Ouvrage tous les renseignements sur les caractéristiques des produits avec les références aux normes d'essais:

- Imperméabilité aux liquides et aux gaz ;
- Sensibilité à la lumière, à l'ozone, aux ultra-violets, au vieillissement ;
- Résistance aux agents chimiques: bactéries, moisissures, hydrocarbures ;
- Résistance mécanique : rupture, allongement à la rupture, résistance au déchirement, perforation, tenue au froid...
- Caractéristiques du produit de collage éventuel ;
- Tout autre élément permettant de juger de l'efficacité du matériau pour le court, moyen et long terme ;
- Qualité alimentaire (potabilité) pour les produits en contact avec l'eau destinée à l'alimentation humaine.

Article 21 : Eléments préfabriqués pour canalisations

21.1 Prescriptions générales - Références aux normes

Les produits préfabriqués (tuyaux, éléments d'ouvrages annexes, pièces spéciales: culottes, joints, raccords...) satisfont aux conditions générales suivantes:

- la surface intérieure doit être lisse. Les défauts de régularité de cette surface ne peuvent être admis que dans la mesure où il s'agit seulement d'irrégularités accidentelles et locales ne pouvant nuire à la qualité de la pièce et rentrant dans les limites de tolérance prescrites par les normes particulières. Aucune réparation de tels défauts ne doit être faite sans l'autorisation préalable du Maître de l'Ouvrage.
- Ils doivent résister d'une façon durable à toutes les sollicitations et à tous les facteurs extérieurs soit par la résistance propre du matériau, soit par des revêtements intérieurs ou extérieurs ci-après, soit par tout autre moyen approprié.
- Si le C.C.T.P a prescrit des revêtements intérieurs ou extérieurs, ces revêtements doivent assurer une protection durable en service des canalisations, compte tenu de la nature des eaux transportés et du milieu environnant. Ils doivent adhérer fermement et constituer une couche continue à la surface du matériau.
La surface intérieure, après revêtement, doit rester lisse.
- Les tuyaux, raccords, accessoires et autres éléments préfabriqués doivent être conformes aux exigences des normes suivantes et des normes auxquelles elles se réfèrent, ou normes équivalentes ou supérieures.

21.2 Eléments préfabriqués pour travaux d'assainissement

- 21.2.1** Tuyaux, accords et accessoires en fonte ductile pour canalisations d'assainissement avec pression positive (jusqu'à 6 bars) et avec pression négative: Norme européenne EN 598 - Décembre 1994 ayant le statut d'une norme française (indice de classement : A 48 820)
- 21.2.2** Canalisation en Béton Armé et non Armé pour canalisations d'assainissement: Norme marocaine NM 10.1.027
- 21.2.3** Tuyaux, joints et accessoires en amiante ciment pour réseaux d'assainissement enterrées: Normes marocaines NM 10.1.030 et NM 10.1.031
- 21.2.4** Eléments de canalisations en polychlorure de vinyle (PVC) non plastifié pour l'assainissement: Norme française NF P 16-352
- 21.2.5** Tuyaux et pièces accessoires en fonte, sans pression pour branchement d'assainissement - série à bouts unis, dite série UU: Norme française NF A 48-730 (Décembre 1987)
- 21.2.6** Tuyaux et accessoires en grès et assemblages de tuyaux pour les réseaux de branchement et d'assainissement: Norme française NF EN 295-1 (Février 1992) - Indice de classement P 16-321-1
- 21.2.7** Eléments de canalisations en grès - Dimensions et masses des raccords et pièces diverses: Norme française NF P 16-422 (Mai 1970)
- 21.2.8** Eléments fabriqués en usine pour boîtes de branchement en béton sur canalisations d'assainissement:
Norme française NF P 16-343 (Novembre 1990)

21.2.9 Eléments fabriqués en usine pour regards de visite en béton sur canalisations d'assainissement: Norme française NF P 16-342 (Novembre 1990)

21.2.10 Eléments de regards en amiante-ciment pour réseaux d'assainissement à écoulement gravitaire: Norme française NF P 16-305 (Janvier 1989).

21.3 Eléments préfabriqués pour canalisations avec pression

21.3.1 Eléments de canalisations en fonte ductile: Norme marocaine NM 01.4.047

21.3.2 Tuyaux joints et accessoires en amiante-ciment: Norme marocaine NM10.1.026

21.3.3 Tubes et raccords en PVC non plastifié: Norme marocaine NM 05.6.046

21.3.4 Prescriptions communes pour tuyaux pression en béton y compris joints et pièces spéciales: Norme française NF EN 639 (P 41-400)

21.3.5 Tuyaux pression en béton armé à âme en tôle y compris joints et pièces spéciales: Norme française NF EN 641 (P 41-402)

21.3.6 Tuyaux pression en béton précontraint, avec ou sans âme en tôle y compris joints et pièces spéciales: Norme française NF EN 642 (P 41-403)

21.3.7 Tuyaux pression en béton précontraint, avec ou sans âme en tôle y compris joints et pièces spéciales: Norme française NF EN 642 (P 41-403)

21.3.8 Tuyaux en polyéthylène haute densité pour distribution d'eau: Norme française NF T 54 063

21.3.9 Tubes en acier - tubes soudés destinés à être revêtus ou protégés pour canalisations d'eau: Norme française NF A 49 150

21.4 Eléments de jonction et bagues d'étanchéité préfabriqués

Les bagues d'étanchéité pour joints des canalisations seront en caoutchouc vulcanisé compact conforme à la norme française NF T 47-305 ou à l'ISO 4633, ou tout autre produit présentant des caractéristiques équivalentes ou supérieures.

Les joints seront étanches sous toutes les sollicitations mécaniques possibles dans les conditions d'essais et de service, les joints seront résistants contre la pénétration des racines et contre les attaques chimiques possibles.

Le Maître de l'Ouvrage se réserve le droit de refuser les tuyaux dont il juge le type de joint trop rigide ou susceptible de ne pas garantir l'étanchéité de la conduite posée sous les conditions de chantier.

La fourniture et la pose des joints, comprendra tous les matériaux et éléments nécessaires pour la confection complète des joints selon les prescriptions du producteur, y compris manchons, anneaux d'étanchéité, talon de butée, lubrifiant, décapant, appareil de tirage, de façonnage, de chanfreinage, d'alésage nécessaire pour les tuyaux de tous les diamètres fournis.

Les bagues d'étanchéité sont marquées selon le type de tuyau sur lequel elles doivent être utilisées, si une confusion paraît possible.

Article 22 : Dispositifs de couronnement et de fermeture des regards

Ces équipements doivent être conformes à la norme marocaine NM 10.9.020 qui définit 6 classes en fonction de la charge de contrôle (15 KN; 125 KN; 250 KN; 400 KN; 600 KN; 900 KN):

- **Classe A 15**: pour surfaces, aires utilisées exclusivement par les piétons et les cyclistes.
- **Classe B 125**: pour trottoirs ou surfaces comparables, tels que planchers de parking exclusivement accessibles aux véhicules de tourisme.
- **Classe C 250**: pour zones piétonnes, trottoirs, caniveaux dans les rues, accotements de routes et parkings accessibles aux poids lourds.
- **Classe D 400**: pour rues piétonnières, bandes routières, rues et routes.
- **Classes E 600 et F 900**: pour surfaces particulières telles que cours d'usines, zones portuaires, aéroports etc...

Les matériaux utilisés pour la fabrication des dispositifs de fermeture et de couronnement à l'exception des grilles, sont les suivants:

- a) fonte à graphite lamellaire
- b) fonte à graphite sphéroïdal
- c) acier moulé
- d) acier laminé
- e) l'un de ces matériaux a) b) c) d) en combinaison avec du béton
- f) béton armé (béton non armé exclu).

L'utilisation de l'acier laminé n'est admise que si une sécurité suffisante contre la corrosion est assurée; la nature de la protection requise contre la corrosion doit être agréée par le Maître de l'Ouvrage.

Les grilles doivent être fabriquées en:

- a) fonte à graphite lamellaire (grise)
- b) fonte à graphite sphéroïdal (ductile)
- c) acier moulé.

Le remplissage de tampons (couvercles) peut être réalisé en béton ou en tout autre matériau approprié et agréé par le Maître de l'Ouvrage.

Article 23 : Matériaux et produits pour revêtements et carrelages

Les matériaux pour revêtements et carrelages seront conformes aux conditions des normes marocaines de la série NM 10.6 (Bâtiment et génie civil - sols, revêtements et cloisons).

Article 24 : Matériaux pour l'étanchéité des toitures terrasses (feuilles à base de bitume oxyde)

Les matériaux pour l'étanchéité des terrasses doivent répondre aux spécifications figurant dans le Cahier des Prescriptions Communes applicables aux travaux d'étanchéité des toitures terrasses par feuilles d'étanchéité à base de bitume, établi par le Ministère des Travaux Publics.

Article 25 : Matériaux pour couvertures et bardages

Les plaques ondulées grandes ondes et accessoires en amiante-ciment doivent être conformes à la norme marocaine NM 10.3.006

Pour d'autres matériaux le CCTP indique les types et caractéristiques des produits.

Article 26 : Tuiles en terre cuite

Les tuiles en terre cuite doivent répondre aux caractéristiques du DGA - Article 19.

Article 27 : Aciers pour pièces métalliques

27.1 Aciers pour ferronnerie

Les aciers pour ferronnerie seront des aciers Thomas de qualité soudable, de nuance E.24 et présentant des caractéristiques égales ou supérieures aux valeurs suivantes:

- Limite d'élasticité garantie $> 24 \text{ kg/mm}^2$
- Contraintes admissibles en traction ou compression simple $> 16 \text{ kg/mm}^2$
- Contrainte admissible au cisaillement simple $> 10,4 \text{ kg/mm}^2$
- Allongement à la rupture $> 20\%$.

27.2 Aciers pour menuiserie métallique

Sauf spécifications contraires du CCTP, les menuiseries métalliques suivantes (liste non limitative), trappes, portes, fenêtres, aération à ailettes ou non, grillage de protection de fenêtres ou ouvertures, garde-corps, escaliers, main-courante, etc... seront exécutées avec des profilés, tubes et tôles normalisées, de dimensions standards courantes en acier de nuance A33 à 70, soudables neufs.

27.3 Aciers pour chaudronnerie

L'acier utilisé pour les tubes, raccords et pièces de chaudronnerie sera de l'acier soudable donnant une résistance à la rupture $R=37/44 \text{ kg/mm}^2$, avec un allongement A% satisfaisant à la formule $(R+2,5 A) > 98$ conformément à la norme NF A 36.203.

Les tubes seront pour l'ensemble des diamètres, des tubes soudés. Les pressions d'épreuves en usine correspondent à un taux de travail du métal égal à 80% de la limite élastique, elle-même égale à 60% de la limite de rupture. Ces pressions d'essai tiennent compte de la tolérance maximale en moins sur épaisseur théorique, la tolérance absolue sur épaisseur théorique sera conforme aux Normes Françaises en vigueur en restant toutefois comprise entre + ou - 0,5mm.

27.4 Boulons – rivets

Pour les boulons ordinaires, l'acier sera de la nuance AD telle que définie par la norme française NF A 35003.

Les rivets destinés aux assemblages des pièces en acier E 24 ou E 28, ou aux assemblages des pièces en acier E 24 ou E 28 avec des pièces en acier E 36, sont en acier A 37 R. Ceux destinés aux assemblages des pièces en acier E 36, sont en acier A 42 R.

Les boulons à serrage contrôlé sont fournis par des fabricants admis à la marque "NF-boulons à serrage contrôlé". Ils seront des boulons HR 10.9 et HR 8.8.

27.5 Métaux d'apport pour soudage à l'arc électrique

Les électrodes sont à enrobage basique. La recette des électrodes est effectuée par lot de même dénomination commerciale et de même diamètre.

Chaque lot fait l'objet des essais suivants:

- un essai de traction sur métal déposé sur moule
- un essai de pliage sur métal déposé sur moule
- trois essais de résilience sur métal déposé sur moule
- un essai de fissibilité (non fissuration).

27.6 Echelles et échelons

Les échelles et échelons seront en acier galvanisé ou en acier métallisé au zinc à chaud ou en fonte à graphite sphéroïdal ou en aluminium ou en tout autre matériau résistant à la détérioration notamment par oxydation. Ils sont constitués d'éléments de 0,025m d'épaisseur au moins.

27.7 Stockage

Les aciers sont stockés de manière à éviter tout contact avec le sol et toute déformation. Ils sont rangés selon leur nuance et leur qualité. Les profilés prépeints sont stockés à l'abri des intempéries.

Article 28 : Menuiserie - serrurerie - quincaillerie

Les matériaux pour menuiseries bois et pour quincaillerie doivent être conformes aux dispositions du Cahier des Prescriptions Communes applicables aux travaux du lot: Menuiserie bois-quincaillerie, établi par le Ministère des Travaux Publics.

Les normes et règlements de référence sont notamment:

- Les normes NM de la série 10.2 (Charpentes, menuiserie, serrurerie)
- Les normes NM de la série 13.6 (Bois et liège)
- DTU - Mémento pour les Maîtres d'oeuvre - Choix des fenêtres en fonction de leur exposition (DTU 36-1 / 37-1)
- DTU - 36.1 : Menuiserie en bois (décembre 84)
- Annexe commune aux DTU 36-1/37-1 : Caractéristiques dimensionnelles des baies dans le gros oeuvre destinées à recevoir des menuiseries (Février 85).

Article 29 : Electricite

Les produits d'électricité doivent répondre aux normes marocaines en vigueur:

- NM de la série 06.1 : Installations électriques
- NM de la série 06.3 : Conducteurs nus et isolés
- NM de la série 06.4 : Mesure - Commande - Régulation
- NM de la série 06.5 : Matériel produisant ou transformant l'énergie électrique
- NM de la série 06.6 : Appareillage - Matériel d'installation
- NM de la série 06.7 : Matériel utilisant l'énergie électrique.

A défaut de normes marocaines pour certains produits, il sera fait référence aux règlements de l'ONEE – Branche Électricité ou à défaut aux règlements ou normes françaises ou normes équivalentes ou supérieures:

D'une façon générale, les matériels et matériaux doivent répondre aux règlements ou spécifications

techniques générales ou fondamentales correspondant à l'usage auquel ils sont destinés.

Article 30 : Plomberie – Sanitaire

Il sera fait application des normes marocaines de la série 10.4 (Plomberie-Sanitaire). A défaut de normes marocaines pour certains produits, il sera fait référence aux règlements des régies de distribution ou au cahier des charges ONEE - Branche EAU ou à défaut aux règlements ou normes françaises ou normes équivalentes ou supérieures:

La nature et la qualité des matériaux constitutifs des canalisations sont adaptées à la qualité des eaux transportées.

L'installation est conforme au DTU concernant les travaux de plomberie et sanitaire pour bâtiments à usage d'habitation.

La robinetterie est de modèle robuste et de la première qualité dans la série courante, en provenance de la même marque.

Les dimensions des canalisations et de robinetterie sont déterminées de manière à satisfaire, selon le nombre de points à alimenter, aux prescriptions de la norme française relative aux travaux de plomberie et d'installation sanitaire.

Les appareils sanitaires sont conformes au Document Technique Unifié les concernant (grès émaillé ou porcelaine vitrifiée) de même apparence et de même marque et en nombre suffisant pour satisfaire à la réglementation du travail.

Les descentes des eaux pluviales sont, au-dessus du niveau du sol, constituées de matériaux non susceptibles de déformation sous les chocs.

Les appareils sanitaires sont en grès émaillé ou en porcelaine vitrifiée, tous de même apparence et de même marque.

Le choix des modèles est soumis à l'agrément du Maître de l'Ouvrage.

La robinetterie est de modèle robuste et de la première qualité dans la série courante, en provenance d'une marque unique.

Article 31 : Peintures

Les peintures et vernis doivent être conformes aux dispositions du Cahier des Prescriptions Communes applicables aux travaux de peinture en Bâtiment:

Les normes et règlements de référence sont notamment:

- Les normes NM de la série 03.3 (Peintures - Pigments - vernis)
- DTU 59-1 (Travaux de peinture - Nov.78)

Les systèmes de peinture et leur épaisseur seront soumis à l'agrément du Maître de l'Ouvrage. Dans tous les cas, l'Entrepreneur est seul responsable du choix de ses produits et de ses fournisseurs.

L'Entrepreneur prépare les échantillons qui lui sont demandés notamment pour le choix des couleurs et le mode d'application (brosse, rouleau, projections,...).

Le CCTP arrêtera éventuellement d'autres dispositions.

Chapitre III : Mode d'exécution des travaux

Article 32 : Organisation des chantiers et conduite des travaux

32.1 L'Entrepreneur doit, sous sa responsabilité, organiser ses chantiers de manière à les débarrasser des eaux de toutes natures (eaux pluviales, eaux d'infiltration, eaux de source ou provenant de fuites de canalisations, etc...), à maintenir les écoulements, et à prendre les mesures utiles pour que ceux-ci ne soient pas préjudiciables aux fondations et ouvrages susceptibles d'être intéressés. Il est tenu d'avoir sur le chantier ou à sa disposition, les moyens d'épuisement nécessaires. Il soumet au Maître de l'Ouvrage les dispositions envisagées, notamment sur le matériel à adopter, s'il y a lieu à épuisement par pompage. Le Maître de l'Ouvrage peut limiter ou interdire les épuisements s'ils sont de nature à entraîner des désordres à des installations voisines et exiger d'autres procédés.

32.2 Pour qu'aucun dommage ne soit causé aux canalisations, conduites, câbles, ouvrages de toutes sortes rencontrés pendant l'exécution des travaux, l'Entrepreneur prend toutes dispositions utiles, par le soutien de ces canalisations ou conduites. Si le C.C.T.P ne les a pas précisées, il propose au Maître de l'Ouvrage les mesures à adopter.

En cas de dommages à un réseau, l'Entrepreneur doit informer d'urgence l'exploitant du réseau et en rend compte au Maître de l'Ouvrage.

32.3 En outre, l'Entrepreneur se conforme aux conditions que certaines administrations (Municipalités, PTT, Régies de distribution d'eau et d'électricité, ou d'autres services publics) jugeraient nécessaires, tant en vue de la sécurité que dans le but d'éviter des troubles dans le fonctionnement des services publics.

Si l'Entrepreneur estime que les conditions ci-dessus visées excèdent ses obligations, il demande au Maître de l'Ouvrage de les confirmer par un ordre de service.

Avant tout commencement d'exécution de tout ou partie de son chantier, l'Entrepreneur doit aviser les autorités et services intéressés, ainsi que les propriétaires des parcelles traversées.

En cours de travaux, en cas d'existence de réseaux voisinant ou traversant les fouilles, l'Entrepreneur prend toutes dispositions utiles pour aviser les services concernés dans les moindres délais et assurer si nécessaire, la protection de ces réseaux.

32.4 Si au cours du piquetage ou en cours de travaux, l'Entrepreneur décèle une impossibilité d'exécution, il la signale immédiatement par écrit au Maître de l'Ouvrage et au cas où ce dernier le lui demande, soumet à son agrément les pièces techniques modifiées pour la partie des travaux intéressés.

32.5 L'Entrepreneur est tenu de porter à la connaissance du Maître de l'Ouvrage tout élément qui, au cours des travaux, lui apparaîtrait susceptible de compromettre la tenue des ouvrages.

32.6 L'Entrepreneur fournit et entretient à ses frais, sous son entière responsabilité, les matériels et engins de toute nature, nécessaires à l'exécution complète des travaux.

Il doit supporter toutes les sujétions relatives à la mise en place et au fonctionnement de son matériel, sans pouvoir réclamer aucune indemnité pour quelque cause que ce soit, sauf en cas de force majeure dûment justifiée.

Il est précisé que tous les ouvrages provisoires et matériels à mettre en place pour assurer l'écoulement des eaux usées et/ou pluviales et pour le drainage et l'épuisement des eaux sont à la charge de l'Entrepreneur tant en ce qui concerne les fournitures que les travaux, sauf indications contraires du CCTP.

Pour tous les travaux exécutés et à tous les points de vue, l'Entrepreneur sera entièrement responsable des accidents, dommages ou préjudices quelconques qui pourraient, par manque de précautions ou par la faute de ses ouvriers et employés, être occasionnés à son personnel ; à son matériel, à ses travaux, aux particuliers occupant la voie publique, aux passants, aux riverains et à leurs immeubles et à n'importe quelle personne.

L'Entrepreneur sera en particulier responsable des dégâts de toutes sortes qui pourraient résulter de l'emploi d'engins utilisés pour les terrassements ou les démolitions, ainsi que des éboulements qui pourraient survenir dans les fouilles.

L'Entrepreneur sera également responsable de tous les câbles, canalisations et ouvrages rencontrés dans le sol. Il devra les respecter, les faire réparer s'il les dégrade, payer les indemnités éventuelles qui lui seraient réclamées pour interruption de service ou accidents et d'une manière générale, faire son affaire de toutes les réclamations faites à ce sujet.

Il est expressément stipulé que pour tout ce qui concerne les points précisés ci-dessus et pour tout ce qui concerne l'organisation du chantier, le mode d'exécution des travaux et le respect des normes et règles de sécurité, le Maître d'Ouvrage et ses agents sont entièrement déchargés de toute responsabilité.

Les prix du marché seront considérés comme tenant compte implicitement de tous faux-frais, dépenses et sujétions occasionnés par les mesures de tous ordres résultant de l'exécution des travaux prévus. Les obligations ci-dessus énumérées ne pourront en aucun cas donner lieu à des indemnités.

Article 33 : Opérations préliminaires et sujétions diverses

33.1 Généralités pour le calcul des ouvrages et de l'exécution des fouilles

Le calcul des ouvrages et l'exécution des travaux sont réalisés conformément aux règlements en vigueur.

L'entrepreneur vérifie la stabilité et la résistance des ouvrages dans les conditions les plus défavorables, compte tenu notamment de la nature et de la qualité du sol, des conditions d'exécution, des fluctuations éventuelles de la nappe phréatique des charges et surcharges et des conditions d'exploitation des ouvrages.

Les tolérances sur la stabilité des ouvrages, l'ajustement des niveaux et la précision dans la réalisation des surfaces sont fixés en tenant compte de la destination des ouvrages.

En fonction des résultats des sondages et essais de sol, l'Entrepreneur détermine sous sa responsabilité les types et caractéristiques des fondations. Il justifie les dispositions adoptées dans la note de calcul qu'il doit établir et soumettre au visa du Maître de l'Ouvrage avant tout début d'exécution des travaux.

L'entrepreneur détermine l'emprise et la stabilité des fouilles et procède à tous les étaitements et blindages nécessaires. Il assure si besoin est l'assèchement des fouilles, soit par épuisement, soit par construction d'ouvrages provisoires pour assurer l'évacuation des eaux.

La prise en compte des conditions géotechniques dans l'établissement du projet est complétée pendant les travaux. Ce suivi est adapté à l'importance des risques géotechniques.

Lorsque, au cours des travaux des objets ou des vestiges pouvant avoir un caractère archéologique sont découverts, l'Entrepreneur doit en aviser aussitôt le Maître de l'Ouvrage, ne pas déplacer les objets ou vestiges demeurés en place et mettre en lieu sûr ceux qui seraient détachés du sol.

33.2 Fouilles pour les installations de l'Entrepreneur

Les fouilles nécessaires pour les installations de chantier et d'une manière générale pour toute construction relevant de la seule responsabilité de l'Entrepreneur ne doivent être entreprises qu'après qu'il ait examiné les points suivants:

- Effets des excavations sur les ouvrages existants ou à construire.
- Conséquences de ces travaux sur la stabilité des talus et des structures voisines.
- Lieu de dépôt ou de décharge des matériaux provenant des fouilles.
- Effets sur les conditions d'écoulement de l'eau et sur l'aspect final du site.

Le Maître de l'Ouvrage pourra imposer certaines restrictions et conditions relatives aux procédés employés et à l'emploi éventuel des explosifs.

33.3 Travaux de reconnaissance - vérification du projet

A compter de la date prescrivant le démarrage des travaux par ordre de service, une reconnaissance de l'emplacement des ouvrages sera faite contradictoirement et comporte la vérification de la conformité de la plate-forme livrée à l'Entrepreneur aux pièces du marché. Un procès-verbal sera dressé à l'issue de cette reconnaissance.

Avant de procéder à l'exécution du piquetage général, l'Entrepreneur procède à la reconnaissance des canalisations, câbles ou autres ouvrages souterrains qu'ils soient montrés ou non sur plans. A cet effet, et pour permettre le repérage précis de ceux-ci, l'Entrepreneur doit prendre contact avec les administrations et organismes concernés et exécuter éventuellement des tranchées de reconnaissance.

Des repères de nivellement rattachés aux bornes du nivellement général seront posés à proximité des ouvrages existants par les soins de l'Entrepreneur. Un plan indiquant l'emplacement de ces repères et leurs côtes sera remis au Maître d'Ouvrage.

L'Entrepreneur devra, sous sa responsabilité, vérifier si les indications du projet sont conformes à l'état des lieux et s'il peut appliquer les dispositions du projet, compte tenu des modifications apportées éventuellement à l'état des lieux depuis l'exécution des études, et/ou compte tenu des éléments apportés par les tranchées de reconnaissance éventuelles ou par les informations qu'il aura recueillies.

Au cas où la reconnaissance fait apparaître l'impossibilité de réaliser le projet prévu, l'Entrepreneur se conformera aux instructions du Maître de l'Ouvrage.

Toutes les études topographiques seront présentées à temps pour permettre d'étudier les modifications au projet reconnues nécessaires.

33.4 Piquetage général - dossiers d'exécution

Le piquetage sera effectué par l'Entrepreneur au moyen de piquets numérotés solidement fixés au sol et dont les têtes seront, sauf indications contraires du CCTP, raccordées en plan et altitude aux coordonnées NGM.

La reconnaissance de ce piquetage sera sanctionnée par un procès verbal.

Lorsque le Maître de l'Ouvrage notifie le procès verbal de piquetage, L'Entrepreneur procède à l'établissement des dossiers d'exécution qu'il soumettra à l'approbation du Maître de l'Ouvrage, accompagnés des notes de calcul, les plans, les schémas ainsi que les plans de détail nécessaires (points spéciaux...).

33.5 Piquetage complémentaire

L'Entrepreneur est tenu de compléter le piquetage général par autant de piquets qu'il est nécessaire pour déterminer sur le terrain la hauteur ainsi que la limite des déblais et des remblais, l'intersection des talus avec le terrain naturel, les banquettes, les fossés etc...

Les piquets implantés au titre du piquetage complémentaire doivent pouvoir être distingués de ceux qui ont été posés au moment du piquetage général. Ils sont rattachés en plan et altitude comme ceux du piquetage général aux-mêmes repères du projet.

L'Entrepreneur est seul responsable des opérations de piquetage, nonobstant les vérifications éventuelles faites par le Maître de l'Ouvrage.

33.6 Conservation des piquetages

L'Entrepreneur est tenu de veiller à la bonne conservation de tous les piquets et repères, de les rétablir ou de les remplacer si nécessaire.

En cas de besoin, leur report en dehors de l'emprise des travaux est effectué par les soins de l'Entrepreneur, à ses frais et sous sa seule responsabilité.

Cette opération ne peut cependant être effectuée qu'après avoir avisé, par écrit le Maître de l'Ouvrage à l'avance.

33.7 Déplacement des canalisations et réseaux divers existants

L'Entrepreneur est censé connaître toutes les difficultés et sujétions susceptibles d'être rencontrées lors de l'exécution des travaux et qu'il aura la charge entière des dommages et intérêts relatifs aux accidents survenus aux installations d'eau, de gaz, téléphone, électricité, lignes aériennes ou souterraines qui pourraient être endommagées par son entreprise, ainsi que des dommages et intérêts causés à des tiers par ces accidents.

L'Entrepreneur devra s'accommoder au mieux de la position des réseaux et obstacles qu'il rencontrera.

Lorsqu'un déplacement aura été reconnu nécessaire par le Maître d'Ouvrage, l'Entrepreneur devra prendre toute disposition pour que les déplacements soient réalisés en coordination avec son propre chantier compte tenu des délais impartis à :

- La réalisation d'une étude par les administrations et organismes concernés et la présentation par ceux-ci au Maître d'Ouvrage d'un planning d'exécution,
- La réalisation des fournitures et travaux par les administrations et organismes concernés ou un entrepreneur de leur choix, en coordination avec son propre chantier.

A l'initiative du Maître d'Ouvrage, l'Entrepreneur pourra être convoqué à des réunions de coordination de son planning et de celui présenté par les administrations et organismes concernés.

Le Maître d'Ouvrage se réserve la possibilité de demander à l'Entrepreneur de modifier son planning pour le coordonner avec celui des concessionnaires concernés.

Lorsque l'Entrepreneur constatera un retard dans l'exécution des travaux de déplacement de réseaux divers, susceptible de perturber son propre planning, il en avisera immédiatement le Maître de l'Ouvrage par écrit, en exposant les raisons de ce retard, sa durée probable et les mesures qu'il conviendrait de prendre pour y remédier en proposant un nouveau planning d'exécution.

A défaut, pour l'Entrepreneur, de satisfaire à cette prescription ou d'avoir saisi suffisamment tôt le Maître d'Ouvrage de la nécessité d'un déplacement des réseaux divers, l'Entrepreneur sera tenu responsable des retards apportés à son propre chantier.

33.8 Signalisation et protection du chantier

Avant de commencer un travail sur route circulée ou même en bordure de chaussée, le balisage et les panneaux de signalisation temporaire de chantier sont mis en place.

Pour être efficace, la signalisation temporaire est adaptée, cohérente, crédible, lisible et stable.

La signalisation est :

adaptée au chantier afin d'assurer la sécurité du personnel et des usagers,

cohérente pour ne pas donner des instructions contradictoires avec celle de la signalisation permanente,

crédible, la nature et la position des panneaux doivent évoluer en fonction des risques et de l'avancement du chantier,

lisible, éviter la concentration de panneaux ; ne pas les placer trop près du sol,

stable, caler afin de supporter notamment les effets des conditions atmosphérique et de la circulation.

Selon la nature, l'importance, la durée et le voisinage, les chantiers sont isolés du public et protégés par des balustrades ou autres dispositifs.

Article 34 : Travaux préalables aux terrassements

34.1 L'Entrepreneur doit exécuter l'arrachage des arbres, taillis, broussailles et haies situés dans l'emprise des terrassements.

Les broussailles et taillis seront rassemblés et détruits sur place ou ailleurs au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Si cette destruction est effectuée par incinération, l'Entrepreneur devra prendre à sa charge et sous sa responsabilité les mesures de sécurité prescrites par le service Local de la Protection Civile qu'il consultera à cet effet.

Les produits d'arrachage, d'abattage et de dessouchage demeureront la propriété du Maître de l'Ouvrage sauf avis contraire spécifié dans le CCTP.

Il seront rassemblés sur les emplacements précisés au CCTP ou à défaut par le Maître de l'Ouvrage sur la requête de l'Entrepreneur.

L'extraction et l'enlèvement des souches mises à jour au cours des terrassements incombent à l'Entrepreneur dans les conditions précitées.

L'incinération des souches pourra être prescrite par le Maître de l'Ouvrage.

34.2 Les démolitions des constructions existantes seront exécutées, sauf avis contraire du Maître de l'Ouvrage ou indications contraires du CCTP, jusqu'à une profondeur de cinquante (50) centimètres au-dessous du niveau du fond de fouille du projet.

Les matériaux provenant des démolitions seront rassemblés avec soin pour être réutilisés selon les indications précisées par le CCTP ou selon les instructions du Maître de l'Ouvrage ou à défaut évacués à la décharge publique la plus proche, ce transport étant à la charge de l'Entrepreneur.

Tous les vides, tels que puits, caves, excavations etc... seront comblés avec des matériaux de remblais agréés par le Maître de l'Ouvrage et compactés méthodiquement pour obtenir un degré de compactage compatible avec la nature de l'ouvrage.

34.3 L'Entrepreneur ne pourra commencer les terrassements avant qu'il n'ait fait constater et accepter par le Maître de l'Ouvrage l'exécution des travaux préalables énumérés au présent article.

Cette acceptation doit être obligatoirement mentionnée sur le cahier de chantier.

Article 35 : Mouvement des terres

35.1 Cas général

35.1.1 Le mouvement des terres s'effectue en principe par réutilisation des déblais en remblais. Les excédents de déblais ainsi que les déblais impropres à la confection des remblais, sont mis en dépôt définitif.

Les remblais complémentaires proviennent d'emprunts.

Le recours aux déblais et remblais hors profil du projet, sous forme de surlargeur, doit être soumis à l'agrément du Maître de l'Ouvrage.

35.1.2 S'il apparaît au cours de l'exécution des travaux que la nature des matériaux provenant des déblais et des emprunts est incompatible avec les prescriptions du présent CCTG ou du CCTP relatives à la qualité et aux conditions d'exécution des remblais, l'Entrepreneur doit en informer le Maître de l'Ouvrage et lui soumettre des propositions de modifications de la provenance des remblais.

35.2 Tableau de correspondance des terres

Le tableau de correspondance des terres définit la destination générale de chaque nature de déblais ou d'emprunts.

Il est établi par l'Entrepreneur et soumis à l'agrément du Maître de l'Ouvrage.

35.3 Plan de mouvement des terres

Le "plan de mouvement des terres" définit dans l'espace les mouvements et la localisation finale de

chaque volume isolable de déblai ou d'emprunt considéré individuellement. Il tient compte éventuellement des prescriptions du "tableau de correspondance des terres".

Il est obligatoirement établi par l'Entrepreneur si le CCTP le prescrit.

Ce plan est soumis à l'agrément du Maître de l'Ouvrage dans le délai fixé dans le CCTP.

L'Entrepreneur procède à la mise au point du plan de mouvement des terres en fonction des résultats obtenus sur les chantiers toutes les fois que le Maître de l'Ouvrage le demande.

Article 36 : Emprunts et dépôts

36.1 A défaut de stipulation du CCTP, le choix des lieux d'emprunt ou de dépôt est laissé à l'initiative de l'Entrepreneur, sous réserve de l'agrément du Maître de l'Ouvrage. Sauf disposition contraire du CCTP, cet accord devra être sollicité huit jours avant le début de l'exploitation de l'emprunt ou du dépôt. La demande devra être accompagnée si le Maître de l'Ouvrage le juge nécessaire:

- d'une justification de la qualité des matériaux en regard des prescriptions relatives à la qualité des matériaux pour ce qui concerne les emprunts. Les frais de sondage et d'analyses étant à la charge de l'Entrepreneur.
- des autorisations d'occupation pour les dépôts, et d'extraction pour les emprunts, délivrées par le propriétaire du terrain.

36.2 D'une manière générale, l'Entrepreneur devra respecter les règles ci-après:

- les crêtes des talus des fouilles doivent être suffisamment éloignées des limites d'emprise du domaine public du projet et de toutes autres voies publiques. Dans tous les cas, l'Entrepreneur se conformera aux instructions des services concernés.
- Dans le cas de réalisation de digues, les fouilles pour emprunts ne pourront être creusées en dessous du niveau supérieur de la digue terminée dans les sections en déblai ou du pied de talus des digues dans les sections en remblais.

36.3 Les déblais portés à la décharge pourront être déposés:

- Soit au contact des profils en remblai si le Maître de l'Ouvrage le prescrit ou l'autorise. Ils seront alors réglés, compactés et talutés conformément aux spécifications applicables aux remblais du projet. Leur surface supérieure sera réglée à une cote au plus égale en tous points à celle de la crête du talus de remblai du projet.
- Soit suffisamment éloignés en tous points des limites de crête des talus de déblai des routes ou chemins existants ou faisant l'objet des travaux sauf dans les talwegs ou écoulements d'eau. Dans tous les cas, l'Entrepreneur se conformera aux instructions des services concernés.

36.4 L'Entrepreneur devra veiller à ce que les emprunts et dépôts ne compromettent pas la stabilité des massifs naturels, ne doivent pas gêner l'écoulement des eaux ni les travaux ultérieurs, ni ne risquent du fait de leur entraînement par les eaux ou pour toute autre raison de causer des dommages aux personnes et aux biens publics ou privés. Dans ce cas, l'Entrepreneur serait entièrement responsable de ces dommages.

Les décharges qui resteront visibles après la fin des travaux seront talutées de façon uniforme selon des

pentent raisonnables, le tout étant à la charge de l'Entrepreneur.

- 36.5 Le Maître de l'Ouvrage pourra s'opposer à l'exécution d'emprunts ou dépôts susceptibles de nuire à la qualité de l'environnement et à l'écoulement des eaux, sans que l'Entrepreneur puisse de ce fait prétendre à aucune rémunération supplémentaire, ni aucune indemnité.
- 36.6 L'acquisition ou les indemnités pour occupation des terrains affectés aux dépôts ou décharges, ainsi que de ceux nécessaires aux emprunts, restent à la charge de l'Entrepreneur.

Article 37 : Préparation des emprises de déblais et emprunts

Les emprises de déblais et emprunts seront soigneusement décapées et purgées de tous les produits impropres à une réutilisation en remblai ou éventuellement en revêtement de talus.

Le décapage comprend notamment l'enlèvement des herbes et de la terre végétale.

Les produits de décapage impropres seront mis en dépôt définitif. La terre végétale pourra toutefois être mise en dépôt provisoire en vue d'une réutilisation éventuelle si le CCTP ou le Maître de l'Ouvrage le prescrit.

Article 38 : Evacuation des eaux

Pendant l'exécution des déblais, l'Entrepreneur est tenu de conduire les travaux de manière à éviter que les profils ou que les déblais à utiliser en remblais soit dégradés ou détremés par les eaux de pluie.

Si la topographie des lieux permet une évacuation gravitaire des eaux, l'Entrepreneur devra maintenir une pente suffisante à la surface des parties excavées et exécuter en temps utile des saignées, rigoles, fossés et ouvrages provisoires nécessaires à l'évacuation des eaux lors des excavations. Si à défaut de respecter cette prescription, il est conduit en cours de travaux à procéder à une évacuation par pompage, les frais correspondants restent à sa charge. Il doit en plus, entretenir en état les ouvrages destinés à l'évacuation des eaux.

Article 39 : Exécution des fouilles

39.1 Généralités

L'Entrepreneur prend les dispositions utiles pour éviter tous les éboulements et assurer la sécurité du personnel, conformément aux règlements en vigueur, si nécessaire, en talutant, en étayant, blindant ou confortant la fouille par tous moyens adaptés à la nature du sol (plinthes, boisage semi-jointif, jointif, doublement jointif, palplanches et blindages mécaniques,...).

Au cours des travaux, il veille à ce que le dépôt de déblais et la circulation des engins ne puissent provoquer d'éboulement.

Dans le cas de sol fluents, ou susceptibles de le devenir au cours des travaux, le blindage doit être jointif.

Les terres en excédent ou impropres aux remblaiements sont évacuées aux décharges, sauf dispositions contraires du CCTP ou avis contraire du Maître de l'Ouvrage.

Si le fond de fouille n'a pas une consistance suffisante, permettant d'assurer la stabilité des ouvrages ou et du remblai, l'Entrepreneur en informe le Maître de l'Ouvrage, lequel procède aux constatations nécessaires et arrête les mesures à prendre.

Lors de l'exécution des fouilles, il faut éviter le remaniement du fond de fouille, en particulier en cas de sols sensibles (argile, sable de faible densité).

Dans le cas où l'instabilité peut être provoquée par les travaux de creusement d'une tranchée de canalisation dans une pente en équilibre précaire, il faut surtout si la tranchée est perpendiculaire à la pente :

- limiter la tranchée, à une profondeur minimale,
- procéder à un terrassement par tronçons de longueur limitée,
- prévoir si besoin est, un soutènement provisoire, mis en place avant terrassement et déplacé au fur et à mesure du remblaiement de la tranchée,
- éviter au maximum toute accumulation d'eau autour de la canalisation,
- dans le cas extrêmes, on pourra envisager la mise en place de la canalisation à l'intérieur d'un fourreau préalablement mis en place par forage.

39.2 Ouverture des fouilles

Lorsqu'une fouille est ouverte sous route, trottoir ou chemin, l'Entrepreneur commence par découper avec soin, sur l'emprise de la fouille, les matériaux qui constituent le revêtement ainsi que ceux de la fondation, sans ébranler ni dégrader les parties voisines. En présence de revêtement par enrobé, la découpe sera effectuée par sciage.

- Les matériaux sont triés et déposés parallèlement à la fouille de façon qu'ils ne puissent se mélanger, ou transportés aux dépôts provisoires ou évacués aux décharges.
- Le long des voies qu'il désigne, les déblais sont enlevés au fur et à mesure de leur extraction et mis en attente avant leur emploi pour remblaiement.
- Les canalisations existantes ou éléments de bordures de trottoirs existants à déposer seront soigneusement mis en dépôts provisoires pour leur réutilisation éventuelle ou évacués aux décharges pour les éléments non récupérables.

L'Entrepreneur doit fournir et entretenir des passerelles à ses propres frais et dépenses, à tous les points de croisement des passages pour piétons et là où, de l'avis du Maître de l'Ouvrage, les conditions de circulation l'exigent. Les passerelles doivent avoir 120 cm de large au moins et être munies de garde-fous et montants en bois préparés.

Lorsqu'une fouille est ouverte dans un terrain boisé, l'Entrepreneur doit procéder aux travaux préalables décrits à l'Article 34.

Dans les terrains libres ou de culture, les emprises de terrassements sont soigneusement décapés de toute terre arable et végétale, conglomérats et autres éléments indésirables. Les racines, souches, tronçons enterrés, détritiques et les autres matériaux indésirables, de l'avis du Maître de l'Ouvrage, sont enlevés au cours de l'exécution des fouilles afin d'éviter leur inclusion dans le matériau de remblai. Un drainage continu de toutes les zones décapées doit être assuré afin d'éviter la formation d'étangs ou de marais.

Sauf indications contraires du CCTP, en terrain de culture ou en prairie, la terre végétale doit être décapée et le gazon éventuel doit être mis en mottes. Ces matériaux sont entreposés à proximité des travaux pour mise en oeuvre future au titre du Marché. Aucun paiement additionnel ne sera fait pour le stockage ou le nouveau déplacement du matériau.

39.3 Largeur et fond des tranchées pour canalisations préfabriquées

La largeur nominale de la tranchée en tout terrain sera définie comme suit :

Diamètre nominal de la conduite	Largeur nominale de la tranchée
DN ≤ 150	0,60 m
150 < DN ≤ 300	DN + (2 x 0,25m)
300 < DN ≤ 500	DN + (2 x 0,30m)
DN ≥ 500	DN + (2 x 0,40m)

Pour le calcul des volumes des terrassements, les parois de la tranchée sont considérées verticales.

L'épaisseur du remblai sur la génératrice extérieure de la conduite ne peut être inférieure à 0,80m en terrain ordinaire et 0,50m en terrain rocheux.

Si l'entrepreneur estime nécessaire en fonction de la nature du terrain, emplacements des niches pour la confection des joints ou toute autre raison de donner une largeur supérieure à celle définie ci-dessus ou/et un fruit aux parois de la tranchée, le volume de terrassement supplémentaire sera à sa charge.

39.4 Les passages de canalisations dans une digue

L'Entrepreneur mettra en oeuvre des systèmes de raccordement suffisamment souples pour permettre les tassements différentiels. Au passage d'une digue, elles seront placées dans des tranchées faites dans la terre compactée et entourées de béton vibré qui assure un contact intime entre les deux matériaux.

39.5 Surprofondeur

Toute surprofondeur du fond de fouille du fait de l'Entreprise doit être remblayée soigneusement et damée par couches successives à la charge de l'Entrepreneur. Le matériau de remplissage doit être soumis au préalable à l'agrément du Maître de l'Ouvrage.

39.6 Drainage et consolidation du fond de fouille

Lorsqu'il y a lieu d'assainir les fonds de fouille en raison de l'instabilité des sols aquifères et des risques d'affouillement par des eaux incluses, l'Entrepreneur exécute les drainages nécessaires et procède à la consolidation des fouilles suivant les indications du Maître de l'Ouvrage.

39.7 Rabattement de la nappe

Lorsqu'il se trouve au dessous de la nappe phréatique, l'Entrepreneur doit prendre toutes les dispositions nécessaires pour rabattre la nappe à un niveau compatible avec la nature des travaux ou du type d'ouvrage. A cette fin, il peut procéder au moyen de pompes ou mieux, si le terrain s'y prête, par rabattement de la nappe et essorage à l'aide de pointes filtrantes.

L'abaissement du niveau de la nappe ainsi que sa remontée en fin de travaux sera aussi progressive que possible.

Il appartiendra à l'Entrepreneur de reconnaître au préalable la position de la nappe et la granulométrie des terrains pour adapter ses moyens d'épuisement.

L'Entrepreneur a le libre choix des matériels et procédés techniques à utiliser pour exécuter les travaux de rabattement. Il remet au Maître de l'Ouvrage un programme de travaux indiquant :

- la méthode de rabattement retenue,
- les caractéristiques du matériel utilisé,
- les phases successives de rabattement,
- l'implantation des pointes ou puits filtrants,
- la constitution des filtres,
- les mesures prises pour éviter toute remontée intempésive de la nappe.

Lorsque le rabattement de nappe ne peut être utilisé parce que le terrain ne s'y prête pas ou qu'il risque d'occasionner des dommages à l'environnement, il est fait appel aux techniques spéciales :

- injections de traitement de sol,
- congélation.

39.8 Exécution éventuelle des palplanches

39.8.1 Plan d'exécution des rideaux de palplanches - note de calcul

L'Entrepreneur soumettra au visa du Maître d'Oeuvre, et préalablement à tout commencement des travaux :

- les plans d'exécution des rideaux de palplanches comportant l'indication des liernes et des butons ainsi que la fiche des palplanches et les points particuliers (angles, trous, etc...),
- la note de calcul des rideaux de palplanches tenant compte des hypothèses géotechniques déduites des résultats des sondages et qui auront reçu un accord préalable du Maître d'Ouvrage,
- la notice du fabricant de palplanches indiquant clairement la nature et la qualité de l'acier des palplanches, les caractéristiques mécaniques des palplanches, les palplanches de raccord ou d'angle, les longueurs fournies et la technologie des assemblages,
- le plan de battage des palplanches tenant compte notamment du comportement réel des palplanches lors du battage et indiquant là où les palplanches seront battues une par une et là où elles seront battues par paire,
- les moyens de battage en fonction de la nature du sol, de la longueur de palplanches à battre, de la proximité des constructions ou ouvrages existants et de leur état.

39.8.2 Moyens de battage des palplanches

La mise en fiche se fera de préférence par battage ou par vibration.

Les moyens de battage proposés par l'Entrepreneur doivent faire l'objet d'un essai préalable dans chaque nature de terrain en présence du Maître de l'Ouvrage.

L'Entrepreneur reste entièrement responsable des dégâts éventuels causés aux constructions ou ouvrages voisins.

Au cas où certaines constructions se trouveraient trop proches du rideau à battre, il appartiendra à l'Entrepreneur de réaliser les investigations nécessaires pour reconnaître la nature et le niveau des fondations de ces constructions. Les résultats de ces investigations seront communiqués au Maître d'Oeuvre avant commencement du battage.

Le battage doit être effectué avec un casque dont les dimensions sont adaptées aux palplanches et à l'engin de battage utilisé.

39.8.3 Arrachage des palplanches

Les palplanches doivent être arrachées après remblaiement s'ils ne font pas partie de la résistance et de la stabilité de l'ouvrage définitif.

Si, à la demande du Maître d'Ouvrage certaines palplanches doivent être maintenues dans la fouille, celles-ci doivent être recépées à un niveau compatible avec les réseaux divers qui sont à rétablir.

Si les palplanches font partie de la résistance et de la stabilité de l'ouvrage définitif, elles seront maintenues sur place et recépées aux niveaux indiquées sur les plans.

Avec l'accord ou à la demande du Maître d'Ouvrage, lorsque la qualité du sous-sol et le niveau de la nappe le permettent, l'Entrepreneur peut ne pas utiliser de palplanches. Les parois de la fouille doivent être néanmoins consolidées à l'aide d'un boisage dont la qualité et l'étalement restent sous la responsabilité de l'Entrepreneur.

Si les travaux sont réalisés en zone urbaine, leur exécution ayant pour conséquence une gêne notable, si non l'interruption totale de la circulation des voitures, l'Entrepreneur est tenu d'assurer dans des conditions parfaitement sûres et commodes, la circulation des piétons et l'accès des maisons riveraines par l'édification de franchissements provisoires.

L'Entrepreneur est responsable de tous les accidents pouvant se produire sur son chantier ou aux abords à l'occasion des travaux.

39.9 Fouilles en terrain rocheux:

39.9.1 Emploi des explosifs

L'Entrepreneur respectera tous les règlements et lois en vigueur au Maroc, relatifs à l'importation, au transport, au stockage et à l'utilisation des explosifs, aux avertissements avant les tirs, aux circuits électriques, etc...En particulier, l'emploi de détonateur électrique sera rigoureusement interdit par temps orageux. Il accomplira tous les travaux et usera de tous les moyens de protection utiles à la sécurité du personnel et du matériel. Il exécutera également tous les travaux ayant pour but de limiter le volume des fouilles non strictement nécessaires.

Les profondeurs des trous de mine, leur nombre, leur implantation, ainsi que la qualité et la puissance de l'explosif seront choisis de manière à ne pas causer de dommages aux terrains et matériaux hors de l'emprise des fouilles ou aux ouvrages existants. Sur demande du Maître de l'Ouvrage, l'Entrepreneur devra fournir toutes précisions et justifications à cet égard et dans un délai raisonnable avant les tirs.

L'Entrepreneur demeure toujours responsable des méthodes utilisées. Le Maître de l'Ouvrage peut refuser les méthodes proposées ou demander des modifications ou interdire l'emploi d'explosifs, mais seulement pour des questions de sécurité du personnel ou des ouvrages. Tout le rocher disloqué hors des limites des fouilles par les explosifs sera enlevé, selon les instructions du Maître de l'Ouvrage.

39.9.2 Précautions au voisinage des fonds de fouilles

Toutes précautions seront prises pour éviter de disloquer le rocher de fondation. Si on utilise des explosifs, l'emplacement et la profondeur des forages, la disposition des charges et la nature des explosifs seront

étudiés de façon à réduire le plus possible cette dislocation. La mise au profil définitif sera faite par des procédés manuels; marteaux piqueurs, barres à mines ou leviers et l'emploi d'explosifs pourra être interdit à partir de 50 cm, du fond de fouille définitif.

39.9.3 Fouilles à recouvrir de béton ou autre revêtement

Toute surface de rocher destinée à être en contact avec du béton ou avec un autre revêtement, présentera le profil indiqué sur les plans. Le rocher endommagé par l'usage d'explosifs sera enlevé et le fond de fouille préparé par perforation à la main, pétardage de surface ou d'autres méthodes permettant d'obtenir le meilleur état de surface possible. La surface du rocher sera nettoyée avec un jet d'eau et d'air sous pression et par brossage ou curage si nécessaire pour obtenir une surface rugueuse et dure assurant un bon contact avec le béton ou un autre revêtement. Les fissures et les fractures du rocher seront nettoyées jusqu'à la profondeur qui paraîtra satisfaisante au Maître de l'Ouvrage.

Les failles et cavités éventuellement rencontrées seront traitées spécialement par enlèvement des matériaux altérés ou déposés dans les fissures, nettoyage et curage, remplissage avec béton, mortier sec ou coulis d'injection.

Article 40 : Préparation du terrain sous les remblais

La préparation du terrain comporte obligatoirement une préparation initiale et s'il y a lieu, le CCTP indique les préparations complémentaires imposées à l'Entrepreneur.

Aucune des phases de travail prévues ne peut commencer avant que l'Entrepreneur n'ait fait accepter par le Maître de l'Ouvrage les travaux de la phase précédente. Cette acceptation doit être obligatoirement mentionnée sur le Cahier de chantier.

40.1 Préparation initiale (obligatoire)

40.1.1 Cette préparation est effectuée après exécution, s'il y a lieu, des travaux préalables aux terrassements. Elle a pour but d'expurger des terrains en place, les racines, souches, débris végétaux, de toute sorte qui y sont incorporés.

Cette opération comporte éventuellement tous les travaux ou une partie des travaux cités ci-dessous:

- Le décapage des herbes sur toute leur épaisseur;
- Le hersage des terrains meubles contenant les végétaux à expurger et le ramassage des racines et débris de toute sorte;
- La purge manuelle des souches et végétaux isolés;

L'Entrepreneur doit détruire sur place les produits de cette opération ou les évacuer en dépôt définitif. Il doit remblayer avec soin les fouilles résultant des dessouchages avec les matériaux utilisés en remblai. Le rattrapage du niveau se fera dans des conditions stipulées pour la réalisation et le compactage des remblais.

40.1.2 Lorsque la plus grande pente du terrain est supérieure à 0,20 mètre par mètre et si aucune préparation complémentaire n'est prévue, l'Entrepreneur devra exécuter sur la surface d'appui des remblais des redans ou des sillons sensiblement horizontaux qui, sauf dispositions contraires du CCTP, auront 0,20 mètre de profondeur minimale et seront espacés au maximum de 1 mètre en terrain meuble.

En terrain rocheux, ces redans seront réalisés avec les moyens agréés par le Maître de l'Ouvrage.

40.2 Préparations complémentaires (suivant les prescriptions du CCTP)

40.2.1 Préparation dite de décapage

Cette préparation a pour but d'enlever une certaine épaisseur des terrains en place fixée par le CCTP ou par les ordres de service délivrés par le Maître de l'Ouvrage.

Les travaux comprennent:

- L'extraction des terrains à enlever;
- Leur transport en dépôt provisoire ou définitif suivant la nature des terrains et leur possibilité de réemploi;
- L'exécution, s'il y a lieu, des redans ou sillons dans les conditions définis ci-dessus;
- Le remblaiement, avant exécution des terrassements généraux, des excavations de faible superficie.

Le rattrapage du niveau se fera dans les conditions stipulées pour la réalisation et le compactage des remblais.

L'Entrepreneur est tenu d'arracher toute la végétation qui pourrait repousser avant l'exécution des phases suivantes ou l'apport des premiers remblais et d'en débarrasser le terrain

40.2.2 Préparation dite de "scarification"

Cette préparation comporte le piochage du terrain en place, le brisement des mottes et la destruction de toute végétation. A défaut d'indication du CCTP, la profondeur du piochage sera de 0,20 mètres. Il sera effectué avec les moyens agréés par le Maître de l'Ouvrage.

40.2.3 Préparation dite de "compactage"

Cette préparation peut être prescrite par le CCTP en complément des préparations initiales et complémentaires précitées.

Elle consiste au compactage avec des engins mécaniques agréés sur une profondeur minimale de trente (30) centimètres, des terrains remaniés au cours des autres préparations ou des terrains de faible portance désignés par le CCTP. Le compactage sera conduit de façon à obtenir une densité sèche du sol compacté au moins égale à celle indiquée dans le CCTP.

Cette opération comporte la destruction de toute végétation.

Article 41 : Exécution des remblais pour digues et ouvrages similaires

41.1 Prescriptions générales

41.1.1 L'Entrepreneur ne peut exécuter aucun travail avant que l'état de préparation du terrain prescrit par le CCTG et le CCTP n'ait été vérifié et reconnu satisfaisant par le Maître de l'Ouvrage. Cette acceptation doit obligatoirement être mentionnée sur le Cahier de chantier.

41.1.2 L'exécution des remblais doit être interrompue dans les cas où leurs qualités minimales, telles qu'elles sont définies par le présent CCTG et par le CCTP seraient compromises par les intempéries.

L'exécution ne peut être reprise qu'après un délai fixé par le Maître de l'Ouvrage sur proposition de l'Entrepreneur.

41.2 Mode d'exécution des remblais

41.2.1 Les remblais sont constitués de couches élémentaires superposées, en principe horizontales, constituant des bandes longitudinales dont la longueur et la largeur sont, en principe, égales à celles du remblai.

Ce remblai est alors exécuté par bandes accolées dont l'ensemble recouvre toute la largeur du profil, le décollage en hauteur entre deux bandes contiguës ne doit pas dépasser l'épaisseur maximale imposée.

41.2.2 Les remblais apportés sur le chantier sont aussitôt régalés sur toute la largeur fixée pour la bande et sur une épaisseur qui est fonction de l'épaisseur maximale fixée pour les opérations de compactage, de telle façon que le profil en long des remblais soit aussi rapidement que possible parallèle au profil définitif. Le profil en travers de chaque couche doit comporter des pentes suffisantes pour assurer l'écoulement rapide des eaux de pluie. A défaut de stipulations au CCTP, cette pente sera, en tous points, au minimum de 5%.

41.3 Compactage des remblais

41.3.1 Tous les remblais seront méthodiquement compactés

L'Entrepreneur devra soumettre à l'accord du Maître de l'Ouvrage huit jours avant l'exécution des travaux et pour chaque nature de matériaux l'épaisseur maximale des couches élémentaires qu'il se propose d'obtenir après compactage en fonction de la densité à obtenir, de la nature et de l'état des matériaux et des types de matériels utilisés.

Des planches d'essai seront réalisées avant le commencement des travaux. Les résultats de ces essais devront être mentionnés sur le Cahier de chantier. Si la compacité prescrite ne peut être obtenue, l'Entrepreneur devra réaliser une nouvelle planche d'essai après avoir apporté les modifications nécessaires à l'épaisseur des couches et du matériel utilisé.

Dans les cas où il ne pourrait être satisfait à cette obligation, l'épaisseur des couches successives ne pourra excéder vingt centimètres (0,20m) après compactage.

41.3.2 Si la teneur en eau des matériaux n'est pas conforme à celle permettant le compactage demandé, l'Entrepreneur est tenu de la rectifier soit par arrosage soit par dessiccation activée par hersage ou tout procédé agréé.

41.3.3 L'Etat des remblais est contrôlé par le Maître de l'Ouvrage ou son représentant au fur et à mesure de l'exécution dans les conditions suivantes:

- Le contrôle sera fait couche par couche

- L'Entrepreneur ne pourra demander la réception d'une couche que si toutes les densités sèches correspondantes sont supérieures au minimum prescrit. Cette réception devra être obligatoirement mentionnée sur le Cahier de chantier.

41.3.4 Le compactage à sec des remblais ne pourra être utilisé que s'il est prescrit par le CCTP qui pourra

éventuellement préciser:

- La nature des matériaux pouvant être compactés à sec et leur position dans le corps du remblai.
- Le type de matériels de compactage
- Les modalités d'exécution et de contrôle
- Les performances à obtenir

41.4 Prescriptions applicables aux sols sensibles à l'eau

Lorsque des sols fins sensibles à l'eau sont employés en remblais, le Maître de l'Ouvrage pourra prescrire aux frais de l'Entrepreneur:

- La mise en oeuvre et le compactage immédiat des déblais ou apports parvenus au lieu d'emploi avec un degré d'humidité convenable ; en évitant strictement de provoquer, par un compactage excessif, la saturation du sol avec chute de portance.
- La confection de drains à ciel ouvert en vue de réduire l'humidité de ceux dont la teneur en eau excessive n'aurait pas permis d'obtenir une densité en place suffisante et la reprise ultérieure de compactage ;
- Le dépôt en attente de compactage et la scarification en vue de réduire l'humidité par évaporation.

Pour ces sols, le Maître de l'Ouvrage pourra imposer à l'Entrepreneur des prescriptions particulières en ce qui concerne l'évacuation des eaux.

41.5 Prescriptions applicables aux remblais rocheux

41.5.1 Le déchargement des déblais à utiliser en remblais et leur réglage seront organisés de façon à obtenir un matériau aussi homogène et aussi plein que possible.

Les couches élémentaires auront une épaisseur qui sera déterminée en fonction de la dimension du matériau et des possibilités des moyens de compactage. Cette épaisseur ne pourra en aucun cas dépasser cinquante centimètres (0,50m) dans le corps du remblai. Les blocs dont la plus grande dimension excédera vingt centimètres (0,20m) seront éliminés.

Les blocs de rocher dont les dimensions seront incompatibles avec les dispositions des deux alinéas ci-dessus seront fractionnés. Le Maître de l'Ouvrage pourra autoriser leur emploi en pied de talus périphériques ou leur mise en dépôt définitif.

La granulométrie des différentes couches constituant le remblai doit être homogène. L'intercalation de couches de matériaux fins et de couches de matériaux rocheux présentant un pourcentage de vide élevé est interdite.

41.5.2 Les remblais seront compactés au cylindre vibrant de 8 tonnes au moins ou avec un engin à chenilles de 25 tonnes au moins. Ce compactage sera accompagné d'un arrosage suffisant des remblais afin de faciliter la mise en place des blocs.

Le contrôle du compactage sera effectué par la mesure du paramètre Q/S ou:

- Q représente le volume de remblai mis en oeuvre en une journée mesuré en m³ après compactage.
- S représente la surface balayée en une journée par l'engin de compactage se déplaçant à la vitesse fixée lors de la planche d'essai.

La valeur du paramètre sera fixée au moyen d'une planche d'essai contrôlée par des essais de plaque

permettant d'obtenir un module de premier chargement au moins égal à 500 bars et un rapport E2/E1 inférieur à 1,5.

Les essais seront conduits suivant le mode opératoire en vigueur.

41.5.3 La plate-forme des digues sera réglée avec les mêmes tolérances que celles exigibles pour les remblais non rocheux. La méthode utilisée et laissée au choix de l'Entrepreneur.

Il aura la possibilité de rapporter en surface des matériaux répondant aux spécifications des remblais non rocheux qui devront alors être compactés de manière à atteindre le degré de compactage précisé dans le CCTP sans qu'il puisse prétendre à l'attribution d'une plus-value.

41.6 Prescriptions applicables aux remblais sableux

41.6.1 Les remblais sableux sont montés en même temps que les revêtements de talus destinés à les protéger de l'érosion.

L'épaisseur des couches élémentaires sera celle permettant d'obtenir la compacité requise pour les matériaux meubles utilisés en revêtement des talus.

41.6.2 Ils seront arrosés jusqu'à obtenir une humidification homogène de la masse sableuse jusqu'à la base de la couche élémentaire à compacter.

41.7 Protection contre les eaux

L'Entrepreneur est tenu de conduire les travaux, de construire et d'entretenir les ouvrages provisoires de manière à assurer la protection des remblais contre les eaux pluviales et les inondations provoquées par les pluies.

41.8 Exécution des fossés

Les fossés seront réalisés conformément aux profils du projet. L'Entrepreneur aménagera à ces fossés des exutoires convenables au delà des emprises.

Sauf disposition contraire du CCTP ou avis contraire du Maître de l'Ouvrage, il ne sera pas toléré que les axes définis sur les plans soient interrompus par la présence de massifs rocheux. Les parements des fossés devront être plans et les blocs en saillie devront être dérasés.

A la fin du chantier et avant la réception définitive, les fossés seront complètement dégagés des terres et blocs éboulés.

41.9 Revêtements en terre végétale

Lorsque le revêtement doit être appliqué sur un talus, celui-ci est au préalable, découpé en redans ou muni de dispositifs tels que grillages, fascines etc..., destinés à le fixer. Ces redans sont comblés avec de la terre végétale semblable à celle qui est employée sur le reste du talus.

La terre végétale doit être brisée très menue, purgée avec soin des pierres, racines et herbes et humectée avant son répannage.

Au fur et à mesure de ce répannage, elle est tassée à la dame plate ou roulée avec un cylindre léger.

L'exécution des revêtements est, en principe suspendue pendant la pluie.

Article 42 : Pose des canalisations et de leurs accessoires

42.1 Manutention et stockage des produits

Les produits seront manutentionnés, stockés et bardés dans des conditions non susceptibles de les détériorer et à l'aide de dispositifs adaptés. Une attention particulière sera portée au maintien dans leur état d'origine de leur géométrie, de leurs extrémités, de leurs revêtements.

Les techniques de manutention ne répondant pas à ces exigences fonctionnelles sont interdites, par exemple : élingage par l'intérieur, utilisation de crochets non protégés, roulage sur le sol, etc.

Pour le stockage provisoire des tuyaux sur chantier, en l'absence de consignes du fabricant, les tuyaux sont disposés selon les mêmes conditions que celles du chargement, le premier rang de tuyaux s'appuyant sur deux chevrons horizontaux placés transversalement à une distance des extrémités des tuyaux égale à $1/5^{\text{ième}}$ de leur longueur des tuyaux. La hauteur des piles ne doit pas excéder celle pratiquée lors du chargement. Les empilages adossés aux clôtures ou aux murs sont à éviter.

Il convient pour les produits fabriqués en PVC doivent être protégés du soleil lors du stockage, de façon à éviter les déformations.

Pour les dispositifs de fermeture et de couronnement, éviter les porte-à-faux lors du stockage ou durant leur transport et ne jamais laisser tomber les cadres et tampons sur le sol lors des opérations de manutention. En ce qui concerne la manutention des tuyaux de toutes espèces doit se faire avec les plus grandes précautions et selon les indications du fournisseur. Les tuyaux sont déposés sans brutalité sur le sol ou dans le fond des tranchées et il convient d'éviter de les rouler sur des pierres ou sol rocheux sans avoir constitué au préalable des chemins de roulement à l'aide de madriers.

Tout tuyau qu'une fausse manoeuvre aurait laissé tomber de quelque hauteur que ce soit doit être considéré comme suspect et ne peut être posé qu'après une nouvelle vérification.

42.2 Examen des tuyaux avant la pose

Au moment de leur mise en place, les tuyaux de toutes espèces seront examinés à l'intérieur et soigneusement débarrassés de tous corps étrangers qui pourraient y avoir été introduits en respectant l'état de surface.

L'Entrepreneur a l'entière responsabilité de cette vérification ainsi que de l'existence de tout corps étranger dans la conduite avant la mise en service.

Egalement, un contrôle de l'aspect géométrique (ovalisation, fissuration) est effectué entraînant la mise au rebut des tuyaux qui seront reconnus défectueux par le Maître d'Ouvrage.

Toutes les prescriptions qui précèdent s'appliquent également aux raccords et accessoires.

42.3 Coupe des tuyaux

Selon les exigences de la pose, et à l'exception, sauf accord particulier du Maître de l'Ouvrage ou indications contraires du CCTP, des tuyaux en béton armé, précontraint ou non, l'Entrepreneur a la faculté de procéder à des coupes de tuyaux. Toutes les dispositions prises pour que l'opération ne soit faite qu'en cas de nécessité absolue aussi peu fréquemment que possible, au besoin par déplacement des regards après accord du Maître

de l'Ouvrage.

La coupe doit être faite avec des outils bien affûtés ou des coupe-tubes et pour les tuyaux de gros diamètres, avec des tronçonneuses ou scies. La chute porte toujours du côté mâle et l'Entrepreneur veillera avec le plus grand soin à ce que le nouveau bout mâle produit par la coupe soit lisse et sans fissuration de la partie utile et qu'il forme avec l'emboîtement du tuyau voisin un assemblage de même qualité qu'avec un bout d'origine.

42.4 Réalisation du lit de pose

Sauf dispositions contraires du CCTP, le fond des tranchées est arasé à 0,10 mètre au moins au-dessous de la génératrice inférieure extérieure de la conduite. Sur cette épaisseur, sous réserves des stipulations du paragraphe 39.6 ci-dessus, un lit de pose est mis en place.

En cas de risque d'entraînement des fines issues du sol environnant, il est nécessaire d'envelopper le lit de pose par un filtre géotextile.

Le lit de pose est dressé suivant la pente prévue au projet. La surface doit être bien dressée et compacté (à 90% OPM pour les matériaux autres que le gravier) pour que le tuyau ne repose sur aucun point dur ou faible. Si le profil des assemblages les rend nécessaires des niches seront aménagés dans le lit de pose.

Dans le cas de terrain de faible portance nécessitant une consolidation, celle-ci est constituée par du tout-venant, sur une épaisseur de 0,20 mètre sauf spécifications particulières de la note géotechnique établie par l'Entrepreneur et agréé par le Maître d'Ouvrage.

Après exécution du lit de pose, l'Entrepreneur vérifie que celui-ci est dressé selon la pente fixée au projet et en informe le Maître de l'Ouvrage pour qu'il la vérifie lui-même, s'il le juge utile.

Aux endroits prévus au C.C.T.P, l'Entrepreneur procède sans délai à la pose, aux essais et au remblai.

Dans le cas de béton de propreté ou de dalles de répartition, le tuyau est posé sur un lit de pose pour lui éviter tout contact avec le béton de propreté ou des dalles.

Dans le cas de berceaux, leur dimensionnement doit être compatible avec la classe de résistance des tuyaux retenue.

42.5 Mise en place des canalisations en tranchées

Les éléments pour canalisations d'assainissement gravitaire sont posés à partir de l'aval.

Dans les tronçons de pente dépassant 10%, la pose est effectuée dans le sens de la montée (du bas vers le haut).

L'emboîture des tuyaux est dirigée vers l'amont, chaque élément est descendu sans heurt dans la tranchée et présentée dans l'axe de l'élément précédemment posé, emboîté, réaligné et calé.

Les tuyaux sont posés en files bien alignées et avec une pente régulière indiquée sur les plans.

Avant la mise en place, les abouts mâle et femelle sont nettoyés. Avant l'emboîture, de joints dits " glissants ", les garnitures d'étanchéité et les abouts mâle et femelle sont lubrifiés, le cas échéant, selon les prescriptions du fabricant, avec un produit spécial.

En effet, certaines canalisations, par exemple en polychlorure de vinyle, il convient de ne pas lubrifier la garniture d'étanchéité et l'about femelle de l'élément précédemment posé.

L'emboîture est réalisée par une poussée progressive exercée suivant l'axe de l'élément précédemment posé et de l'élément en cours d'assemblage, en s'assurant que les abouts restent propres.

Après assemblage, le jeu longitudinal et la déviation angulaire entre les extrémités des éléments adjacents sont maintenus dans les tolérances indiquées par le fabricant.

Le calage est soit définitif par remblai partiel, soit provisoire, à l'aide de cales. Le calage au moyen de matériaux durs est interdit.

Dans tous les cas, la conduite ne repose sur aucun point dur existant ou rapporté (rochers, maçonneries, calage provisoire, etc...).

Lorsque les terrains traversés et/ou les conditions d'implantation créent des situations d'agressivité vis-à-vis des produits installés, les dispositions spécifiées à cet effet par les normes de produit sont mises en oeuvre.

Les revêtements sont reconstitués partout où ils ont été détériorés.

Prescriptions spéciales

Pour les produits qui y sont sensibles, la température ambiante et ses variations sont prises en compte en respectant les prescriptions des normes de produits (cas de la dilatation, des retraits, de l'état du revêtement, de la fragilisation du produit, etc...).

42.6 Dispositifs de fermeture des regards

Le cadre du dispositif de fermeture est scellé sur le couronnement à une cote permettant le raccordement à la chaussée, au trottoir ou à l'accotement. Le dispositif de fermeture est posé de manière à effleurer le niveau supérieur de la chaussée ou du trottoir:

- Présenter le cadre et le centrer sur le couronnement de la cheminée de visite ou de la cheminée d'évacuation, vérifier qu'il est bien de niveau avec la chaussée et que la surface supérieure effleure le niveau supérieur de la chaussée. Au besoin, le caler.
- Dans le cas où le dispositif est prévu pour être fixé par des goujons, présenter ceux-ci dans les trous prévus à cet effet.
- Bourrer l'intervalle entre le cadre et la semelle avec du béton, ou un agglomérat de résine et de gravillons.
- Sceller en dehors des périodes de gel. Sinon, prendre matériaux autres que le béton ordinaire (ciment à prise rapide, résine...).
- Dans tous les cas, respecter le temps de durcissement complet avant la première mise en circulation.
- Bloquer les écrous lorsque la couche d'appui est sèche, compléter le remplissage et rétablir le revêtement de la chaussée autour du cadre.
- Placer le tampon dans son orifice.

Lorsque les tampons sont en forme de cuvette, cloisonnée ou non par des nervures et qu'ils n'ont pas été remplis en usine, ils reçoivent un remplissage en béton de liant hydraulique ou asphaltique arasé au niveau

supérieur de la cuvette. Avant remplissage, la surface de la cuvette est parfaitement nettoyée de toute matière étrangère (notamment rouille, terre, sable...).

Lorsque les tampons à remplissage comportent en fond de cuvette des pointes venues de fonderie, ces pointes sont recourbées horizontalement avant le remplissage, en ménageant un espace d'au moins 15mm entre la pointe et la surface supérieure de la cuvette.

Article 43 : Remblaiement

43.1 Généralités pour le remblaiement des canalisations

Après pose des tuyaux et autres éléments ou réalisation des ouvrages coulés en place, le remblaiement est entrepris suivant les modalités indiquées ci-après.

On distingue dans le remblaiement :

- l'enrobage de la canalisation constitué :
 - * du lit de pose
 - * de l'assise
 - * du remblai de protection latérale et supérieure
- le remblai proprement dit.

L'exécution de l'enrobage conditionne la bonne tenue des tuyaux.

Dans certains cas, certaines parties de l'enrobage peuvent être supprimées, confondues ou modifiées, ainsi par exemple :

- certains tuyaux comportant un ou des appuis incorporés peuvent autoriser la suppression de l'assise et l'exécution directe des remblais de protection,
- en cas d'assise en béton ou graves traitées, elle peut être arasée à une cote différente de celle de l'axe de la canalisation. Il en est tenu compte dans la détermination de la résistance du tuyau,
- dans le cas de petits diamètres, assise et remblais de protection peuvent éventuellement être réalisés ensemble en une seule fois.

43.2 Exécution de l'assise et du remblai de protection

L'exécution de l'assise et des remblais de protection est effectuée avec tous matériaux (sable, gravier, tout venant,...) agréés par le Maître de l'Ouvrage, compatibles avec les caractéristiques des tuyaux.

Si la réutilisation des déblais est prévue au CCTP, ils sont purgés de tous éléments susceptibles de porter atteinte aux canalisations et à leur aptitude au compactage.

43.2.1 Exécution de l'assise

Sauf cas particuliers indiqués dans le CCTP, au-dessus du lit de pose et jusqu'à la hauteur de l'axe de la canalisation, le matériau de remblai est poussé sous les flancs de la canalisation et compacté de façon à éviter tout mouvement de celle-ci et à lui constituer l'assise prévue.

Afin d'assurer à la canalisation une assise qui ne sera pas décomprimée par la suite, il convient de réaliser l'assise après relevage partiel des blindages, s'ils existent.

Si l'assise peut être amenée à une décompression, le Maître de l'Ouvrage apprécie l'importance de cette dépression et en tient compte en fonction de la résistance des tuyaux pour adapter éventuellement le choix des matériaux constitutifs de l'assise.

43.2.2 Exécution du remblai de protection

Au-dessus de l'assise, le remblai et son compactage sont poursuivis, par couches successives, symétriquement puis uniformément, jusqu'à une hauteur d'au moins 0,25m au-dessus de la génératrice supérieure extérieure de la conduite, de façon à parfaire l'enrobage.

Sauf dispositions contraires du CCTP, le degré de compactage de l'enrobage est d'au moins 90% OPM.

43.2.3 Cas particulier des canalisations de petits diamètres

Sauf dispositions contraires dans le CCTP, pour les canalisations de petits diamètres, l'assise et le remblai de protection sont réalisés en une seule fois.

Ces dispositions ont pour but d'éviter la remontée des tuyaux lors du compactage.

On peut admettre, à condition de disposer de moyens de compactage adaptés et que le terrain s'y prête, les limites ci-dessous pour les canalisations de petits diamètres :

- 200 mm pour les tuyaux flexibles,
- 300 mm pour les tuyaux rigides.

43.2.4 Cas particulier de passage de canalisation dans une digue

Au passage de la digue, la canalisation sera placée dans la tranchée faite dans la terre compactée et entouré de béton vibré de classe B4, qui devra assurer un contact intime entre les 2 matériaux.

43.3 Exécution du remblai proprement dit

43.3.1 Reconstitution des sols en terrain de culture

En terrain libre ou de culture, à partir de la hauteur visée en 43.2.2, le remblai est poursuivi à l'aide d'engins mécaniques avec la terre des déblais. Cette terre est répandue par couches successives et régulières, et elle est légèrement damée.

Les blocs de roche, gravois, débris végétaux ou animaux sont triés et exclus des terres ou matériaux destinés au remblaiement. La reconstitution des espaces verts ou prairies est réalisée avec la terre végétale, préalablement, mise en cordon lors des déblais ou par mise en place des mottes de gazon s'il y a lieu.

Le CCTP indique éventuellement les tronçons où il est nécessaire d'effectuer les remblais conformément aux stipulations du paragraphe 43.3.2 ci-après (cas d'engins agricoles de masses élevées par exemple).

43.3.2 Remblai sous voirie et rétablissement provisoire des chaussées, trottoirs et accotements

Lorsque la canalisation est placée sous voirie, accotements ou trottoirs, le remblai au-dessus de la hauteur visée à l'article 43.2.2 peut être poursuivi avec la terre des déblais ou d'apport, à l'aide d'engins mécaniques. Cette terre est répandue par couches successives, régulières et compactées.

L'Entrepreneur trie et enlève, s'il y a lieu, les blocs de roches, gravois, débris végétaux ou animaux... qui ne doivent pas être enfouis dans les fouilles.

L'épaisseur des couches et les modalités du compactage sont telles que le degré de compacité soit atteint.

Sauf dispositions contraires du CCTP, le degré de compactage doit être d'au moins 90% de l'OPM dans le corps du remblai et 95% dans les 50 cm supérieurs.

Dans le cas où il n'est pas possible d'obtenir la compacité recherchée, l'Entrepreneur se conforme aux instructions du Maître de l'Ouvrage (traitement ou substitution des sols...).

Les dispositions de blindage sont enlevés au fur et à mesure de la progression du remblai.

A tout moment, l'écoulement des eaux de ruissellement est assuré ; les saignées sont maintenues, les caniveaux et les rives de chaussée sont nettoyés de toute boue.

43.4 Remblai des fouilles autour des ouvrages

Le remblaiement des fouilles relatives aux ouvrages en béton construits en place est subordonné à l'autorisation du Maître de l'Ouvrage et dans tous les cas après que le béton ait atteint un âge permettant d'effectuer de telles opérations (14 jours au moins).

Cependant, aucun matériel de compactage ou de transport n'est autorisé à passer au dessus du béton ou au voisinage d'une quelconque de ses parties avant l'âge de 28 jours, les ouvrages étant dimensionnés tenant compte de ces surcharges et autres surcharges réglementaires.

Les matériaux et leur compactage sont réalisés conformément aux stipulations des remblais pour canalisations (paragraphes 43.3.1 et 43.3.2).

Dans les zones inaccessibles aux gros rouleaux sur une distance minimum de 1m, les matériaux sont compactés avec des dames mécaniques par couches de 10cm d'épaisseur maximum après compactage. Ce compactage est poursuivi jusqu'à obtenir des caractéristiques comparables à celles des matériaux environnants.

43.5 Cas des ouvrages légers placés en digue

Si possible, on essaiera de se servir de la terre comme coffrage du béton. Lorsque cela ne sera pas possible, il faudra compacter soigneusement la terre au contact de la paroi comme pour les ouvrages hors digue, après avoir enduit celle-ci d'un produit de type bitume.

43.6 Qualité de mise en oeuvre

Un essai préalable est effectué contradictoirement entre le Maître de l'Ouvrage et l'Entrepreneur avec les matériels dont dispose l'entreprise. Au cours de cet essai, l'épaisseur des couches et le nombre de passes des engins sont déterminés pour assurer le degré de compacité recherché.

L'épaisseur des couches et la cadence de mise en oeuvre sont celles retenues au cours des essais.

Certains matériels nécessitent la vérification préalable de la capacité de résistance du fond de la tranchée, du lit de pose et de la canalisation.

Article 44 : Protections

44.1 Enrochements

44.1.1. Les pierres pour enrochement sont versées de manière à donner au massif la forme fixée par les dessins et le piquetage. Dans le cas de massif sous l'eau, on vérifie fréquemment cette forme en cours de travaux au moyen de sondages et, en cas de besoin, au moyen d'exploration sous l'eau.

44.1.2. Ceux des enrochements qui constitueraient un danger pour la conservation des ouvrages sont enlevés aux frais de l'Entrepreneur et ne sont pas portés en compte.

44.1.3. Les enrochements sous l'eau ne peuvent être mis en place que sous le contrôle du Maître de l'Ouvrage. Le CCTP précise si les enrochements doivent faire l'objet d'un rangement soigné sous l'eau après déversement.

44.1.4. Les massifs d'enrochements qui doivent servir de fondation à des ouvrages en maçonnerie ou en blocs artificiels arrimés, sont à leur partie supérieure, dressés suivant une plate-forme horizontale arasée au niveau prescrit, sans saillie ou dépressions supérieures à une limite fixée par le CCTP. Pour obtenir ce résultat, les intervalles entre les blocs et moellons de fortes dimensions sont garnis avec des matériaux plus petits, versés et répandus avec soin, selon les prescriptions du CCTP ou du Maître de l'Ouvrage.

44.2 Gabions

Sauf prescriptions contraires du CCTP, les gabions sont remplis en vracs en utilisant en parement, dans la mesure du possible, les plus gros éléments.

Lorsque le remplissage est fait sur place, les cages sont disposées côte à côte et liées les unes aux autres à l'aide de fils de même nature que les cages.

Lorsque les gabions sont confectionnés hors de leur emplacement ou de leur position définitive, l'Entrepreneur doit, avant tout commencement d'exécution, et à défaut de précisions dans le CCTP, soumettre au Maître de l'Ouvrage les moyens de chargement, de transport, de levage et de mise en place des gabions.

44.3 Perrés

44.3.1 Les perrés sont exécutés par assises régulières ou non avec ou sans interposition d'une couche de fondation, suivant les dispositions du CCTP ou des plans visés " Bon pour exécution ". Les moellons sont posés normalement à la surface du rampant, de manière que la plus forte dimension se trouve dans le sens de l'épaisseur.

Sauf stipulations contraires du CCTP, ils sont exécutés avec des moellons bruts de parements.

44.3.2 On choisit pour les couronnements des pierres des mieux formées, elles sont débrutées et posées de manière à présenter une face dans les plans du talus et une face dans le plan de couronnement.

44.3.3 Lorsque les perrés doivent être construits sur les talus de remblais, les surfaces à recouvrir sont d'abord compactées. Les perrés sont ensuite élevés par bandes de 2 mètres de hauteur au plus. L'Entrepreneur ne peut pas commencer le travail avant que les remblais et, s'il y a lieu les maçonneries de la bande inférieure aient opéré leur tassement.

44.3.4 Les prescriptions relatives à l'exécution des maçonneries à bain de mortier et des maçonneries à

pierres sèches sont applicables aux perrés.

Article 45 : Drains et dispositifs de collecte et d'évacuation des eaux

45.1 Pose des drains

Les drains sont réalisés de la façon suivante :

Les tuyaux seront posés sur une couche de béton de classe B5 de 0,10m d'épaisseur.

Ils devront être immédiatement protégés par un filtre de sable et graves lavés sur une hauteur de 0,20m minimum au-dessus de l'arête supérieure et sur toute la largeur de la tranchée. Les matériaux filtres devront avoir un équivalent de sable supérieur à 60% et respecter la règle des filtres.

L'Entrepreneur devra prendre toutes les dispositions utiles pour que le massif drainant soit mis en oeuvre dans la même journée que le drain.

A leur arrivée dans les regards, les drains seront protégés par un fin grillage métallique selon les dispositions prescrites dans le CCTP ou à soumettre à l'agrément du Maître de l'Ouvrage.

45.2 Dispositifs de collecte et d'évacuation des eaux à l'arrière des maçonneries

Ces dispositifs doivent être tels que l'eau ne séjourne pas au contact de la maçonnerie.

45.2.1. Les drains placés à l'arrière des maçonneries doivent tenir compte de l'état et de la nature du terrain encaissant ainsi que du régime hydrologique.

En complément des prescriptions du CCTP, les dispositifs sont réalisés suivant les directives du Maître de l'Ouvrage et, à défaut de directives, suivant les dispositions proposées par l'Entrepreneur et acceptées par le Maître de l'Ouvrage.

45.2.2. Des barbacanes ou des forages sont pratiqués dans les maçonneries pour assurer l'écoulement des eaux recueillies à l'arrière.

Leur nombre, leur emplacement, leur nature et leur pente sont fixés de manière que l'écoulement puisse se faire dans les meilleures conditions.

45.2.3. L'évacuation des eaux collectées se fait, soit par fossés, soit par dalots, soit par buses enterrées.

Le système de pente du dispositif doit être tel que l'évacuation puisse se faire le plus rapidement possible vers le collecteur principal.

Des regards sont établis suivant les cas, de distance en distance, pour permettre une surveillance du dispositif et l'entretien ultérieur.

Article 46 : Bordures et caniveaux

- Ouverture des fouilles

La largeur des fouilles sera égale à la largeur de l'élément majorée de 0,20m.

Le fond de fouille est dressé soigneusement aux cotes prévues au projet et il est compacté, si besoin est, de telle sorte que la densité du sol en place atteigne 95% de la densité sèche de l'optimum Proctor normal.

En cas de fouille trop profonde par rapport à la cote prescrite, l'Entrepreneur doit compenser la différence de cote par une augmentation de l'épaisseur de la fondation des bordures et caniveaux. Quand ces ouvrages sont posés sur lit de sable, le sable complémentaire nécessaire est fortement damé.

Le CCTP ou le Maître de l'Ouvrage fixe les conditions de mise en dépôt provisoire, de réemploi sur place ou d'évacuation des déblais provenant des fouilles.

- Fondations

Sauf stipulations contraires au CCTP, les bordures et caniveaux sont posés sur une forme de 10cm d'épaisseur minimum en sable ou en béton.

Le CCTP ou les plans visés " Bon pour exécution " fixent la nature et les dimensions de la fondation ainsi qu'éventuellement du dispositif d'épaulement de la bordure et du dispositif destiné à assurer l'écoulement des eaux infiltrées dans le corps de la chaussée.

- Joints

Les joints ne devront pas avoir plus de 0,02m d'épaisseur et seront rejointoyés au mortier N°1.

- Réglage

Les bordures et caniveaux sont posés suivant les cotes alignements et déclivités fixés au projets ou prescrits par le Maître de l'Ouvrage.

- Tolérances admises

Les tolérances admises dans la pose des bordures et caniveaux seront $\pm 0,5$ cm par rapport à la cote définie à partir des éléments de profil en long et des profils en travers types correspondants.

Article 47 : Travaux de voirie

47.1 Type travaux routiers courants

Le mode d'exécution pour ce type de travaux sera réalisé conformément au CPC applicables aux travaux routiers courants.

47.2 Autres types de voirie

Le mode d'exécution des autres types de voirie est donné dans le CCTP.

Article 48 : Exécution des finitions et remise en état

48.1 Entretien des chaussées, trottoirs et accotements provisoires

L'Entrepreneur entretient les chaussées, trottoirs et accotements rétablis provisoirement, maintient et entretient la signalisation jusqu'à la réfection définitive ou jusqu'à la réception.

Faute par l'Entrepreneur d'assurer convenablement l'entretien provisoire et notamment les réparations consécutives aux tassements éventuels des tranchées et aux dégradations de leurs abords, il y est pourvu à ses frais et, sauf cas d'urgence ou de péril, après mise en demeure.

48.2 Réfection définitive des chaussées, trottoirs et accotements

La réfection définitive a pour but de rétablir les revêtements des chaussées, trottoirs et accotements avec des matériaux de caractéristiques équivalentes à l'existant. Elle est exécutée suivant le CPC relatif aux travaux routiers courants.

48.3 Remise en état du sol, des clôtures et bordures de trottoirs

Avant l'achèvement des travaux, il est procédé à la remise en état du sol et les clôtures ou bordures de trottoirs déposés sont reconstitués dans un état au moins équivalent à leur état initial.

Article 49 : Ouvrages en béton

49.1 Catégories de chantiers

Le CPC applicable à l'exécution des travaux de béton armé, approuvé par arrêté n°85-95 du 29/09/95 définit 2 catégories de chantiers:

Catégorie A

Chantiers de très petite importance respectant les conditions suivantes: (1)

- a/ Construction à un seul niveau (sans étage ni sous-sol et de surface couverte totale inférieure à 300m².
- b/ Construction où le béton mis en oeuvre ne dépasse pas 200m³.
- c/ Construction ne comportant que des éléments courants de portée limitée.

- * Poutres de longueur inférieure à 5 ml
- * Porte-à-faux inférieur à 1,20 ml
- * Elancement de poteau inférieur à 45

Catégorie B

Autres chantiers que ceux de la catégorie A.

(1) Les chiffres ne sont donnés qu'en tant qu'ordre de grandeur.

La catégorie du chantier sera définie dans le CCTP.

49.2 Classes de résistance des bétons pour chantier de catégorie B

Les classes de résistance nominale des bétons définies dans le NM 10.1.008 sont données dans le tableau ci-après:

Désignation de la classe et désignation courante du béton	Classe de ciment	Résistance nominale à 28 jours en bars	
		Compression sur cylindres à, 28 jours	Traction par flexion sur éprouvettes prismatiques à 28 jours
Classe B1 Béton de résistance mécanique Elevée (Eléments en béton armé fortement sollicités et éléments en béton précontraint)	CPJ 45	300	24
Classe B2 Béton de résistance mécanique assez élevée (Eléments d'ouvrages en béton armé normalement sollicités)	CPJ 45	270	22
Classe B3 Béton de résistance mécanique moyenne (Eléments d'ouvrages en béton armé faiblement sollicités)	CPJ 45 Ou CPJ 35	230	Non défini
Classe B4 Béton de résistance mécanique peu élevée (Eléments peu armés de petites dimensions, dallage éléments non armés assez fortement sollicités en compression)	CPJ 35	180	Non défini
Classe B5 Béton de résistance mécanique faible (Eléments non armés, peu sollicités, de grandes dimensions, béton coulé en grande masse, gros massifs de fondation, béton de remplissage...)			
Classe B4.E et B5.E Béton des classes B4 et B5 de faible perméabilité.	CPJ 35	130	Non défini
	CPJ 35	130 à 180	Non défini

49.3 Résistance nominale du béton pour petits chantiers de catégorie "A"

Pour les petits chantiers de catégorie A, lorsque les conditions de vérification sont celles définies au

paragraphe 73-b, la résistance nominale à la compression du béton à 28 jours à prendre en compte dans les calculs sera, contrairement aux spécifications du tableau ci-dessus, la suivante:

- 160 bars pour un dosage de 350kg/m³ de CPJ 45.
- 200 bars pour un dosage de 400kg/m³ de CPJ 45.

Dans les chantiers de catégorie A comportant des éléments particuliers tels que porte-à-faux importants, poteaux très élancés, planchers de grande portée, voiles etc... nécessitant une étude précise du béton et un contrôle suivi, les résistances nominales du béton à 28 jours à prendre en compte dans les calculs sont celles du tableau du paragraphe 49.2 et le dossier d'étude du béton établi comme pour les chantiers de catégorie B.

49.4 Dosage minimal

Les dosages en ciment des ouvrages en béton seront déterminés par l'Entrepreneur dans son dossier d'étude, en fonction des résistances nominales exigées qui interviendront dans les calculs.

Les exigences d'ouvrabilité et d'étanchéité (protection des armatures) imposent cependant les dosages minimum ci-après qui devront être impérativement respectés.

AGREGATS	D en mm (1)	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63
OUVRAGES	D ^{1/5}	1.45	1.52	1.59	1.66	1.74	1.82	1.90	2.00	2.09	2.19	2.2
Ouvrages Exposés à un milieu sans agressivité particulière (2)	B1	415	395	380	360	345	330	315	300	290	275	260
	B2	390	375	360	340	330	310	300	285	270	260	250
	B3	365	350	335	320	305	290	280	265	255	240	230
Ouvrages exposés à des conditions agressives sérieuses (3)	B1, B2 ou B3	460	440	420	400	385	370	350	335	320	300	290

(1) Dimensions en tamis

(2) En application des dispositions de la NM 10.1.008 (par.4.1.2.4) qui définit le

$$300 + \sigma'_n 28$$

dosage minimum de ciment par la formule: $C = \frac{300 + \sigma'_n 28}{D^{1/5}}$ avec

D = dimensions en tamis.

(3) Par dérogation à la NM 10.1.008, le dosage minimum de ciment est défini par la

$$700$$

formule: $C = \frac{700}{D^{1/5}}$ avec D = dimensions en passoire (DTU 21).

Remarque : D passoire (trous ronds) » 1,25 D tamis (trous carrés) voir paragraphe 5.2.4.1 de la NM 10.1.008.

49.5 Dossier d'étude des bétons

L'Entrepreneur doit pouvoir fournir, au début du chantier, un dossier d'étude des bétons qu'il compte utiliser. Ce dossier sera fonction de la catégorie des ouvrages telles que définie ci-dessus dans l'article 49.1

Le dossier d'étude peut être établi à partir des références antérieures de l'entreprise ou sur la base d'indications fournies par l'usine de béton prêt à l'emploi retenue.

Ce dossier peut comporter des résultats d'essais et d'autres éléments d'information qui peuvent, soit être établis à l'occasion du chantier concerné, soit provenir en tout ou partie de chantiers antérieurs comparables, soit provenir de l'usine de béton prêt à l'emploi retenue.

Informations contenues dans le dossier d'étude

Selon la catégorie du chantier, les informations que le dossier d'étude doit contenir sont indiquées par une croix (x) dans le tableau ci-après:

Caractéristiques du béton	A	B	Obs
Provenance des granulats	x	x	
Courbe granulométrique des granulats		x	(1)
Caractéristiques granulaires des granulats		x	
Compatibilité chimique des granulats		x	
Equivalent de sable (propreté des sables)		x	(2)
Nature, classe et provenance du ciment	x	x	
Analyse de l'eau lorsqu'elle ne provient pas d'un réseau public ou qu'elle n'est pas potable	x	x	(2)
Dosages des constituants du béton	x	x	
Provenance, dosage et mise en oeuvre des adjuvants	x	x	
Essai d'affaissement (slump test)			
Essai d'écrasement sur cylindres		x	(2)
Essais de traction sur prismes		x	(2) (3)
Description des moyens de confection du béton		x	(2) (3)
Description du mode de mise en place du béton	x	x	
Résistance caractéristique du béton	x	x	
		x	(4)

(1) suivant NM 00.1.002

(2) suivant NM 1.01.021

(3) Il s'agit d'essais d'étude entièrement exécutés en laboratoire avec les constituants qui seront utilisés par le chantier dans le but de déterminer la composition du béton compte tenu des caractéristiques demandées et les conditions de mise en oeuvre donnant la meilleure compacité possible.

Pour chaque catégorie de béton, il sera fait 24 prismes (dimensions en cm: 10x10x50) pour essais de traction et 24 cylindres pour essais de compression (dimensions: section = 200cm², hauteur: double du diamètre).

- 6 prismes et 6 cylindres seront essayés à 7 jours
- 18 prismes et 18 cylindres seront essayés à 28 jours

(4) La moyenne arithmétique des valeurs de chaque éprouvette, diminuée des 8 dixièmes de leur écart

quadratique moyen, devra être égale ou supérieure à la résistance nominale spécifiée. Les résultats à 7 jours doivent être égaux aux 69/100 de ceux obtenus à 28 jours pour la résistance à la compression et aux 78/100 pour la résistance à la traction.

49.6 Fabrication des bétons

Pour obtenir un béton de haute qualité avec le minimum de ciment et d'eau, les deux caractéristiques suivantes seront considérées comme essentielles:

- L'uniformité des bétons de gâchées en gâchées et d'un jour à l'autre.
- La mise en place très soignée avec des moyens permettant de travailler de manière satisfaisante des bétons peu fluides. L'affaissement optimal désiré, dans l'essai du cône d'Abrams, sera fixé d'après les essais.

Les bétons seront fabriqués mécaniquement lorsque la composition du béton aura été déterminée par un laboratoire agréé.

Le malaxeur devra comporter un doseur suffisamment précis pour respecter cette composition compte tenu des tolérances.

Les granulats seront introduits dans la bétonnière dans l'ordre ci-dessous sauf disposition particulière préconisée par l'Entrepreneur s'il est démontré qu'elle permet un mélange plus homogène des constituants du béton.

- 3/4 de l'eau nécessaire au mélange
- Gravettes
- Ciment
- Sable
- Le complément d'eau

Le dosage des constituants doit être réalisé par des procédés tels que soient effectivement respectées sur les masses dosées les tolérances suivantes ; sauf indications contraires du CCTP :

- ± 2% pour le ciment
- ± 3% pour chaque granulat
- ± 2% pour l'ensemble des granulats
- ± 2% pour l'eau.

La composition du béton devra être corrigée (en particulier l'eau) en fonction des teneurs en eau des constituants. La façon pratique dont les dosages seront réalisés devra être indiquée au Maître de l'Ouvrage. Les dosages devront être indiqués clairement sur des panneaux placés sur les lieux mêmes de la confection.

Des contrôles fréquents seront effectués régulièrement et le Maître de l'Ouvrage pourra demander à tout moment des contrôles qui devront être effectués immédiatement. Il disposera, d'autre part de tous les résultats de ces contrôles et pourra ainsi demander tout ajustement ou toute modification qu'il estimerait nécessaire pour la bonne exécution des ouvrages.

Le ciment doit être stocké par nature et par classe, à l'abri des intempéries, dans les conditions excluant tout risque de mélange des diverses qualités de stock.

Les granulats doivent être stockés par nature et par classe granulaire dans des conditions excluant tout risque de mélange et de souillures.

La quantité voulue de chaque catégorie sera introduite dans chaque gâchée, les constituants du béton étant transportés secs, séparément ou après mélange sec, jusqu'à la bétonnière. La teneur en eau des agrégats sera déterminée à intervalles réguliers et les ajustements nécessaires seront faits pour les dosages en eau. De la même manière, une correction en poids de sable devra être réalisée par des dispositifs automatiques en fonction de l'humidité.

Les bétonnières de type à tambour, seront étanches et équipées d'un système de lames assurant un malaxage efficace. Le malaxage durera au moins une minute et demi après l'introduction de tous les éléments du béton, y compris la quantité totale d'eau. Si cette opération ne produit pas un béton dans lequel les constituants ne sont pas uniformément répartis, sa durée pourra être augmentée.

La bétonnière tournera à une vitesse uniforme et devra être complètement vidée après chaque gâchée.

Le béton aura une composition et une consistance uniforme de gâchée en gâchée, sauf instruction contraire. Il sera absolument interdit de maintenir la gâchée dans le malaxeur assez longtemps pour qu'il soit nécessaire de rajouter de l'eau en vue d'obtenir la consistance demandée.

Les bétonnières ne seront pas remplies au-delà de leur capacité théorique et seront maintenues propres. Elles seront lavées à la fin de chaque période d'utilisation.

49.7 Bétons prêts à l'emploi préparés en usine

Les bétons prêts à l'emploi préparé en usine doivent répondre aux spécifications de la norme NM 10.1.011

Ces bétons sont :

- ou dosés et malaxés en installation fixe (Centrale de malaxage) et transportés de la centrale au lieu d'utilisation, soit dans des véhicules spécialement équipés de cuves tournantes (bétonnières et agitateurs portés), soit dans des véhicules à bennes munis ou non d'agitateurs.
- ou dosés et malaxés en installation fixe (Centrale de dosage) leur malaxage étant effectué ou parachevé dans les mélangeurs installés sur des véhicules (bétonnières portées).

49.7.1 Désignation

On distingue:

- **Bétons à caractéristiques normalisées "BCN"** : Ces bétons doivent répondre aux spécifications du chapitre 4 de la norme NM 10.1.008 (bétons de ciments usuels).

Leurs classes de résistance sont celles définies dans le paragraphe 49.2 ci-dessus.

Ils sont désignés par la mention " bétons à caractéristiques normalisées ", "B.C.N" en abrégé, suivie dans l'ordre, de la classe de résistance, de la consistance, de l'indice dimensionnel et de la désignation normalisée du ciment entrant dans la composition, et de la destination.

Exemple de désignation :

B.C.N : B2 - P3 - CPJ 45.

Béton armé.

- **Bétons à caractéristiques spécifiées "BCS"** : Ces bétons désignés par l'abréviation "B.C.S", sont définis expressément par toutes les données précisant leur composition ou leur caractéristiques particulières.

49.7.2 Conditions de préparation

La fabrication et le transport des bétons préparés en usine doivent respecter les prescriptions ci-après:

- a) Stockage des constituants
Idem que pour les bétons normaux.
- b) Dosage des constituants
- b1)** Le dosage des constituants solides doit être effectué d'après la masse des matériaux secs et calculé sur la base de 1m^3 de béton compacté à refus, les corrections nécessaires étant apportées pour tenir compte de la teneur en humidité des granulats au moment du mélange.

Lorsque les différents granulats sont posés sur la même bascule, ils doivent l'être successivement soit séparément soit cumulativement.

- b2)** Le dosage de l'eau d'apport calculé sur la base de 1m^3 de béton compacté à refus, en tenant compte de la teneur en eau des granulats, est traduit en masse ou en volume, obligatoirement à la centrale.

La quantité d'eau correspondant au béton transporté peut être incorporé au mélange soit à la centrale, soit en cours de transport dans le véhicule mélangeur, qui doit alors comporter un dispositif mesurant la quantité d'eau d'apport, ne pouvant fonctionner qu'à l'arrêt du véhicule et susceptible d'être contrôlé.

49.8 Coffrages – Décoffrage

a- Coffrage

Les bois utilisés seront sains, de bonne qualité, exempts de fentes et de cassures, leurs arrêtes seront vives et rectilignes, ils ne seront ni gauches, ni voilés.

Les coffrages seront rigides, indéformables, parfaitement étanches.

Les contre-plaqués utilisés seront des contre plaqués "marins".

Les coffrages métalliques ne devront pas être oxydés, leurs surfaces seront planes, leur raidisseurs parfaitement rectilignes, feront corps avec le panneau, leur assemblage sera jointif et étanche.

Les coffrages se présenteront suivant les catégories ci-après:

- *- **Coffrage type A ou "grossier"**: pour surfaces non vues. Constitué par des matériaux assemblés jointifs mais non de premier choix et conduisant à des surfaces comportant des irrégularités et inégalement dressées.
- *- **Coffrage type B ou coffrage "ordinaire"**: constitué de bois de sciage juxtaposés ou de panneaux, le jeu entre éléments est au maximum de 2mm et la dénivelée tolérée normalement en plan est limitée à 3mm. Ils donneront des surfaces planes unies, sans marque ni effet de paroi.
- *- **Coffrage type C ou coffrage "normal"**: destiné aux éléments devant rester bruts de décoffrage.

Pour réaliser des parements d'aspect très soignés parfaitement dressés sans irrégularités ni bavures, ils seront réalisés en planches rabotées après assemblage ou en feuilles de contreplaqué. Les jeux indiqués ci-dessus deviennent 0,5mm et 1mm.

Les joints seront obturés par joints adhésifs. Les balèvres devront dans ce cas être soigneusement enlevées et

rapées (au feutre).

*- **Coffrage métallique ou coffrage plastique**: après réception par le Maître de l'Ouvrage.

*- **Coffrage type D ou coffrage pour "parement fin" ou coffrage "soigné"**: destiné aux éléments restant bruts de décoffrage.

Les faces devront être parfaitement lisses, sans balèvres, épaufrure, manque ou effet de paroi. Les coffrages seront réalisés en éléments bouvetés, rabotés après assemblage. La disposition des panneaux sera étudiée en vue de l'aspect. L'obturation des joints devra se faire dans l'épaisseur du coffrage (pas de saillie sur la surface intérieure des coffrages). Les joints seront éventuellement poncés, les faces et arêtes seront soigneusement dressées, les balèvres seront meulées.

NOTA: Les coffrages type C et D peuvent subir un traitement complémentaire en vue de leur utilisation:

-Coffrage type C bis: traitement des parois avec un produit de cure appliqué pour revêtement scellé ou ravalement.

-Coffrage type D bis: mise en place d'un enduit de finition pour revêtement collé.

Les coffrages de type C bis, D et D bis feront l'objet d'une réception préalable.

Le choix des coffrages sera fonction de la nature des faces du béton (vues ou cachées, brutes de décoffrage ou enduites).

Pour les coffrages courants, il sera fait usage de pin des landes de bonne qualité. Les panneaux seront soigneusement embarrés et butés.

L'emploi de coffrage à parements plastifiés sera soumis à l'agrément du Maître de l'Ouvrage qui pourra exiger des essais préalables.

Les coffrages devront être parfaitement étanches et non déformables sous l'effet de la vibration. Leur rigidité sera telle que le profil des éléments moulés ne devra pas s'écarter de plus de 5mm du profil théorique.

Pour les parements qui seront conservés bruts de décoffrage, les matériaux utilisés devront permettre l'obtention d'arêtes soignées et de surfaces parfaitement lisses. Dans ce but, tous les parements vus seront traités en parement fins.

Les conditions d'emploi des tiges, boulons, fils d'acier de diamètre quelconque destinés à solidariser ou à rigidifier les coffrages et sortant d'un parement devront être soumises à l'agrément du Maître de l'Ouvrage.

La surface intérieure des coffrages de parement sera traitée avec un produit l'empêchant d'adhérer au béton. Ce produit ne devra ni tacher ni colorer le parement. Le cas échéant, les tâches de toute nature devront être enlevées soigneusement dès leur découverte.

Tous les coffrages seront implantés correctement, et toute trace de sciure ou de matériau étranger sera soigneusement enlevée avant le bétonnage ; si nécessaire, on prévoira dans les panneaux des ouvertures provisoires à cet effet.

Les planches défectueuses seront refusées. Le réemploi ne peut être fait que pour des éléments n'ayant pas subi de détérioration lors du décoffrage. Le refaçonnage ne sera fait que lorsque les nouvelles dimensions s'y prêteront.

Les coffrages seront conçus de façon à permettre leur enlèvement facile sans endommager le béton ni casser les panneaux.

Les éléments constitutifs devront être parfaitement calés de façon à présenter une résistance suffisante aux efforts dus au poids du béton et à la poussée résultant des vibrations, en vue d'obtenir les dimensions et positions définies sur les plans (contre-flèche pour tenir compte des déformations des coffrages et étaielements et de celles des ouvrages proprement dits).

L'ajustement des panneaux devra être soigneusement fait (étanchéité des joints) et particulièrement pour les faces devant rester brutes de décoffrage.

Le colmatage des joints sera fait de préférence par bandes compressibles.

Dans le cas où des fixations (entretoises, cales) intérieures sont utilisées, il est nécessaire qu'elles soient judicieusement disposées par rapport aux parements. Les fixations métalliques devront pouvoir être démontées (ex. ronds d'acier traversant à munir de gaine en plastique en vue d'un retrait facile, les trous résultant devront être obturés).

Les éléments devant être pris au coulage devront être disposés exactement aux endroits indiqués, de même que les coffrages des trous de scellement.

Les coffrages des éléments de grande hauteur, coulés en une seule fois, devront être, sur une face au moins, décomposés en éléments, mis en place au fur et à mesure de la progression du bétonnage, ou devront comporter des trappes, afin de permettre la vérification en cours de coulage de la position des armatures et de l'introduction des vibrateurs.

Les blocs constituant les coffrages des réservations seront conservés aussi longtemps que nécessaire avant la fixation, afin d'éviter la présence d'eau dans les trous.

b- Décoffrage

Les délais d'enlèvement d'étais et de décoffrage seront soumis par l'Entrepreneur à l'agrément du Maître de l'Ouvrage.

Le décoffrage se fera le plutôt possible pour éviter tout retard dans le but du traitement des parements, et permettre au plutôt les réfections des parties défectueuses. Mais il ne se fera jamais avant que le béton ait atteint une résistance suffisante pour ne faire craindre ni affaissement, ni dommage quelconque du fait des contraintes qu'on lui imposerait.

c- Dispositions particulières pour coffrage glissant

Dans le cas de coffrage glissant, le chantier devra suivre un emploi du temps parfaitement défini à l'avance et tout spécialement en ce qui concerne la mise en place des armatures et des coffrages pour les trous et scellements à réserver dans les parois.

49.9 Bâches de protection

Des bâches en quantité suffisante devront être maintenues pour assurer la protection des ouvrages en cours contre les intempéries, si nécessaire.

49.10 Armatures

Avant leur mise en place, les armatures (et tous leurs supports métalliques) seront nettoyées pour éliminer les traces de béton, de poussières diverses, de graisse et toute autre matière néfaste. Les plaques de rouille ou de calamine (qui pourront s'enlever par brossage énergétique) seront considérées comme néfastes. Après leur mise en place, les armatures seront maintenues propres jusqu'à enrobage complet.

Les armatures seront placées avec précision et maintenues solidement de façon à ne pouvoir bouger lors du bétonnage; on s'attachera tout spécialement à éviter de déplacer des armatures du béton déjà coulé. Des chevalets, suspentes, épingles métalliques, cales en béton, ou tout système acceptable pourront être utilisés à cet effet.

Toutes les ligatures en fil de fer se termineront du côté de la masse du béton et ne devront pas pointer vers les parements.

Les cales de position utilisées seront en mortier ou en amiante ciment, à l'exclusion de chutes de ronds à béton. Les cales en plastique seront proscrites dans les zones en tension (facilitant la fissuration).

La surface en contact avec les coffrages devra être la plus réduite possible. Un plan d'implantation de ces cales est recommandé.

Les tracés en "baïonnette" sont interdits. L'utilisation de treillis soudés est conditionnée par la régularité obligatoire à obtenir des éléments constitutifs (pas de "sinusoïde").

Le soudage des armatures sur chantier doit demeurer exceptionnel. Lorsque le soudage des armatures est envisagé la définition du programme devra être soumise au Maître de l'Ouvrage pour approbation.

Ce programme devra définir le nombre des soudures sur une longueur de scellement, leur emplacement ainsi que la qualité et les dimensions des électrodes en fonction de la nature de l'acier des armatures, de l'énergie de soudage, de la cadence de soudage....

Le soudage des armatures pour la préfabrication est autorisé sous les réserves indiquées ci-avant.

Les armatures sont coupées et cintrées à froid. Les appareils à cintrer sont munis de jeux de tous les mandrins permettant de réaliser les courbes prescrites. Aucune tolérance en moins ne peut être accordée sur les diamètres minimaux des mandrins.

Le façonnage des armatures sera obligatoirement fait avant la pose de celles-ci dans les coffrages.

Pour les ronds lisses, le cintrage s'effectuera sur des mandrins dont les diamètres minimaux seront de:

- Barre de diamètre au plus égal à 12mm: 3 fois le diamètre de la barre.
- Barre de diamètre supérieur à 12mm: 5 fois le diamètre de la barre.
- Barre de diamètre supérieur à 25mm: 8 fois le diamètre de la barre.

Pour les barres à haute adhérence qui ne devront pas présenter de déformations permanentes ou accidentelles, les conditions de pliage et façonnage seront conformes aux recommandations d'emploi contenues dans les fiches d'identification du fournisseur.

A défaut de fiches d'identification, les diamètres minimaux des mandrins seront ceux indiqués dans la norme

NM 01.04.095..

Les armatures seront placées par rapport aux coffrages en conformité avec les règlements ou recommandations spécifiques au type d'ouvrage exécuté et de sa destination.

49.11 Conservation et mise en oeuvre des bétons

La cadence de production du béton doit correspondre à celle de la mise en oeuvre. Les gâchées devront en principe être utilisées dans la demi-heure qui suit la confection.

La réhumidification du béton est interdite. L'emploi du béton ayant subi un commencement de prise est interdit et l'évacuation immédiate de l'emprise du chantier d'un tel béton peut être exigée par le Maître de l'Ouvrage.

La mise en oeuvre du béton ne s'effectuera qu'après vérification des coffrages et des armatures.

Les bétons coulés dans des coffrages déformés par suite de mauvais étaielements seront refusés même s'il s'agit des faces cachées.

Toutes les parties d'ouvrage dont les coffrages seront déplacés au cours du bétonnage, pourront être démolies et refaites sur ordre du Maître de l'Ouvrage.

La recoupe et l'enlèvement des balèbres seront faits soigneusement sur les faces devant rester brutes de décoffrage.

Le coulage sera organisé de façon à terminer dans la journée un élément d'ouvrage. En cas d'interruption, toutes dispositions seront prises (ferraillage de liaison etc...) pour assurer une prise correcte. Ces dispositions seront présentées au Maître de l'Ouvrage pour approbation.

Les arêtes devront être protégées jusqu'à achèvement et le plus grand soin sera apporté au serrage du béton qui sera effectué:

- par vibration superficielle à l'aide de règles ou taloches vibrantes qui seront employées sur de grandes surfaces (dalles, hourdis) et sur des épaisseurs qui ne dépasseront pas 15cm.

- par pervibration à l'aide d'aiguilles vibrantes introduites dans le béton dont l'épaisseur ne dépassera pas 40cm.

La vibration des armatures et des coffrages est interdite.

Les aiguilles vibrantes seront manipulés verticalement, lentement et à vitesse régulière. En aucun cas ces aiguilles ne devront servir à l'étalement du béton. La pervibration s'effectuera sur de courtes périodes mais en de nombreux points suffisamment rapprochés. A la fin de la période de vibration, les aiguilles seront retirées lentement du béton et en vibration afin d'éviter de laisser des trous qui se rempliraient de laitance.

Le diamètre des vibrateurs sera adapté au volume à vibrer et la fréquence de vibration comprise entre 150 et 370 Hz.

Les affaissements du béton seront les suivantes (slump test - cône d'Abrams) avec les procédés courants de mise en place:

- Ouvrages courants : 4 à 8 cm, mise en place par vibration

- Ouvrages minces : 12 cm maxi
- Ouvrages exceptionnellement ferrailé : 12 cm maxi

Dans le cas où l'ouvrabilité d'un béton est améliorée par un adjuvant, l'affaissement au slump-test de ce béton sans adjuvant ne dépassera 4 ou 5cm pour un béton à la benne et 8cm pour un béton pompé.

L'emploi de la pompe à béton est subordonné à l'emploi d'une composition particulière du béton sous réserve que cela n'entraîne aucun affaiblissement de la résistance à la compression et à la traction.

L'emplacement des pompes doit être choisi judicieusement: accès facile, canalisations de trajets simples et avec le minimum de coudes. Le diamètre de la tuyauterie devra être supérieur ou égal à 4D (D = diam. max. des granulats).

Par temps chaud (température supérieure ou égale à 25°C) les conduites devront être protégées (sacs ou tapis arrosés).

49.12 Transport

Le transport du béton doit se faire de manière à éviter toute ségrégation; les dispositions relatives au transport de béton devront être soumises à l'agrément du Maître de l'Ouvrage avant réception.

Le béton sera acheminé vers les ouvrages rapidement, par des moyens qui l'emmèneront aussi près et aussi directement que possible au point de bétonnage.

La méthode de transport choisie devra éviter toute ségrégation ou perte de constituant. Les bennes devront pouvoir être facilement vidées et leur forme tiendra compte des dimensions des agrégats et de la facilité de mise en place dans les coffrages.

Le béton est transporté dans des conditions qui ne donnent lieu ni à ségrégation ni à commencement de prise avant mise en oeuvre. Toutes précautions seront prises pour éviter, en cours de transport, une évaporation excessive ou l'intrusion de matières étrangères.

49.13 Opérations préliminaires avant le bétonnage:

- a. Généralités: L'accord du Maître de l'Ouvrage devra être donné avant le début de tout bétonnage. Tout bétonnage sera interdit quand il apparaîtra que les conditions empêchent une mise en place ou une prise correcte, que les délais entre levées ne seront pas respectés, que la préparation de la surface du rocher ou béton mis en place n'est pas terminée, ou pour toute autre raison du même ordre.
Aucun béton ne sera coulé avant que les coffrages, la disposition des éléments à enrober et la préparation de toutes les surfaces intéressées n'aient été approuvées. Le bétonnage dans l'eau sera exceptionnel et fera l'objet d'un accord spécial. Aucun béton définitif ne sera coulé dans l'eau courante, ni ne sera soumis à l'action de l'eau courante avant son durcissement. Toute surface de coffrage ou d'éléments enrobés qui aurait été recouverte de mortier sec ou de laitance pendant une coulée antérieure, sera soigneusement nettoyée avant le bétonnage.
- b. Contrôle des profils des fouilles à bétonner: Le bétonnage ne pourra être entrepris qu'après contrôle du profil des fouilles.

Les plans d'exécution, modifiés s'il y a lieu, compte tenu des fouilles supplémentaires demandées par le Maître de l'Ouvrage après réception, définiront les surfaces théoriques pour les parois des fouilles destinées à être en contact avec le béton. Pour les bétons à l'air libre, les déblais devront être conduits de telle manière

qu'aucune saillie de rocher ne pénètre à l'intérieur des profils théoriques prescrits.

c. Reprise de bétonnage :

A chaque reprise sur béton durci, la surface de l'ancien béton sera rendue rugueuse et nettoyée à vif par un traitement approprié.

En l'absence de dispositions particulières prévues dans le CCTP, la surface de reprise sera humidifiée à saturation et certaines dispositions seront à observer lors de la reprise de bétonnage :

- Nettoyage parachevé à l'air comprimé ;
- Augmentation de durée de vibration près des surfaces de contact ;
- Aciers de couture si l'effort engendré par frottement mécanique n'est pas une compression et ne fait pas un angle supérieur à 45° avec cette surface.

Les positions des arrêts de bétonnage doivent être liées à l'aspect esthétique de l'ouvrage, de la conception des échafaudages et de l'étalement: (déformation, fissures résultantes). La surface des reprises sera normale aux contraintes principales de compression et pour les pièces fléchies à 45° par rapport à la fibre neutre dans les zones de contraintes minimales.

Il est possible également de pulvériser des retardateurs de prise (pour parement de mur en béton lavé) sur le fond du coffrage.

En tout état de cause, les reprises de bétonnage devront apparaître sur les plans d'exécution accompagnés du mode de reprise explicitement défini au programme de bétonnage. Elles seront à soumettre à l'approbation du Maître de l'Ouvrage.

L'emploi de barbotine est interdit.

49.14 Bétonnage par temps chaud

La chaleur a pour effet d'accélérer la réaction d'hydratation des ciments, donc d'augmenter le dégagement de chaleur d'hydratation, d'où risque de retrait thermique important et de fissuration. On devra donc veiller à l'application des principes suivants :

- 1 . Mettre en oeuvre un béton aussi compact que possible.
- 2 . Utiliser un ciment à faible chaleur d'hydratation.
- 3 . Réduire le dosage en ciment au minimum technique compatible avec les caractéristiques demandées au béton.
- 4 . Utiliser un plastifiant réducteur d'eau, de façon à diminuer la quantité d'eau libre du béton.
- 5 . Utiliser un retardateur de prise, qui étalera dans le temps le dégagement de chaleur d'hydratation.
- 6 . Refroidir éventuellement les constituants du béton par l'utilisation d'eau froide pour le gachage.
- 7 . Humidifier le béton déjà durci au contact duquel sera déposé le béton frais, afin d'éviter la

migration de l'eau du béton frais.

8 . Couvrir les ouvrages après bétonnage, afin de s'opposer à l'évaporation de l'eau du béton frais.

9 . Stocker les granulats à l'abri.

10. Arrêter le bétonnage pendant les heures les plus chaudes et utiliser le travail de nuit en veillant sur la qualité des reprises de bétonnage.

11. Mettre en oeuvre le béton dans les délais les plus rapides après malaxage.

49.15 Cure du béton

L'adoption de la cure du béton n'est pas limitée aux seules périodes d'ensoleillement.

Les produits de cure utilisés devront avoir reçu l'approbation du Maître de l'Ouvrage. Dans le cas où ils ne feraient pas l'objet d'un agrément, des essais préalables devront être faits (en particulier taches résiduelles, détermination du degré de protection et des paramètres d'identification).

L'application des produits de cure est interdite sur les surfaces destinées à recevoir une chape d'étanchéité adhérente.

La cure est alors nécessairement à réaliser dès le début de prise soit 30mn au plus tard après la mise en place du béton. De même sur les surfaces coffrées, l'application de la cure est à prévoir.

La cure par humidification sera faite d'une façon permanente (utilisation de paillasons, nattes, ...). Dans le cas d'utilisation de produits de cure, ceux-ci seront pulvérisés. Ils seront colorés de façon à juger de la continuité de l'application sans que pour cela la coloration demeure après la cure. Les produits de cure ne peuvent être employés que s'ils sont agréés par le Maître de l'Ouvrage.

49.16 Traitement thermique

Des éléments préfabriqués ou coulés en place pourront être traités après coulage par chauffage ou étuvage à la valeur saturante afin de permettre un décoffrage plus rapide. Ils seront maintenus au cours de cette opération à une température inférieure à 80°C. Cette température sera mesurée constamment en plusieurs points du moule et à un taux d'humidité de 100% après décoffrage. Ils seront maintenus en atmosphère humide pendant 7 jours au moins.

En tout état de cause dans le cas d'un tel traitement, la méthode que compte employer l'Entrepreneur devra être clairement explicitée et soumise à l'approbation du Maître de l'Ouvrage.

Malgré l'obtention plus rapide d'une reprise à la compression selon le raccourcissement par fluage, la valeur du module d'élasticité sous chargement de longue durée sera évaluée en tenant compte de l'âge réel du béton et de la résistance à la compression d'un même béton non traité thermiquement.

49.17 Traitement des surfaces finies, réparations éventuelles:

Tous les parements de béton seront au profil demandé (avec les tolérances indiquées au présent CCTG), et lisses sans traitement de surfacage après la prise.

Toutefois, au cas où il serait nécessaire d'exécuter un enduit rapporté, celui-ci ne le serait qu'après un

repiquage soigné, mettant à nu la mosaïque du béton et après humidification de la surface repiquée pendant au moins quarante-huit heures.

Les réfections de parements défectueux seront traitées comme indiqué ci-dessus et devront satisfaire aux prescriptions du présent CCTG. Les frais résultants seront à la charge de l'Entrepreneur.

Ces réfections de parements seront effectuées le plutôt possible et au plus tard 24 heures après l'enlèvement des coffrages. Le béton endommagé par quelques efforts que se soit ou présentant des nids de cailloux, le béton fracturé ou présentant toute autre défectuosité, seront démolis ou remplacés, soit par du mortier sec, soit par un béton frais.

Le béton qui présentera trop d'irrégularités de surface pourra être démolit et recoulé, pour amener le parement au profil indiqué, selon les instructions du Maître de l'Ouvrage et aux frais de l'Entrepreneur. Tous les matériaux et procédés employés pour la réparation du béton, devront être soumis à l'approbation du Maître de l'Ouvrage. Dans le cas de remplissage de cavités de surface, le béton ou le mortier utilisé devra adhérer parfaitement au béton en place et ne présenter aucune trace de dépression ou de fissure de retrait.

Certaines parties au contact de l'eau pourront faire l'objet d'un traitement spécial de surface, à la demande du Maître de l'Ouvrage et au vu de la surface de béton obtenue après décoffrage, même si les tolérances fixées dans le présent CCTG, sont respectées.

Ce traitement consisterait en:

- Un sablage général de la surface ;
- Un nettoyage soigné au jet d'eau et d'air sous pression ;
- Un moulage général.

Les inégalités brusques ou progressives dépassant les tolérances, seront moulées soigneusement ou traitées de manière satisfaisante aux frais de l'Entrepreneur.

Les procédés employés seront décidés en chaque cas avec l'approbation du Maître de l'Ouvrage, mais en aucun cas, la pente des raccordements par rapport aux surfaces théoriques ne devra dépasser 1/20.

Dans les parties devant être exposées à l'eau en vitesse, les réparations seront effectuées de la façon suivante:

- 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 rapporté ;
- Application d'un mortier à liant de résine "époxy" ou similaire ;
- Après traitement de cure ou durcissement du mortier, moulage de la surface.

Les spécifications relatives à la mise en oeuvre et au traitement après mise en oeuvre (ou cure) du mortier d'époxy (ou similaire) seront conformes à celles indiquées par le fabricant de la résine.

La provenance de la résine, la composition du mortier et d'une façon générale toute documentation technique relative à ce produit, devront être fournies par l'Entrepreneur pour obtenir l'autorisation d'emploi du Maître de l'Ouvrage. Celui-ci pourra en outre imposer un produit différent, en indiquant le mode de mise

en oeuvre.

Pour les ouvrages désignés ci-dessus, la pente des raccordements par rapport aux surfaces théoriques ne devra en aucun cas dépasser 1/20, comme pour les autres ouvrages. Le Maître de l'Ouvrage pourra, s'il le désire, demander une précision supérieure, les dépenses supplémentaires correspondantes étant alors à sa charge.

49.18 Spécifications particulières à certains types d'ouvrages

49.18.1 Béton coulé à pleine fouille

Toute fouille à recouvrir de béton, sera nettoyée et préparée avant toute opération de bétonnage.

Le béton ne sera coulé à pleine fouille que dans les terrains secs et compacts. Toutes les précautions seront prises pour qu'aucune parcelle de terre ne se mélange au béton.

Au cas où le terrain présenterait lors du coulage des risques d'éboulements partiels, une protection devra être établie.

Cette protection pourra être soit abandonnée après coulage, soit retirée avant mise du béton. Dans le cas où elle est laissée en place, les matériaux la composant seront imputrescibles et non compressibles.

49.18.2 Bétonnage de paroi ou poteau de grande hauteur

a- Dispositions générales de mise en place

Les coffrages devront être aménagés de façon à pouvoir contrôler le bétonnage et introduire les vibrateurs.

Le béton devra être descendu par des tubes formant goulottes verticales arrivant jusqu'au niveau du béton frais et en aucun cas la hauteur de chute libre ne devra dépasser 1,50 mètres.

Le ferrailage devra être conçu de façon à permettre la mise en place des tubes de coulage et leur relevage progressif.

b- Dispositions particulières pour voiles

Le bétonnage se fera par couches horizontales continues d'épaisseur maximum 50 cm.

Pour chaque couche, le béton sera déposé sans interruption par cordons parallèles aux coffrages.

De toute façon, la mise en place se fera suivant un plan bien défini et approuvé.

Chaque couche recouvrira la précédente avant que celle-ci n'ait fait prise et, pour cette raison, on pourra parfois commencer à couler une deuxième et une troisième couche avant l'achèvement de la prise de la première.

La superposition d'une couche de béton frais à une couche déjà mise en place ne sera pas considérée comme une reprise de bétonnage si cette dernière couche peut être pervibrée à nouveau (on pourra généralement reconnaître qu'il en est ainsi, si l'aiguille d'un pervibrateur pénètre sans difficulté dans cette couche et que son logement se referme lors de son enlèvement).

L'Entrepreneur prendra toutes précautions pour éviter le déplacement et la déformation des éléments

enrobés tels que armatures, pièces fixes etc..., lors de la mise en place du béton.

Si on doit interrompre la coulée, toutes précautions seront prises pour assurer la liaison entre le béton déjà coulé et le béton futur. On placera des coffrages d'arrêt, avant le début de la prise, pour pouvoir vibrer complètement les dernières gâchées. La coulée ne sera pas reprise avant que le béton en place n'ait suffisamment durci. Dans ce cas, la surface de contact sera traitée comme un joint de reprise courant.

Tout béton qui, à cause d'une interruption de bétonnage, n'aurait pas été vibré, devra être démoli avant la reprise des travaux et traité comme spécifié à l'article 49.13.c.

Sur une fondation en pente, pour éviter la formation des languettes de béton trop minces pour pouvoir être vibrées correctement, on disposera des coffrages d'arrêt de telle sorte qu'en aucun point d'épaisseur ne soit inférieur à 30 cm.

Le Maître de l'Ouvrage pourra interdire le début du bétonnage à l'air libre pendant les heures chaudes des mois d'été.

Aucun bétonnage n'aura lieu au cours d'intempéries considérées comme dangereuses pour le béton.

49.18.3 Poteaux

Des bases de 0,15 m de hauteur au minimum seront coulées avant le coffrage des poteaux. Ces bases sont destinées à assurer un traçage parfait, à permettre le serrage des coffrages et à éviter la ségrégation du béton en pied de poteau. Le coulage des poteaux se fera en une seule fois mais les coffrages devront permettre le coulage d'une hauteur maximale de 1,50 m. Pour cela, une face de coffrage devra rester libre et devra pouvoir recevoir un panneau supplémentaire pour la finition du coulage.

Aucun ragréage ne sera toléré avant réception par le Maître de l'Ouvrage. Dans le cas où certaines parties présenteraient des cavités importantes, le poteau douteux sera démoli.

En aucun cas, les attentes des poteaux ne seront déviées pour rattraper un défaut éventuel de traçage.

Le plus grand soin sera observé lors du coulage des éléments de faible section. Par temps chaud, les coffrages seront abondamment trempés avant coulage et maintenus humides pendant 48 heures. Aucun décoffrage ne sera admis avant 48 heures.

Après le décoffrage, le béton devra rester humide par arrosage abondant pendant trois jours au minimum.

Tous les poteaux intégrés dans la maçonnerie constituée soit de moellons soit de blocs seront coulés après le montage de ces maçonneries.

49.18.4 Poutres et chaînages

Les étalements des poutres devront être exécutés de manière à empêcher toute flèche. Les étais seront posés sur une semelle de répartition en madrier et en aucun cas, les cales ne seront exécutées par des éléments tels que briques, agglos, cailloux etc...

Dans le cas d'emploi d'étais en bois, les cales seront en forme de coin et en bois dur.

49.18.5 Nervures de hourdis et table de compression

Avant tout coulage, les hourdis seront arrosés jusqu'à saturation. L'enrobage des aciers sera particulièrement soigné dans les nervures.

L'Entrepreneur pourra proposer l'emploi de planchers semi-préfabriqués. Cette demande devra être faite au Maître de l'Ouvrage pour approbation.

49.18.6 Dalle pleine

Le ferrailage de la dalle sera exécuté conformément aux plans de béton armé. L'attention sera portée sur les jonctions dalle-poutres. Le coulage sera effectué en une seule fois et le béton devra être vibré en permanence dans les conditions fixées au présent CCTG.

49.18.7 Procédés de préfabrication ou d'industrialisation

Dans le cas de réalisation d'ouvrages par utilisation de procédés de construction industrialisée (préfabrication partielle pour certains éléments, emploi de moules spéciaux etc...) l'Entrepreneur devra respecter les conditions ci-après:

- Respect des conditions définies au projet:
 - . Isolations phonique et thermique
 - . Aspect et nature des parements
 - . Epaisseur minimale

- Coordination avec les autres corps d'états

Article 50 : Appareils tournants ou vibrants

Indépendamment des prescriptions ci-après, l'Entrepreneur, en coordination avec les fournisseurs et installateurs des équipements, devra adopter des dispositions telles que les vibrations ne soient pas transmises. Il en sera de même en ce qui concerne les problèmes de transmission de bruit, en particulier s'il s'agit d'installations dans des bâtiments d'habitation.

Article 51 : Joints étanches de dilatation et de rupture

51.1 Type de joints

a) Joint de dilatation

Il se compose:

- d'une plaque en produit synthétique non organique, collée sur une des faces du béton. Ce produit sera étanche et n'absorbera d'aucune façon l'eau,
- d'un joint profilé en caoutchouc du type Waterstop ou similaire formant la fermeture du joint,
- d'un produit plastique noir ou gris fermant le joint sur les fronts de l'ouvrage,
- d'une simple ou double cornière en laiton faisant fermeture du joint au niveau des sols.

b) Joint de rupture complet (avec arrêt des armatures)

La composition du joint est la même que celle des joints de dilatation à une exception près: la plaque de produit synthétique est supprimée et le deuxième béton coulé directement contre le premier.

c) Joint de rupture partiel (armatures continues)

Le joint se compose uniquement d'un enduit anti-adhésif et d'une fermeture dans la partie supérieure du radier par un produit plastique noir ou gris.

51.2 Mise en place des matériaux

a) Plaque en produit synthétique. Poids spécifique 30 kg/m^3 . Epaisseur de 8, 10 ou 12 mm.

Découpage et collage des plaques sur la face décoffrée du joint au moyen de lait de ciment ou produits bitumineux pour autant que ce dernier n'attaque d'aucune façon les plaques. Ces dernières seront proprement jointoyées.

La pose du mastic de la fermeture du joint s'exécutera ultérieurement après avoir éliminé sur une certaine profondeur au moyen d'une flamme à gaz le produit initial du joint.

b) Joint profilé

Les types employés (Seuralite ou similaire) pourront légèrement varier en fonction du marché national pour autant que leurs caractéristiques soient respectées. Ces joints seront d'un type éprouvé et offrant des garanties suffisantes de longue durée.

Le collage des bandes entre elles dans les formes droites, angles et T etc..., se fera par pression à la température recommandée par le fabricant.

Les prescriptions de pose dans les coffrages et leur fixation seront conformes aux directives du fabricant.

c) Fermeture du joint par un produit plastique noir ou gris comprend:

-Nettoyage de la zone de fermeture au moyen d'air comprimé.

-Peinture adhésive (PRIMER) sur les surfaces du joint. Le PRIMER sera adapté au mastic suivant les prescriptions du fournisseur.

-Pose d'une feuillure de matériau anti-adhésif au fond de la rainure (dimensions 20x15mm).

-Pose du mastic suivant les prescriptions du fournisseur:

* Le mastic noir sera d'une composante bitumineuse sur base de caoutchouc.

Après échauffement de la masse à l'air chaud ou au bain d'huile à une température de 50°-80°C, elle sera placée dans le joint au moyen d'une spatule. Il est à noter que ce produit n'est pas forcément résistant aux huiles.

* Le mastic gris gardant son élasticité est un matériel en deux composantes sur base de Polysulfide (Thiokol).

La masse du mastic sera mélangée avec un durcisseur et sera appliquée dans le joint au moyen d'un pistolet fonctionnant à l'air comprimé.

Ce produit résistant aux huiles, gardera sa qualité entre 40° et 70°C.

d) Pour les joints traversant les sols, pose d'une simple ou double cornière en laiton:

- Dimensions 30/15/4 mm
- Pattes d'ancrage de même en laiton 20/3 mm, longueur 50 mm
- Réglage exacte de la cornière y compris mortier d'enrobement.

Article 52 : Pièces métalliques et matériels enrobés

a- Généralités

Avant le bétonnage, tous les matériels à enrober devront être obligatoirement fixés à leur place exacte.

Ils seront propres, exempts de toute graisse, débarrassés de rouille, peinture, calamine ou laitance. Sauf autorisation spéciale du Maître de l'Ouvrage, on ne noiera pas de bois dans le béton.

b- Scellement

Les petits scellements (de volume inférieur ou égal à 50 décimètres cubes, qu'elles que soient les dimensions), seront exécutés avec du mortier composé, en poids, d'une part de sable et d'autre part de ciment. Il contiendra assez d'eau pour assurer une consistance et une maniabilité satisfaisantes.

Des coffrages seront installés, si nécessaire, et on remplira soigneusement tous les vides du béton de première phase. Du mortier sec sera utilisé suivant les instructions particulières pour chaque cas.

Pour les autres scellements, on utilisera en principe du béton de la classe B1 ou B2 suivant la qualité recherchée et la destination de l'ouvrage.

Les gros scellements pourront être réservés au moyen de coffrages perdus confectionnés, autour des étriers ou pièces de scellement, au moyen de grillage, type Nerlat ou similaire, découpé et soudé aux formes appropriées et fixé au moyen de ronds à béton servant de raidisseurs. Avant leur mise en place et leur fixation dans les coffrages, les boîtes à scellement ainsi confectionnées seront enduites au moment de la mise en place du béton. Après prise du béton, l'intérieur des boîtes sera contrôlé; celles-ci seront au besoin débarrassées de tout corps étrangers, puis elles seront soigneusement obturées en attendant le montage du matériel.

Article 53 : Fabrication des mortiers

53.1 Composition et emploi des mortiers

Suivant leur emploi, les mortiers auront en principe, les compositions ci-après:

* Mortier B - Pour maçonnerie et cloisons.

- Ciment CPJ 45 300 Kg
- Sable de mer et sable de concassage dépoussiéré 1.000 L

* Mortier C - Pour scellement et enduits intérieurs et extérieurs.

- Ciment CPJ 45 400 Kg
- Sable de mer et sable de concassage dépoussiéré 1.000 L

* Mortier E - Pour enduits étanches.

- Ciment CPJ 45 450 Kg

- Sable de mer et sable de concassage dépoussiéré 1.000 L
- Produit hydrofuge (dosage selon nature du produit) (A fixer)

*** Mortier F - Bâtard pour enduits**

- a)- Couche de dégrossissage (0,01) au mortier de ciment.
- Ciment CPJ 45 400 Kg
 - Sable 1.000 L

b)- Couche de finition (0,015) au mortier bâtard

- Ciment CPJ 45 200 Kg
- Chaux grasse 250 L
- Sable 1.000 L

*** Produits résineux**

L'Entrepreneur peut proposer à l'approbation du Maître de l'Ouvrage au lieu et place de l'enduit étanche ou de la chape étanche un autre type d'enduit tels que les produits bitumineux ou les résines époxy.

Les matériaux tels que les résines epoxy ou les produits bitumineux proposés ne devront absolument pas, pour des raisons de sécurité, contenir des produits toxiques et odorants rendant dangereuse la consommation; en particulier ils seront exempts de phénols afin d'éviter la formation, avec l'eau chlorée, de chlorophénols communiquant à l'eau un goût prononcé de produit pharmaceutique.

L'approbation par le Maître de l'Ouvrage des produits proposés ne dégage pas la responsabilité de l'Entrepreneur qui reste entière sur le résultat que ce soit pour l'accrochage du produit ou que ce soit pour l'étanchéité et l'efficacité du produit.

*** Mortier de ciment pour remplissage des alvéoles des tampons en fonte**

Lorsque les tampons sont en forme de cuvette cloisonnée par des nervures, leurs alvéoles reçoivent un remplissage arasé au niveau des nervures. Les surfaces des alvéoles sont parfaitement nettoyées de sable ou de rouille avant le remplissage.

Dans le cas d'un remplissage en mortier, la composition du mortier de remplissage sera comme suit:

- Ciment CPJ 45 : 400 kg/m³
- Sable de rivière 0,3/5mm
(sable sec, module de finesse 2,7) : 700 kg/m³
- Gravier siliceux 6/15mm : 1.120 kg/m³

53.2 Fabrication

Le malaxage est fait mécaniquement. Si exceptionnellement et avec l'autorisation du Maître de l'Ouvrage, il n'est pas fait usage d'un malaxeur, le mélange est opéré à sec sur une aire plane et de niveau, en planches, en tôles ou en béton, jusqu'à parfaite homogénéité. L'eau est ajoutée progressivement. La trituration continue ensuite jusqu'à ce que le mortier soit parfaitement homogène et bien liant.

Le mortier de ciment à prise rapide est préparé par petites quantités dans des auges.

Le mortier doit être gâché assez ferme pour que, pétri à la main, il forme une boule légèrement humide, mais ne coulant pas entre les doigts. Pour certains emplois, tels que mortiers pour reprises, mortiers à projeter,

mortiers à mater, le Maître de l'Ouvrage peut accepter une autre consistance.

Le mortier doit être employé aussitôt après sa confection. Tout mortier qui serait desséché ou aurait commencé à faire prise est rejeté et ne doit jamais être mélangé avec du mortier frais. Le rebattage est interdit.

53.3 Adjuvants

A moins qu'elle ne soit prévue au C.C.T.P, l'incorporation au mortier d'adjuvants est soumise par l'Entrepreneur à l'approbation du Maître de l'Ouvrage. Il en est de même du choix du produit.

Article 54 : Maçonnerie

Les pierres et moellons, briques, etc... sont convenablement humidifiés avant l'emploi de manière que l'eau du mortier ne soit pas absorbée par capillarité.

La maçonnerie est exécutée à bain de mortier. Tout élément (pierre, moellon, brique, aggloméré, etc...) fendu ou fêlé pendant la pose est remplacé à mortier neuf.

Le mortier ne doit jamais être versé en masse sur les maçonneries, mais déposé dans des auges ou sur des aires propres, et utilisé au fur et à mesure. Il est interdit de ramollir le mortier en y ajoutant de l'eau.

Sauf par temps humide, les maçonneries sont arrosées légèrement, mais fréquemment, afin de prévenir une dessiccation trop prompte. Elles sont préservées contre la sécheresse, la pluie ou la gelée, au moyen de planches, de nattes ou de toiles, humectées quand il y a lieu. Ces mesures de protection sont particulièrement soignées en cas d'interruption d'une certaine durée.

Article 55 : Chapes et enduits

55.1 Chapes ordinaires

Le support ayant été préalablement nettoyé, lavé et piqué, s'il y a lieu, de manière à ne comporter aucune partie lisse, les chapes sont constituées d'une couche de mortier de 2cm d'épaisseur minimale, comprimé fortement, taloché et lissé à plusieurs reprises pour éviter les gerçures.

Sauf par temps humide, pour les ouvrages en surface, la chape est recouverte et arrosée.

55.2 Enduits

*** Préparation des surfaces**

Les surfaces à enduire reçoivent la préparation ci-après:

- Maçonnerie en béton.

Le béton est, s'il y a lieu, piqué de manière à ne comporter aucune partie lisse, puis brossé et lavé jusqu'à humidification des surfaces.

- Maçonnerie de moellons, briques ou agglomérés.

Les joints, après avoir été dégradés si nécessaire, doivent présenter un creux de trois centimètres de profondeur pour les moellons, et un centimètre pour les briques et agglomérés, puis ils sont brossés, ainsi que le parement, la surface entière est lavée jusqu'à humidification et les joints sont regarnis à l'exécution de

l'enduit.

Tous les parements en contact avec la terre seront enduits d'un produit de type bitume.

*** Confection des enduits**

Les couches successives sont exécutées à intervalles convenables pour assurer une parfaite homogénéité. Tout enduit qui présente des défauts d'adhérence est refait.

Le mortier des enduits peut être, soit appliqué à la truelle, soit projeté.

Pour des enduits appliqués à la truelle, le mortier gâché serré est projeté avec force à la truelle, refoulé à la taloche et dressé régulièrement. Avant qu'une couche ne soit complètement sèche, elle est recouverte par la suivante; la dernière couche est lissée à la truelle. Lorsque le mortier a rejeté son eau et pris une certaine consistance, le lissage est renouvelé, à plusieurs reprises, sans mouiller la surface. Après l'achèvement, l'enduit doit être homogène, d'aspect régulier sans gerçures, ni soufflures.

Article 56 : Etaiements et échafaudages

56.1 Dispositions générales

L'Entrepreneur doit exécuter des échafaudages convenables et s'assurer avant d'autoriser l'usage par son personnel, que ces échafaudages répondent aux normes de sécurité.

Les échafaudages doivent être constitués par des matériaux de bonne qualité; ils doivent être construits de manière à empêcher, en cours d'utilisation, le déplacement d'une quelconque partie.

Les échafaudages fixes doivent être construits, entretoisés et contreventés de manière à supporter les charges auxquelles ils sont soumis et à résister aux contraintes résultant de la poussée du vent; ils doivent être solidement amarrés aux ancrs à tout point présentant une résistance suffisante.

Les montants doivent reposer sur les sols ou assises d'une résistance suffisante.

L'assemblage des éléments horizontaux aux éléments verticaux doit être réalisé au moyen de dispositif approprié (chaînes, câbles, raccords métalliques...) spécialement conçus pour cet usage; et doivent être fixés de manière à ne pas glisser sous les efforts auxquels ils sont soumis.

Les boudins doivent être soigneusement fixés à leur extrémité, leur écartement doit être en rapport avec les charges supportées et la nature du plancher.

Les planchers des échafaudages doivent avoir une largeur suffisante pour que la sécurité des travailleurs ne soit pas compromise.

Les planches et madriers doivent avoir une portée en rapport avec leur résistance et les charges supportées, et reposer sur trois boudins au moins, de manière à ne pas basculer. Les planches et madriers de moins de 1,50m peuvent reposer sur deux boudins.

S'il subsiste un porte-à-faux dangereux ou lorsque l'installation ne comporte que deux boudins, le basculement doit être empêché par fixation.

Les planches et madriers d'une même file, doivent se recouvrir au-dessus d'un boudin sur une longueur d'au moins 10cm de part d'autre de l'axe du boudin, lorsqu'ils sont mis bout à bout, de manière à éviter un ressaut, leurs extrémités doivent reposer sur deux boudins bien distincts.

Les planches et madriers constituant le plancher d'un échafaudage doivent être placés les uns contre les autres, sans intervalles de façon à couvrir la portée des boudins.

Le bord du plancher d'un échafaudage ne doit pas être éloigné de plus de 20cm de la construction. La pente du plancher ne doit pas être supérieure à 15%.

Les échafaudages doivent être munis sur les côtés extérieurs:

- a) de garde-corps constitués par deux lisses placées l'une à 1m, l'autre à 45cm au-dessus du plancher.
- b) des plinthes d'une hauteur de 15cm.

Lorsqu'un échafaudage est établi contre un mur ou toute autre construction ne dépassent pas 90cm au moins du niveau du plancher, il doit être installé sur l'autre face du mur ou de la construction, soit un auvent, un éventail, une plate-forme ou tout autre dispositif protecteur capable d'arrêter un travailleur avant qu'il ne soit tombé.

Lorsque deux échafaudages se rejoignent à l'angle d'une construction, un montant doit être placés à l'intersection des longerons extérieurs prolongés.

56.2 Echafaudage fixe en bois

Les montants fixes en bois doivent être encastrés dans le sol ou fixés de manière à empêcher tout déplacement du pied. Deux longerons situés à un même niveau ne peuvent être assemblés qu'au droit du montant.

Lorsqu'il est fait usage de cordages pour fixer les éléments horizontaux aux éléments verticaux, ils doivent être d'une seule pièce et d'une longueur suffisante pour faire un nombre de tours en rapport avec leur résistance et la charge supportée; en aucun cas, ils ne doivent faire moins de cinq fois le tour des éléments horizontaux et des éléments verticaux, les noeuds doivent être effectués de telle façon que les brins soient également serrés.

Lorsqu'il est fait usage des clous, leurs dimensions, leur nombre et leur disposition doivent être appropriés aux efforts mis en jeu. Dans le cas où il y a un risque de sollicitation à l'arrachement, les pointes doivent être rabattues.

Lorsque des échelles sont utilisées comme montants d'échafaudage, ces échelles doivent être en bon état et soigneusement étrésoillonnées.

Lorsqu'un échafaudage comporte des consoles en bois fixées par clouage sur des montants, ceux-ci doivent être en équerre, soit entaillés d'une manière telle que l'appui se fasse sur une face plane d'une surface suffisante.

56.3 Echafaudages fixes en métal

Des clés appropriées doivent être mises à la disposition des travailleurs pour le serrage des boulons, afin que ceux-ci ne subissent lors de cette opération, que des déformations élastiques admissibles.

L'extrémité inférieure des montants reposant sur le sol doit être soutenue par une embase qui doit avoir une surface et une épaisseur lui permettant de résister sans déformation à la charge, elle doit être assemblée avec le montant de telle façon que la charge soit centrée sur cette embase.

56.4 Echafaudages fixes sur roues

Ils doivent satisfaire aux dispositions complémentaires ci-après:

- a) Ils doivent être calés et fixés pendant leur utilisation de manière à ne pouvoir se déplacer ni basculer.
- b) Ils doivent être munis d'un dispositif capable d'empêcher leur reversement.

56.5 Echafaudages volants

- a) Leur longueur ne doit pas dépasser 8m.
- b) Les planches et madriers constituant le plancher doivent être placés les uns contre les autres, sans intervalles.
- c) Le plancher doit être supporté par des longerons d'une seule pièce. Ces longerons doivent reposer sur des étriers métalliques espacés de 3,5m au plus, les porte-à-faux au delà des étriers ne doivent en aucun cas dépasser 50cm.
- d) Ils doivent être munis:
 - *Sur les côtés extérieurs, de garde-corps et de plinthes établis conformément aux normes de sécurité.
 - *Sur le côté tourné vers le parement, d'un garde-corps constitué par une lisse rigide placée à 70cm du plancher.
- e) Les garde-corps doivent être portés par des montants espacés à 1,75m au plus, solidement fixés au plancher.
- f) L'ensemble constitué par le plancher, le garde-corps, les plinthes, doit être rigide.
- g) Lorsqu'un échafaudage volant est en position de travail, le plancher doit toujours être sensiblement horizontal.

Les échafaudages volants doivent reposer sur trois étriers au moins, suspendus par des cordages, câbles ou chaînes bien adaptés.

56.6 Dispositions diverses

Les échafaudages ne doivent pas être surchargés et les charges doivent être réparties.

Avant d'installer des appareils de levage sur des échafaudages, des précautions spéciales doivent être prises pour assurer la résistance et la stabilité de l'ensemble.

Les échafaudages doivent être constamment débarrassés de tous décombres.

Il est interdit de laisser en porte-à-faux, à proximité des échafaudages, du matériel non fixé, sur lequel un travailleur risque de marcher ou de perdre appui.

Des mesures doivent être prises contre toute glissade (eau, pluie etc...).

Les échafaudages installés ne peuvent être modifiés qu'après accord de l'ONEE - Branche EAU.

Les échafaudages doivent être examinés au moins une fois tous les trois mois et à cet effet un registre doit être établi et mis à jour.

Article 57 : Charpente métallique

Toutes dispositions sont prises pour désolidariser la charpente de l'assise des matériels engendrant des vibrations.

Les travaux relatifs aux charpentes métalliques sont réalisés selon les dispositions des fascicules du CCTG : DTU 32-1 charpente en acier et DTU 32-2 charpente en alliages d'aluminium.

Article 58 : Grilles caillebotis - tôles striées

Les grilles caillebotis ou tôles striées sont placées au niveau des sols finis. Elles servent au recouvrement de fosses, de canaux, d'ouvertures de montage etc... les grilles caillebotis peuvent également être placées sous certaines machines ou appareils présentant un écoulement d'eau de condensation. Les grilles sont généralement de forme angulaire : elles sont souvent percées d'évidements pour le passage de tuyauterie et peuvent comporter un clapet ouvrant.

L'appui sera un fer cornière. Ce fer est muni de pattes de scellement ou goujons. L'ensemble sera réglé avant la pose de manière à garantir un appui continu de la grille sur le fer cornière. Aucun voilement ne sera toléré.

Avant la commande, l'Entrepreneur contrôlera sur place toutes les dimensions des futures grilles ou tôles striées ainsi que la position et les dimensions des formes spéciales éventuelles.

L'ensemble de la construction sera zingué au bain chaud, puis sera redressé de façon à ne présenter aucune déformation visible.

Article 59 : Revêtements des sols et des murs

59.1 Revêtement en mortier de ciment

Les sols bruts seront convenablement nettoyés et débarrassés de tous déchets, notamment de toute pellicule de plâtre ou de laitance de ciment.

Le mortier de pose sera fabriqué avec du ciment CPJ 35, de la chaux, ou avec un mélange ciment-chaux, et du sable fin tamisé. Il sera fabriqué par petites quantités, au fur et à mesure de l'avancement des travaux. L'emploi de mortier rabattu est interdit.

Les coulis de joints seront en ciment pur CPJ 35 ou mortier dosé à 800 ou 900 kg de ciment par mètre cube de sable très fin.

Après coulage des joints, les sols revêtus seront immédiatement nettoyés au chiffon sec ou à la sciure de bois blanc.

Eventuellement, une protection spéciale des sols sera mise en place pour qu'ils ne soient pas détériorés par la suite des travaux de montage des équipements ou autres.

59.2 Revêtement en granito poli

Sauf dispositions contraires du CCTP, le revêtement sera réalisé en granito blanc poli. Ce revêtement reposera sur une forme en mortier de 5 cm d'épaisseur parfaitement dressée et damée, la chape d'usure sera en gravette dur de teinte au choix du Maître de l'Ouvrage coulée au ciment blanc et d'une épaisseur de 1,5 cm. Les joints de rupture en quadrillage de 0,50 x 1,00 m seront en baguettes plastiques à talon.

59.3 Autres revêtements

Le CCTP pourra prescrire d'autres types de revêtement.

Article 60 : Menuiserie - serrurerie - quincaillerie

60.1 Menuiserie métallique

Tous les aciers seront dépourvus de rouille adhérente, de fissures, de stries et de gerçures.

Toutes les barres et tôles défoncées seront éliminées du chantier.

Les tôles d'acier devront avoir les caractéristiques mécaniques, chimiques et dimensionnelles précisées dans les normes françaises correspondantes.

Les boulons et vis seront de fabrication correcte en acier doux.

Les soudures seront exécutées en atelier à l'arc électrique ou au chalumeau oxyacétylénique. Elles seront exécutées avec le plus grand soin, sans cratères et seront affleurées à la meule. Les cordons intérieurs seront décalaminés et brossés. Les gouttelettes seront enlevées au burin puis soigneusement limées.

En atelier, à l'exception des aciers galvanisés, toutes les pièces recevront une couche de chromate de zinc.

Fenêtres et chassis :

- On veillera spécialement pour l'exécution en acier à ce que les vantaux présentent une rigidité suffisante et ne soient pas voilés. Les vitres seront retenues par une baguette vissée en aluminium.
- Les fenêtres munies de joints seront étanches. Le joint se trouvera donc sur tout le pourtour du vantail.

Portes :

- Les portes seront à simple ou double vantail selon leur destination.
- Le cadre sera en acier (tôle pliée de 2mm) et la porte se fera en acier double face. L'exécution pourra être soit en tôle pliée soudée au point avec renforcement intérieure, soit formée d'un cadre en tubes carrés ou rectangulaires (profondeur minimum du cadre 40mm) recouvert d'un double revêtement en tôle de 2mm.

60.2 Menuiserie Bois-Quincaillerie

La menuiserie bois et la quincaillerie seront réalisées conformément au "CPC applicable aux travaux du lot : Menuiserie bois-Quincaillerie" et aux indications du CCTP.

Toutes les poignées seront en métal blanc chromé. Les gonds seront en acier ou métal chromé.

Les portes seront munies de serrures de sécurité du type cylindre de la meilleure qualité disponible sur le marché national.

60.3 Remise des clefs

L'Entrepreneur sera responsable de la remise des clefs au Maître de l'Ouvrage, le jour de la réception provisoire. Il devra donc au cours de chantier prendre toutes dispositions utiles pour assurer l'accès aux locaux des personnes habilitées à y pénétrer sans qu'il soit nécessaire de leur confier les clefs.

Les trousseaux seront étiquetés, chaque clef comportera l'indication de la porte à laquelle elle correspond. Les clefs seront hiérarchisées selon un programme à faire approuver par le Maître de l'Ouvrage.

Article 61 : Etanchéité des toitures et terrasses

Les travaux d'étanchéité des toitures et des terrasses sont réalisés selon les prescriptions du CPC applicable aux travaux d'étanchéité des toitures terrasses par feuilles d'étanchéité à base de bitume oxydé.

La description du complexe d'étanchéité, d'isolation et de protection est donnée dans le CCTP.

Article 62 : Peinture et protection contre la corrosion

Les travaux de peinture et de protection contre la corrosion sont conçus et réalisés en tenant compte de l'agressivité particulière des liquides et des atmosphères.

Les travaux de peinture sont effectués en conformité avec le CPC applicable aux travaux de peinture en bâtiment et aux indications du CCTP.

En ce qui concerne les faces en contact, cette disposition n'est pas applicable aux assemblages par boulons à haute résistance, à moins de choisir des peintures spécialement adaptées à cet effet.

62.1 Peinture sur parties métalliques des ouvrages

Toutes les parties qui ne sont pas protégées par nature, par construction ou par traitement spécifique reçoivent trois couches de peinture, dont la première anti-corrosion. Leur épaisseur totale sur l'acier est d'au moins 120 µm en atmosphère non corrosive. Des précautions supplémentaires sont prises en cas d'atmosphère corrosive.

Les faces en contact des parties métalliques sont peintes avec une peinture anti-rouille à une couche avant assemblage.

Les éléments de charpentes et menuiseries en acier reçoivent la couche primaire anticorrosion en usine.

Lorsque les charpentes sont usinées et assemblées en atelier, les raccords de peinture de la couche primaire sont effectués après montage sur place.

Les tôles striées de couverture, de caniveaux et de trappes sont, peintes à trois couches, soit traitées à deux couches avec des peintures bitumineuses.

62.2 Peinture sur les parties métalliques des appareils

A défaut de peinture définitive appliquée par le constructeur du matériel correspondant, toutes les parties métalliques à protéger reçoivent trois couches de peinture dont la première anti-corrosion passée en atelier.

Leur épaisseur totale est d'au moins 120 ìm.

Les tuyauteries transportant de l'eau et des fluides divers sont peintes de couleurs différentes selon leur fonction ou comportent des anneaux d'identification des fluides.

Article 63 : Vitrierie

Les vitres, glaces et accessoires de pose correspondront aux normes du Document Technique Unifié français DTU N°39.

Les épaisseurs seront déterminées en fonction des dimensions, des volumes et de la pression conventionnelle du vent définie par les documents sus-visés.

Tous les matériaux mis en oeuvre seront neufs. Les glaces seront de la qualité "vitrage".

Les vitres ne seront posées que sur des supports secs ayant reçu suivant leur nature, la couche d'impression voulue.

La coupe des verres sera franche et sans éclat, et aboutira à des dimensions de vitres respectant les jeux normaux en feuillures.

Les vitrages ne sont posés que sur des fenêtres en état de fonctionnement et leur pose ne doit pas modifier ce fonctionnement.

Les vitrages sont fixés pour éviter tout déplacement sous l'action des efforts auxquels ils doivent résister. La fixation est obtenue par pointes, goupilles ou parcloles vissées.

Le mastic de pose sera choisi en fonction de la nature du support. Il devra garnir complètement les jeux entre vitrage et support pour assurer parfaitement l'étanchéité et le calfeutrement.

L'Entrepreneur doit faire l'entretien des vitrages pendant le délai de garantie et ne peut en être déchargé que pour des causes indépendantes de sa fourniture ou de sa mise en oeuvre.

Chapitre IV : Spécifications complémentaires pour les réservoirs

Article 64 : Solution de base

La solution de base prévue pour le projet consiste à réaliser des ouvrages étanches dans la masse complétée par un revêtement épais à base de liant hydraulique.

64.1 Ouvrages étanches dans la masse

Il s'agit d'ouvrages dont la structure doit jouer, à la fois, un rôle mécanique et d'étanchéité.

La structure devant être étanche par elle-même, cela impose des conditions de mise en oeuvre et d'exécution des ouvrages qui devront être intégralement respectées.

64.1.1 Qualité du béton

La composition doit être telle que sa résistance caractéristique à la compression à vingt-huit jours, soit au moins égale à 27 MPa (270 bars) et sa résistance caractéristique à la traction au même âge au moins égale à 2,2 MPa.

Les bétons de classe B1 et B2 définies dans la norme NM 10.1.002 répondent à ce critère. Cependant, un dosage élevé pose des problèmes de retrait.

64.1.1.1 Ciments

Les ciments sont conformes à la Norme Marocaine NM 10.1.004.

- * Le dosage en ciment ne doit pas être inférieur à 350 kg par m³ pour les éléments au contact de l'eau.
- * Pour le choix d'un ciment ainsi que les conditions de fabrication du béton, le dosage en ciment ainsi que la composition granulaire feront l'objet d'une étude appropriée (voir chapitre B1 du BAEL 83).

64.1.1.2 Composition granulaire

- * Les dimensions du plus gros grain utilisé pour la confection du béton ne doivent pas dépasser 25 mm pour du béton coulé en place et 15 mm pour le béton projeté.
- * Cette dimension doit être choisie en fonction de l'enrobage des armatures indiquées sur les plans et notes de calculs compte tenu des conditions de contact extérieures et intérieures avec l'ouvrage.
- * Le sable ne doit pas avoir un module de finesse supérieur à 2,5.
- * L'équivalent de sable doit être supérieur à 75.
- * Le rapport G/S (gravillon/sable) doit être inférieur à 2,20.
- * La proportion des fines du sable pour les bétons projetés doit être telle que l'on ait:

$$\frac{\text{fines + ciment}}{\text{granulats + ciment}} > 0,17$$

64.1.1.3 Eau de gâchage

Le rapport $\frac{E}{C}$ (eau/ciment) doit être aussi faible que possible et en aucun cas supérieur à 0,55 pour le Béton coulé en place et 0,40 pour le béton projeté.

Il est souhaitable de limiter ce rapport en utilisant des adjuvants plastifiants réducteurs d'eau.

64.1.1.4 Les adjuvants

Pour assurer l'imperméabilité maximale du béton, il faut améliorer ses qualités mécaniques et physiques. On peut utiliser des produits qui permettent de diminuer la quantité d'eau de gâchage, donnant ainsi une meilleure compacité et réduisant l'effet de capillarité.

Pour réduire la quantité d'eau dans le béton, il est admis d'utiliser des adjuvants plastifiants-réducteurs d'eau; ces mêmes adjuvants permettent, notamment dans le cas de bétonnage par temps froid de diminuer la quantité d'eau de gâchage, tout en maintenant la maniabilité du béton frais à une valeur convenable.

Ces adjuvants doivent être soumis à l'approbation du Maître de l'Ouvrage après essais.

64.1.1.5 Maniabilité des bétons normaux

La maniabilité est mesurée par l'essai d'affaissement au cône d'Abrams.

Le béton mis en oeuvre doit avoir un affaissement au plus égal à 7 cm, avant l'incorporation de plastifiant.

Le béton est ferme quand son affaissement est compris entre 3 et 7 cm.

L'utilisation de béton non adjuvanté à cet effet, présentant des affaissements supérieurs, est interdite.

64.1.1.6 Les bétons fluidifiés

Il s'agit de bétons normaux auxquels on a ajouté, en fin de malaxage un super-plastifiant (ex fluidifiant) qui donne au béton une consistance très fluide (affaissement au cône de 20 à 24 cm).

Cette technique envisageable pour la mise en oeuvre dans des réservoirs et cuves très ferrailés ou de forme complexes, **nécessite un certain nombre de précautions** :

- * Vérifier au préalable, l'efficacité du super-plastifiant (modification de la plasticité, durée d'action, effet sur les résistances).
- * Conduire le béton aussi près que possible du lieu de mise en place, car ces bétons sont plus exposés à la ségrégation que les bétons normaux.

- * Employer des coffrages résistants, car du fait de leur grande fluidité, ces bétons transmettent mieux les pressions (hauteur de béton dans l'ouvrage), que les bétons normaux (frottement interne réduit). Cette technique est généralement à éviter en raison des problèmes de ségrégation que risque de poser la mise en oeuvre des bétons soupes.

64.1.1.7 Les bétons hydrofugés

Pour améliorer l'imperméabilisation d'un béton, il faut :

- augmenter sa compacité en réduisant la quantité d'eau de gachage en utilisant un plastifiant, ou un super plastifiant.

- réduire l'effet de capillarité en ajoutant un hydrofuge.

L'hydrofuge peut être un adjuvant à fonction hydrofuge seulement. Il peut être aussi un adjuvant ayant pour fonction principale d'être plastifiant ou super plastifiant et pour fonction secondaire d'être hydrofuge ou vice et versa.

Pour l'incorporation d'un hydrofuge de masse, il est nécessaire que le fabricant de l'hydrofuge indique les performances pour le dosage prescrit.

Pour cela, il devra avoir procédé à des essais réalisés sur des bétons témoins. Les essais devront indiquer quelle est l'épaisseur minimale de béton hydrofuge nécessaire à assurer l'imperméabilité du béton à une pression donnée.

64.1.2 Mise en oeuvre du béton

Le béton peut être mis en oeuvre par déversement, par pompe ou projection.

Dans tous les cas, le béton doit être homogène et compact sur toute son épaisseur.

64.1.2.1 Mise en oeuvre du béton

Le béton est déversé à l'avancement et d'une manière progressive au cours de la mise en place.

Ce mode de déversement permet de limiter les risques de bullage, ségrégation...

Hauteur de déversement : la hauteur libre de déversement du béton ne doit pas dépasser 1,50m pour limiter la ségrégation et assurer le remplissage régulier du coffrage.

64.1.2.2 Mise en oeuvre du béton coulé

Le béton doit être réparti régulièrement par couches sensiblement horizontales d'épaisseurs compatibles avec les moyens de serrage disponibles sur le chantier.

Pour des ouvrages importants, on peut en renforçant les moyens de bétonnage d'une levée, obtenir deux zones distinctes de mise en oeuvre et ainsi réduire, voire annuler les conséquences de reprise de bétonnage.

Le béton doit être vibré. Toutefois, l'emploi de certains adjuvants, plastifiants ou super-plastifiants, permet de réduire la vibration, sans la supprimer.

L'action des aiguilles vibrantes doit être répartie en toutes zones en insistant au voisinage des angles, au pourtour des réservations et des éléments divers encastrés.

64.1.2.3 Arrêts de bétonnage

Les arrêts de bétonnage doivent s'effectuer suivant des surfaces prévues à l'avance. Les sections d'arrêt doivent être munies d'armatures en attente conformes aux dispositions des règles BAEL 83 ou PBEL 83.

L'organisation du chantier doit prévoir un programme de bétonnage tel que les reprises soient limitées au strict minimum dans les zones présentant des moments fléchissants importants (zone d'encastrement à la base des parois par exemple), ou soumises à des efforts de traction (parois tendues).

Toutes les précautions nécessaires doivent être prises pour limiter les ruptures de continuité au droit des arrêts de bétonnage ; on peut en particulier prévoir la protection du béton au droit des surfaces de reprise ainsi que l'emploi d'un retardateur de prise.

Lorsqu'un arrêt de bétonnage est prévu, il est rappelé que la partie supérieure du béton est extrêmement riche en ciment ainsi qu'en eau et se trouve de ce fait susceptible de présenter un retrait important, ceci plus particulièrement au cours des premières heures, en raison de l'évaporation possible de l'eau pendant la première phase d'hydratation du ciment (prise) d'où apparition de craquelures pouvant provoquer ultérieurement des fuites.

64.1.2.4 Reprise de bétonnage

Le béton constituant les deux parties en contact doit être de même composition et qualité.

A chaque nouveau bétonnage (démarrage ou reprise) le béton utilisé devra être enrichi en liant et éléments fins.

Avant reprise de bétonnage, la surface précédemment coulée est nettoyée à l'air comprimé s'il s'agit de béton jeune ; elle est piquée, nettoyée et humidifiée à refus s'il s'agit d'un béton durci.

L'emploi d'un produit de collage est conseillé.

Aux reprises, les éléments fins, en particulier le liant et l'eau du béton, restent accrochés sur les armatures et le long des coffrages encore secs qu'ils rencontrent avant d'atteindre la surface de reprise ; d'où un appauvrissement du béton dans une zone où il aurait justement besoin d'être riche pour mieux pouvoir coller. C'est pourquoi il est bon de prévoir la mise en place de gâchées surdosées en ciment, eau et granulats fins, tout au long des reprises et même de compléter le dosage de ces gâchées avec un produit permettant d'améliorer l'adhérence sur le béton durci, produit que l'on doit choisir avec la plus grande prudence et après avoir fait des essais préalables.

64.1.2.5 Cure du béton

Le ciment, pour durcir normalement, a besoin d'une certaine quantité d'eau. Toute évaporation excessive de l'eau du béton frais sera préjudiciable à son durcissement (béton brûlé). En outre, une évaporation intensive de l'eau en surface, dans le cas des radiers notamment, provoque des fissures avant prise.

Aussi, les précautions suivantes devront être prises :

- 1 .** Application de produits de cure sur les arases définitives (dès que le béton convenablement réglé commence à tenir en surface et sur les parements dès le décoffrage.
Les produits de cure devront être appliqués de façon régulière au pulvérisateur, en quantité fixée par le fabricant.
- 2 .** Si la cure n'est pas possible (arases provisoires notamment), disposer sur le béton, dès le début de prise, des paillasons maintenus humides, en permanence.
- 3 .** Plus le ciment contient d'ajout (laitier, cendre volante, pouzzolanes), plus il est sensible à la dessiccation. Il faut donc être plus vigilant pour l'application de la cure.
- 4 .** Proscrire absolument l'arrosage intermittent qui, par les alternances d'imbibition et de dessiccation favorise la fissuration superficielle des bétons.

64.1.2.6 Bétonnage par temps chaud

Voir article 49.14.

64.1.2.7 Bétonnage par temps froid

Dans le cas de bétonnage par temps froid, afin d'éviter un béton gélif et poreux, on peut utiliser des adjuvants plastifiants réducteurs d'eau pour diminuer la quantité d'eau de gachage tout en maintenant la maniabilité du béton frais à une valeur convenable.

Les basses températures ralentissent la réaction d'hydratation du ciment, et augmentent de ce fait les délais de décoffrage. Les précautions suivantes seront prises :

- 1 .** Utiliser un ciment à durcissement rapide (CPA 45 ou 45R - 55 ou 55R).
- 2 .** Augmenter le rapport C/E (plastifiant - réducteur d'eau).
- 3 .** Réchauffer les matériaux (eau et granulats). Toutefois, la température du béton ne doit pas dépasser 30°C.
- 4 .** Utiliser des coffrages isolants (bois, panneaux doublés en polystyrène expansé, ect...).

5 . Protéger les bétons frais par des baches épaisses, des paillasons secs.

6 . Réchauffer éventuellement les bétons (coffrages chauffants, baches chauffantes) en veillant à ne pas dégrader la consistance du béton.

7 . Utiliser des produits antigel en veillant à ce que ces produits ne nuisent pas à la qualité du béton

Lorsque la température mesurée sur le chantier sera inférieure à zéro degré Celsius, le bétonnage sera formellement interdit.

Pour les températures inférieures à plus cinq degrés Celsius, la mise en place du béton ne sera autorisée que sous réserve de l'emploi de moyens et procédés décrits ci-dessus et préalablement agréés par le Maître de l'ouvrage.

64.1.3 Exécution des ouvrages

64.1.3.1 Mode d'exécution des travaux

L'Entrepreneur devra soumettre à l'approbation au Maître de l'Ouvrage :

* Programme d'exécution des travaux.

* Note de calcul des ouvrages. Elles doivent faire apparaître clairement les hypothèses de calcul, ainsi que les liaisons adoptées pour les différentes parties de la structure.

Les ouvrages doivent être calculés et exécutés selon des normes plus restrictives que celles édictées par les règles BAEL et BPEL 83. Ces règles de calcul sont définies dans les fascicules N°74. Des précisions complémentaires sont données dans les " Recommandations Professionnelles - Annales de l'ITBTP n°486 - Septembre 1990 ".

* Dessins d'exécution des ouvrages.

Ils devront préciser :

- Les phases d'exécution
- Les recouvrements d'armatures
- Les reprises de bétonnage
- Les joints de coffrage
- Les enrobages ainsi que les dispositions assurant leur maintien
- Les éléments de stabilité des coffrages, etc...
- La composition et destination des bétons
- Les moyens mis en oeuvre pour la fabrication, le transport et l'achèvement des bétons

- La mise en place et le durcissement des bétons. Les problèmes de bétonnage par temps chaud ou froid ainsi que ceux posés par la vibration des bétons doivent être précisés

- La construction des coffrages, échafaudages et cintres devra faire l'objet de calculs justificatifs et de dessins d'exécution

- Les tolérances sur les dimensions des ouvrages doivent satisfaire aux cahiers des charges et CCTG en vigueur

* Etudes et contrôles des matériaux et conditions d'exécution.

64.1.3.2 Etat de surface

Il doit être uniforme et homogène sans nids de cailloux ni zones sableuses restaurées.

Si par accident, il existait après mise en oeuvre du béton des nids de cailloux ou des zones sableuses, il serait procédé à une restauration de la paroi par piquage profond et ragréage compatible avec le revêtement.

Les balèvres seront affleurées par meulage.

Le bullage unitaire maximal sera de 3cm² en surface ou 5mm en profondeur.

L'étendue maximale de nuages de bulle ne devra pas excéder 25% de la surface dans les cas courants et 10% de la surface si le revêtement de finition est une peinture.

Les arêtes et cueillies seront rectifiées et dressées. En cas de nécessité, la réparation doit être faite avec un matériau compatible avec le revêtement.

64.1.3.3 Mode de conservation des ouvrages

Après réalisation même partielle, les ouvrages doivent rester humides jusqu'à leur première utilisation.

64.2 Revêtements à base de liants hydrauliques

64.2.1 Qualité du support

Avant application du revêtement, il est établi contrairement une reconnaissance de l'état des surfaces à revêtir de manière à :

- * Vérifier la qualité du support
- * Relever les joints inertes et actifs
- * Relever les fissures inertes ou actives et préciser celles qui doivent être traitées.

Le parement du support doit être "courant".

Planéité d'ensemble rapportée à la règle de 2m : 7mm.

Planéité locale rapportée au réglet de 0,20m : 2mm.

S'il est nécessaire de procéder à des ragréages pour obtenir les caractéristiques précédentes, l'Entreprise doit utiliser des matériaux et méthodes compatibles avec le Procédé d'Imperméabilisation prévu.

64.2.2 Mise en état des surfaces

Il doit être procédé à l'abattage des arêtes, à la préparation des cueillies, au nettoyage des surfaces qui seront exemptes de graisses, d'huiles et de produits de décoffrage.

Pour cela, la surface du support doit être préparée dans sa totalité de façon à obtenir la rugosité et la propreté nécessaires à la bonne adhérence du revêtement d'imperméabilisation.

Il est possible d'utiliser lors de la réalisation de support des retardateurs superficiels de prise (à soumettre à l'agrément du Maître de l'Ouvrage) permettant d'obtenir un aspect de surface rugueux ou de procéder par :

- * repiquage,
- * sablage,
- * grenailage,
- * décapage à l'eau sous pression,
- * bouchardage,
- * ...

64.2.3 Application, mise en oeuvre

64.2.3.1 Revêtement épais à base de mortier

Ce type de revêtement est constitué par un mortier à liant hydraulique adjuvanté d'un hydrofuge de masse ou d'une résine de synthèse. Le mortier est préparé sur place en vue de son application immédiate en couches épaisses avec un minimum de deux couches en partie horizontale formant chape d'épaisseur minimale 30 mm. La première couche sera appliquée sur une couche de barbotine de ciment appliquée à la brosse.

En partie verticale, le revêtement comprend au préalable une couche d'accrochage. et 2 couches étanches. L'épaisseur minimale totale du revêtement doit être supérieure à 25 mm.

Le dosage en ciment pour chaque couche doit être égal ou supérieur à 500 kg de ciment par mètre cube de sable sec.

L'application peut être manuelle ou se faire par projection mécanique.

La formulation retenue pour la solution de base sera la suivante:

-En partie verticale :

*Soit une couche d'accrochage de 8 mm, d'épaisseur d'un mortier dosé à 600 kg de ciment avec incorporation d'un produit hydrofuge (on peut procéder en deux passes décalées d'une heure), soit une barbotine d'accrochage de 2 à 4 mm dosée à 700 Kg de ciment et sans hydrofuge.

*Une couche étanche hydrofugée dosée à 600 Kg de ciment et de 8 à 10 mm d'épaisseur.

*Une dernière couche étanche hydrofugée dosée à 500 Kg de ciment et de 8 à 10 mm d'épaisseur.

Les reprises se font en escalier : décalage des différentes couches les unes par rapport aux autres, aussi bien en partie verticale qu'en partie horizontale (d'au moins 20 cm). Aux angles, la première couche ne comportera pas de reprise sur une extension d'au moins 50 ou 60 cm.

-En partie horizontale :

*On passera d'abord une barbotine de ciment dosée à 1000 Kg de ciment, appliquée à la brosse puis 2 couches de mortier hydrofugé dosé à 700 et à 600Kg de ciment.

Les mortiers seront bien composés avec des sables propres de granularité convenable:

0.1 - 2 mm ou 0.1 - 3mm

64.2.3.2 Traitement des points singuliers

- Les joints de construction, les joints inertes et les fissures mortes, sont traités par tout procédé de

pontage ou de calfeutrement assurant la continuité de l'imperméabilisation.

- Pour les joints et les fissures actifs, le traitement comporte une feuillure de largeur suffisante pour permettre le fonctionnement normal du système de dilatation du joint.

- Le traitement des pénétrations se fait comme le traitement de calfeutrement des joints.

- Pour les scellements il est possible, soit :

* d'envisager des empochements d'au moins 20 x 20 x 20cm comportant le revêtement d'imperméabilisation.

* d'envisager tout traitement direct du scellement.

Article 65 : Solutions variantes pour le revêtement d'étanchéité

Dans le cas de solution(s) variante(s), l'Entrepreneur devra remettre avec son offre une proposition chiffrée correspondant à ces variantes ainsi qu'un mémoire technique comprenant toutes les indications sur le procédé et de ses conditions d'application et de mise en oeuvre et le type d'essais.

Ce mémoire devra également comprendre les informations détaillées suivantes :

- * Domaine d'emploi
- * Conditions climatiques et environnementales
- * Propriétés physiques et chimiques
- * Alimentarité
- * Supports compatibles (caractéristiques physiques et chimiques)
- * Eaux agressives
- * Adhérence au support
- * Résistance à la fissuration dans les diverses conditions d'exploitation
- * Résistance à la sous-pression
- * Résistance à l'usure
- * Résistance aux U.V
- * Garantie décennale du fabricant pour les points cités ci-dessus.
- * Techniques d'exécution (travaux préparatoires, matériel de mise en oeuvre, exécution au traitement y compris les points singuliers tels que angles, passages de canalisations, scellements..., traitement des joints et fissures, protection du traitement...).
- * Aptitude à l'entretien
- * Aptitude à la réparation
- * Durabilité et fiabilité
- * Contrôles, procès verbaux d'essais
- * Normes
- * Note détaillée du fabricant et informations sur le fabricant
- * ...

Les paragraphes qui suivent donnent quelques indications sur les procédés couramment employés qui pourraient éventuellement faire l'objet de solutions variantes.

65.1 Revêtements minces à base de mortier - Revêtements pelliculaires

Ce type de revêtement est constitué par un mortier hydrofuge conditionné en usine, dont les constituants le rendent apte à être appliqué en couches minces.

L'épaisseur minimale totale du revêtement doit être supérieure à 4 mm pour les revêtements minces et supérieure à 1 mm pour les enduits peinture à liants mixtes.

Le revêtement doit comprendre au minimum une couche d'accrochage et une couche continue d'imperméabilisation.

Les malaxages sont effectués par unités d'emballage non fractionnées.

Les reprises d'application de chaque couche sont décalées d'environ 20 cm. Un délai de 28 jours doit être respecté entre la fin du bétonnage et le début d'exécution du revêtement d'imperméabilisation afin de permettre au béton d'effectuer la majeure partie de son retrait.

Le reste du traitement sera le même que celui décrit ci-dessus pour les revêtements épais à base de liants hydrauliques.

65.2 Traitements d'imperméabilisation de surface

65.2.1 Qualité du support

Avant application du traitement, il est établi une reconnaissance de l'état des surfaces à traiter de manière à :

- vérifier la qualité du support
- vérifier la compatibilité du procédé de traitement retenu avec le support
- relever les joints inertes et actifs
- relever les fissures inertes ou actives et préciser celles qui doivent être traitées.

Le parement du support pour traitement d'imperméabilisation doit être courant, mais ne nécessite pas obligatoirement de tolérance de planéité d'ensemble ou locale.

65.2.2 Mise en état de surface

De par leur principe, les traitements d'imperméabilisation de surface ne nécessite pas en principe de préparations spéciales des supports. Agissant par action chimique, il est important de vérifier que l'utilisation d'huiles de décoffrage ne s'oppose pas à l'efficacité du traitement, il en est de même pour la laitance superficielle pour certains procédés.

Les arêtes doivent être abattues et les zones de ségrégations ragrées.

65.2.3 Application, mise en oeuvre

Ce type de traitement étant appliqué sous forme d'un produit liquide agissant par imprégnation du béton support, trois modes de mise en oeuvre sont utilisés suivant les procédés d'imprégnation du béton par:

- Pulvérisation ou projection en une ou plusieurs applications jusqu'à saturation du support
- Dépôt du produit à la surface du béton à l'aide de brosses ou de rouleaux jusqu'à saturation du support
- Injection du produit à l'intérieur de la masse de béton à l'aide d'injecteurs forés et d'une mise en pression du produit de traitement. Le nombre de tubes d'injection et le quadrillage de leur répartition est déterminé de façon à ce que le produit puisse imprégner le béton sans discontinuités.

Ces traitements sont dans la plupart des procédés complétés par l'application d'une couche d'un revêtement mince à base de liant hydraulique ou d'enduit peinture de liants mixtes décrits ci-dessus (64.2 et 65.1).

- Les joints de construction, les joints inertes et les fissures mortes, sont traités par tout procédé de pontage ou de calfeutrement assurant la continuité de l'imperméabilisation.
- Les joints et les fissures actifs doivent être traités suivant les indications du Procédé. Le traitement comporte une feuillure de largeur suffisante pour permettre le fonctionnement normal du système de dilatation du joint.
- Le traitement des pénétrations se fait comme le traitement de calfeutrement des joints.
- Pour les scellements, il est possible, soit :
 - * d'envisager des empochements d'au moins 20 x 20 x 20cm comportant le traitement d'imperméabilisation,
 - * d'envisager tout traitement direct du scellement.

65.3 Revêtements à base de polymères de synthèse

65.3.1 Qualité du support

Avant application du revêtement, il est établi un constat de l'état des surfaces à revêtir. Les surfaces livrées à l'applicateur doivent posséder les caractéristiques suivantes :

65.3.1.1 Bétons bruts de décoffrage

Rectitude des arêtes et cueillies

Flèche maximale sous règle de 2m : 7mm.

Desafleurs

Les désafleurs entre panneaux ne dépassent pas 3mm avec un linéaire inférieur à 1 mètre par mètre carré.

Epiderme

- * Balèvres inférieures à 3mm.
- * Bullage :

- caractérisé au minimum par le cliché n°4 du rapport n°24 du Conseil International du Bâtiment (C.I.B),
- surface individuelle des bulles : inférieures à 1 cm²,
- profondeur des bulles : inférieure à 5 mm,
- fissuration non évolutive (sauf sur les surfaces recevant des systèmes étanches qui sont prévus pour résister à une fissuration évolutive inférieure ou égale à 5/10mm).

Segregation - reprises

La ségrégation, les imperfections localisées et les lignes de reprise éventuelles doivent faire l'objet d'une

réparation afin de présenter un état de surface compatible avec l'application de l'étanchéité.

65.3.1.2 Chapes et enduits de ciment épais

Planeité et courbure

Enduit réalisé au "jeté". Un gabarit ou une règle de 2,00m, déplacé sur la surface, ne doit pas faire apparaître de flèches supérieures à 10 mm pour les enduits ordinaires.

Enduits ou chapes réalisés entre "nus et repères". Un gabarit ou une règle de 2,00m, déplacé sur la surface, ne doit pas faire apparaître de flèche supérieure à 5 mm. Un gabarit ou une règle de 0,20m, déplacé en tous sens, ne doit pas faire apparaître de creux supérieurs à 2 mm.

Etat de surface

Les murs et les chapes présentent des surfaces régulières et soignées, exemptes de laitance, soufflure, cloque, gerçure.

Les angles vifs sortant seront arrondis, les angles rentrant seront traités en forme de gorge. Les arêtes ne seront ni écornées, ni épaufrées.

65.3.2 Essais de qualité particuliers des produits

Ces essais peuvent se répartir en deux grandes familles, qui sont décrites au chapitre V.

essais de base :

- * adhérence.
- * perméabilité
- * comportement sur support fissuré ou fissurable.

essais complémentaires :

- * Alimentarité
- * Diffusion à l'eau
- * Vieillessement

65.3.3 Mise en état des surfaces

Avant traitement des surfaces, les traces de produits de cure ou de décoffrage, les tâches de liants hydrocarbonés (noir de fumée, huile, graisse), les salissures (boue, argile, rouille, ect...), les inscriptions non compatibles avec le système de revêtement sont éliminés par l'un des procédés suivants sauf si une des opérations au paragraphe 65.3.1 est susceptible de le faire.

- meulage (ou ponçage) suivi d'un dépoussiérage,
- lessivage suivi d'un séchage,
- projection d'abrasifs suivie d'un dépoussiérage,
- projection d'eau sous pression suivie d'un séchage.

65.3.3.1 Opérations élémentaires de mise en état des surfaces

lessivage

Cette opération s'effectue par brossage énergétique (brosse en crin ou en nylon) avec une solution organique de produits détergents adaptée à la nature des souillures à enlever.

Le lessivage est suivi de rinçages associé à des brossages, opérations renouvelées jusqu'à ce que l'eau employée reste claire.

L'usage de solvants ainsi que le lavage aux acides sont interdits.

brossage

Le brossage est effectué mécaniquement à sec à l'aide de brosses métalliques.

égrenage - grattage

Ces opérations sont ponctuelles. Elles s'exécutent à sec avec un riflard.

ponçage - meulage - rabotage

Ces opérations s'exécutent à l'aide d'appareils mécaniques industriels équipés obligatoirement d'aspirateurs de poussière. Ces procédés font l'objet d'essais in situ pour déterminer la taille des grains d'abrasifs à utiliser.

projections d'abrasifs

Le matériel et l'abrasif, ainsi que les divers réglages, font l'objet d'essais in situ pour obtenir l'état de surface désiré.

eau sous pression

Ce procédé fait l'objet d'essais in situ pour déterminer les réglages de pression à adopter en fonction des salissures à éliminer. Il est mis en service avec de l'eau froide ou chaude pouvant être additionnée de détergent. Ce procédé nécessite de s'assurer du séchage avant application du revêtement résine.

séchage

Le séchage peut être naturel ou forcé. Dans ce dernier cas, il se fait exclusivement soit à l'aide de systèmes infrarouges, soit à l'aide de générateurs d'air chaud ne délivrant pas d'humidité.

dépoussiérage

Le dépoussiérage se fait au moyen d'aspirateurs industriels puissants.

détrempe

Cette opération est effectuée sur une surface propre, à l'aide d'un tampon imbibé du solvant approprié.

gommage (pour mémoire)

Projection sous très faible pression d'ultra-fines en vue d'un nettoyage superficiel sans altérer l'état de surfaces.

65.3.3.2 Description de la mise en état des surfaces

Le tableau ci-après précise, selon la nature des surfaces livrées à l'applicateur, les principales séquences des opérations élémentaires de préparation à effectuer, les opérations étant classées selon l'ordre de leur

réalisation. Dans ce tableau, chaque ligne constitue une séquence.

Quand, pour une même nature de surfaces, plusieurs séquences sont prévues, l'applicateur choisit celle adaptée au cas considéré.

Nature de subjectile	Brossage	Lessivage	Meulage Ponçage Rabotage	Projection d'abrasifs	Séchage	Dépoussiérage	Détrempe
Parois Et couverture			X			X	
				X		X	
	X					X	
Radiers			X			X	
		X			X		
Fonds anciens		X			X		
			X			X	
						X	X
				X		X	

65.3.3.3 Cas des surfaces déjà revêtues

En général, on recherchera l'élimination totale des revêtements anciens par toute technique appropriée pour obtenir un retour aux conditions du neuf.

65.3.4 Application - Mise en oeuvre

65.3.4.1 Dispositions générales

Aucune opération de mise en place du revêtement ne doit être entreprise sans que l'état des surfaces à revêtir ait été réceptionné d'un commun accord par les différentes parties.

La première application ne doit pas s'appliquer avant un certain délai de manière que les parements de l'ouvrage soient exempts de toute trace d'humidité.

Le préchauffage ne peut être utilisé qu'après s'être assuré auprès du fabricant que cette opération ne risque pas de compromettre la tenue du revêtement.

En règle générale, l'application des revêtements est réalisée :

- à la pompe pour les revêtements non structurés,
- au rouleau ou à la machine de projection simultanée pour les revêtements structurés.

Dans des cas particuliers d'entretien ou de réparation, l'application pourra s'effectuer à la brosse ou au

rouleau, en une seule couche, ou en cas d'impossibilité en deux couches, la deuxième sur la première encore poisseuse ou dépolie.

65.3.4.2 Mode d'application des revêtements

Les conditions générales d'exécution et les modes d'application des systèmes doivent être impérativement ceux décrits dans la fiche technique dûment remplie par le fabricant (voir annexe III).

La fiche technique doit faire mention du nombre de couches pour chaque cas particulier d'application.

65.4 Revêtement d'étanchéité préfabriqué à base de membrane

65.4.1 Qualité du support

Le support peut être en maçonnerie monolithe (béton armé) ou en éléments jointés et recouverts d'un enduit de ciment. Le support doit être lisse et ne pas comporter de défaut de planéité locale, d'aspérité ou de balèvre > 3mm. Les parements courants (DTU 14-1) sont inclus dans cette tolérance.

Le support doit être sec et propre.

65.4.2 Essais de qualité particuliers

Essais d'adhérence (pour les systèmes collés).

Essais de déchirure au clou (pour les systèmes fixés mécaniquement).

65.4.3 Mise en état des surfaces

Le support doit être nettoyé, brossé et balayé. Si les défauts de planéité locale du support sont supérieurs ou égaux à 3mm, le support sera ragréé, les balèvres seront affleurées par meulage dans le cas des systèmes adhérents.

Dans le cas de systèmes indépendants, la pose d'un non tissé anti-poinçonnant de grammage adapté et au moins > 110 g/m² est nécessaire.

65.4.4 Application - Mise en oeuvre

Chaque procédé adhérent ou indépendant doit préciser :

- mode de liaison (à chaud ou à froid, soudage, collage ou fixation mécanique)
- largeur des bandes de recouvrement (en long et en travers)
- nombre et types de fixation (si nécessaire)
- détails des points particuliers (passage de canalisation, scellements, croisement et recouvrement).

**** En paroi verticale**

* pour les systèmes indépendants fixés mécaniquement :

- fixations hautes,
- fixations intermédiaires, en parois verticales, si $h > 5m$,
- fixations basses (éventuellement).
- En paroi inclinée pour des systèmes indépendants

Il y a lieu de tenir compte également des efforts de traction et de frottement.

**** En paroi verticale ou inclinée**

- pour les systèmes adhérents :

En principe, pas de fixations mécaniques.

Certaines membranes sous-facées par exemple avec un non tissé polyester peuvent être collées au support en partie courante, mais la fixation haute reste obligatoire.

**** En radier**

- * Membrane adhérente, indépendante ou fixée mécaniquement.
- * Jonction des parois et radiers :

Pour les revêtements qui subissent du retrait, il est nécessaire de ménager une lyre à la jonction paroi-radier.

**** Points singuliers :**

- * Canalisations traversantes, scellements : par système bride contre-bride ou collerette en matériau homogène.
- * Joints inertes : pontage des joints.
- * Joints de dilatation : réalisation d'une lyre avec une membrane homogène à comportement plastoélastique.

Article 66 : Désinfection des cuves

Quatre méthodes peuvent être utilisées; dans tous les cas il faut obligatoirement nettoyer soigneusement les parois et le fond de l'ouvrage en vue d'éliminer les souillures ou débris afin d'augmenter l'efficacité de la désinfection.

Méthode 1 : Elle consiste à appliquer directement sur la surface interne du réservoir une solution de chlore fortement concentrée.

Cette solution concentrée est projetée sur les surfaces internes de l'ouvrage vide à l'aide d'appareils de pulvérisation. La surface à désinfecter doit rester en contact avec la solution concentrée pendant 1/2 heure.

Méthode 2 : Elle consiste à introduire directement dans l'eau destinée à remplir l'ouvrage du CaCl_2 ou $\text{Ca}(\text{ClO}_2)$; on utilise une dose de 50 ppm.

Il faut d'abord délayer le désinfectant en poudre pour obtenir une pâte que l'on mélange ensuite énergiquement avec l'eau. Les résultats sont meilleurs si la suspension est ajoutée en plusieurs fois, au fur et à mesure que l'ouvrage se remplit. L'eau chlorée doit rester en contact avec celui-ci pendant 12 heures.

Méthode 3 : Elle consiste à procéder à la chloration de l'eau pendant le remplissage même de l'ouvrage, au moyen d'un chloromètre portatif ou pompe d'injection manuelle, afin d'avoir une dose de 50 mg/l de chlore, si le débit de l'eau est inconnu, et s'il est impossible de le calculer avec exactitude, il faut utiliser du chlore en excès. Un temps de contact de 24 heures est nécessaire.

Méthode 4 : Nettoyage des parois et du fond de l'ouvrage avec des jets d'eau sous-pression.

-Préparation de la quantité d'hypochlorite de sodium nécessaire pour avoir une concentration de 10/mg/l de chlore dans le volume total de l'ouvrage.

-Ajout de cette quantité d'eau de javel dans l'ouvrage vide, mais ayant été bien nettoyé.

- Remplissage de l'ouvrage jusqu'au cinquième de son volume.
- Après un temps de contact de 24 heures, compléter avec l'eau le remplissage de l'ouvrage.
- Laisser encore en contact pendant 48 heures.
- Après ce dernier temps de contact procéder à des prélèvements pour analyses bactériologiques; si le taux du chlore résiduel est inférieur à 1 mg/l après 48 heures de contact, diluer avec de l'eau légèrement chlorée pour baisser le chlore résiduel et prélever des échantillons.

Attendre le résultat des analyses avant la mise en service.

Lorsque l'ouvrage désinfecté a été convenablement rincé, des prélèvements de contrôle sont faits par le laboratoire du Maître de l'Ouvrage.

Si les résultats sont satisfaisants, l'ouvrage peut être mis en service ; si les résultats sont défavorables, l'opération est renouvelée.

Les produits désinfectants sont à la charge de l'Entrepreneur.

La réception provisoire ne peut être prononcée qu'après exécution de cette désinfection, selon les modalités ci-dessus.

Chapitre V : Spécifications particulières relatives à certains équipements

Article 67 : Tuyaux en acier

67.1 Qualité du matériau

Les tuyaux et les pièces spéciales seront réalisés en tôle d'acier doux soudable, de caractéristiques conformes à la Norme NF A 36.205 et par les spécifications API 5L et RLX. La tôle sera sans hétérogénéité marquée. Elle sera exempte de dédoubleures, retassures, soufflures et inclusions. Elle devra faire l'objet d'un contrôle en forge par les soins du fabricant.

Aucune dédoubleure visuelle sur le chanfrein ne sera tolérée. L'Entrepreneur fournira au Maître de l'Ouvrage un procès-verbal donnant les analyses chimiques de chaque coulée ainsi que les caractéristiques mécaniques mesurées sur tôle.

67.2 Fabrication des tuyaux

Les tuyaux seront fabriqués à partir d'une tôle ou deux tôles formées à froid et soudées automatiquement intérieurement et extérieurement à l'arc électrique immergé sous flux. Les soudures devront être effectuées en au moins deux passes dont une intérieure. Les cordons devront être larges sans former de saillie gênante sur la courbure du tube. Une interpénétration franche des cordons intérieurs et extérieurs devra être assurée. Les soudures seront homogènes et exemptes de défauts préjudiciables.

67.3 Catégorie des tuyaux

La catégorie des tuyaux devra répondre à la pression nominale donnée dans le CCTP et aux charges et surcharges extérieures.

67.4 Pièces Spéciales

Les pièces de raccord , Tés, Coudes, Réductions, etc...seront de préférence fabriqués en usine à partir d'éléments tubulaires soudés présentant les mêmes caractéristiques que les tubes. Les extrémités seront formées de façon adéquate pour permettre le raccordement aux tubes selon le type d'assemblage adopté.

Certaines pièces pourront, le cas échéant, être exécutées à la demande sur le chantier de pose à condition que les revêtements intérieurs et extérieurs puissent en être parfaitement exécutés.

67.5 Revêtement des tuyaux, pièces spéciales et raccords

67.5.1 Revêtement intérieur

Tous les tuyaux, pièces spéciales et raccords seront revêtus intérieurement. Le revêtement sera de qualité alimentaire (certificat délivré par un organisme agréé à fournir par les entrepreneurs). Nonobstant d'autres revêtements proposés et justifiés par l'Entrepreneur, sont acceptés :

- revêtement de mortier de ciment,
- revêtement de résines époxy.

*** Revêtement de mortier de ciment**

Il est appliqué par centrifugation sur les tuyaux.

Le mortier est un mortier de ciment CHF (laitier de Haut Fourneau) conforme à la norme NFP 15.304. Le sable est un sable siliceux, exempt de matières organiques à faible teneur en particules très fines (de diamètre inférieur à 0,08 mm) dont la masse reste inférieure à 5%, ce qui correspond à un équivalent sable de 85%. L'eau de gâchage ne contient aucun élément pouvant entraver la prise du mortier ou altérer la qualité de l'eau transportée.

Le rapport eau/ciment sera inférieur à 0,42.

Les raccords et pièces spéciales seront exécutés à partir de viroles découpées dans des tuyaux revêtus en usine par centrifugation.

La reprise du revêtement au droit des soudures sera réalisée à l'aide d'un mortier ayant même composition que celui du revêtement et appliqué à la truelle.

L'épaisseur du revêtement au mortier de ciment sera conforme à la norme NF A 49-701.

*** Revêtement de résines Epoxydes**

Le revêtement intérieur sera réalisé à l'aide d'Epoxy liquide de qualité alimentaire.

Le produit est appliqué en une seule couche de 300 à d'épaisseur minimale, soit par projection en usine, soit par projection ou à la brosse sur chantier pour exécuter des reprises ou revêtir des pièces spéciales et raccords de surface limitée.

La préparation de surface de la tôle consiste impérativement à éliminer toute trace de rouille, calamine et graisse par nettoyage à l'acide et par un sablage qui donnera une qualité de surface correspondant au

minimum au degré SA 2,5 des normes suédoises SIS 05.09.00.

La reconstitution sur chantier du revêtement détruit par les soudures est exécutée comme suit:

- Brossage énergique de la tôle pour remettre le métal à nu.
- Reconstitution du revêtement à la brosse ou au pinceau à l'époxy en une seule couche de 300µ.
- Temps de séchage: une quinzaine de jours.

67.5.2 Revêtement extérieur conduite enterrée:

Le revêtement extérieur sera constitué par un brai de houille armé. La mise en place du revêtement comportera les opérations suivantes:

- Préparation de la surface du métal à revêtir par sablage.
- Mise en place d'une solution de brai de houille (primer d'accrochage).
- Application de l'émail de brai de houille entre 120 à 140°.
- Enroulement en hélice avant solidification de l'émail d'une bande de tissu de verre encollé.
- Mise en place d'une peinture claire pour protection contre le rayonnement solaire.

Le point de ramollissement B.A du produit d'enrobage suivant Norme NFT 66.008 ne sera pas inférieur à 95° et sa pénétration suivant Norme NFT 66.004 sera de 40 au plus à 40°C.

L'épaisseur minimum du revêtement sera de 3,5 mm.

La protection externe ainsi mise en place devra résister au déblai électrique sous 10.000V.

Elle devra présenter une bonne adhérence, une résistance au choc convenable et une résistance à la pénétration suffisante. Un soin particulier devra être apporté, après pose et soudure des tuyaux, à la reconstitution des revêtements tant intérieurs qu'extérieurs au droit des soudures. L'Entrepreneur indiquera les dispositions qu'il prévoiera sur chantier à ce sujet.

Un double revêtement devra être appliqué dans les zones où les risques de corrosion apparaissent comme plus importants.

67.5.3 Revêtement extérieur-canalisation non enterrée:

- Sablage N° SA 3 de l'échelle suédoise, rugosité 18 gros du rugotest N°3,
- Métallisation continue à chaud de 120 µ en deux couches de 60 µ,
- Peinture à quatre couches,
 - .Couche colmatante de 50 µ, type vinyle d'aluminium ou à base de chromate de zinc, compatible avec la métallisation.
 - .Couche de renforcement de 50 µ, identique à la précédente.
 - .2 couches de finition de marque de réputation solidement établie, compatible avec les 2 premières couches.

67.5.4 Assemblage des tuyaux

Les tuyaux seront assemblés par soudure bout à bout ou slip joint conformément aux règles applicables aux contrôles des pièces et produits métallurgiques et aux contrôles des soudures en ateliers et sur les chantiers.

L'assemblage exécuté devra respecter les conditions suivantes:

- Assurer la continuité de la canalisation sans risque de rupture ou déboitage (la canalisation sera considérée comme auto-butée).
- Assurer l'étanchéité.
- Assurer la continuité des revêtements intérieurs et extérieurs, de telle sorte que ne soit créée aucune zone privilégiée de corrosion.

67.5.5 - Marquage:

Tous les tuyaux devront être marqués de façon visible et indélébile.

Les indications suivantes seront portées:

- Marque de l'usine protectrice
- Millésime de fabrication
- Diamètre nominal du tuyau
- Catégorie.

67.5.6 Note de calcul des tuyaux

L'Entrepreneur présentera une note de calcul faisant apparaître les taux de contrainte maxima auxquels seront soumis les matériaux constitutifs des tuyaux dans les conditions suivantes:

- Lors de l'application de la pression d'essai en usine.
- Lors de l'épreuve en tranchée.
- Dans les conditions de service.

Pour ce dernier calcul, on supposera:

- Pour le calcul des contraintes de compression maximum: le tuyau rempli mais sans pression intérieure et soumis à l'effet simultané de la surcharge des terres et des surcharges mobiles.
- Pour le calcul des contraintes de traction maximum: Le tuyau rempli soumis à une pression intérieure égale à la pression de service, définissant la catégorie du tuyau, à l'effet simultané de la surcharge des terres et des surcharges mobiles; ce calcul sera également conduit dans le cas du tuyau soumis à une pression intérieure égale à la pression de service et à l'effet simultané de la surcharge des terres et des surpressions.
- Les contraintes maxima en tout point du tuyau ne devront pas être supérieures aux 2/3 de la limite élastique garantie, le calcul étant fait en déduisant de l'épaisseur nominale du tuyau une marge de sécurité de 1,5 mm tenant compte de la corrosion éventuelle.

Article 68 : Robinetterie et autres appareillages

68.1 Normalisation des raccordements

Les dimensions de raccordement des brides, des boulons et des joints seront conformes aux normes en vigueur.

68.2 Vannes

Toute la robinetterie sera livrée équipée d'un raccord de démontage permettant de retirer l'équipement sans modifier le reste de l'installation. Ce raccord assurera un jeu de valeur 10 mm au moins (voir joints de démontage).

Il est expressément rappelé que la fourniture d'une vanne entraîne celle de tous ses accessoires pour l'installation dans le cadre prévu au dossier technique, et que les dits accessoires doivent être interchangeables dans toute la mesure du possible.

Pression d'épreuve = 1,5 fois la pression nominale.

a/ Robinets-vannes à opercule à passage direct

Domaines d'application : DN < 300 mm.

Type : EUROPAM de P.A.M, VANADOUR "O" de T.C ou similaire

Caractéristiques : La partie inférieure du passage de l'eau est parfaitement droite et lisse (aucune rainure pour recevoir l'obturateur n'est admise). Le siège de l'obturateur sera en caoutchouc artificiel.

Le corps des robinets-vannes sera en fonte ductile, l'intérieur et l'extérieur seront protégés par résine époxyde. Les vis et tiges de manoeuvre seront en acier inoxydable. Les robinets-vannes en élévation seront commandés par volant.

Raccordement : Brides.

b/ Vannes à papillon

Domaine d'application : DN 300 et au dessus.

Type : AMRI , VANADOUR de T.C ou similaire

Caractéristiques : Type excentrique, élément d'étanchéité en caoutchouc artificiel. Toutes les pièces mécaniques seront en alliage cuivreux ou en inox. Corps en fonte ductile ou acier. Protection époxy 150 à.

Commande manuelle par démultiplicateur assurant une fermeture progressive du robinet pour éviter les coups de bélier.

68.3 Joints de démontage

Pour faciliter les travaux de montage et de démontage des équipements dans les chambres de vannes, il est prévu la fourniture des joints de type coulissant ou à soufflet, équipés de tirants de manoeuvre et permettant d'obtenir un jeu de 10 mm au minimum.

Ces joints seront munis de brides. Les pressions nominales seront celles correspondant aux tronçons de conduite sur lesquels ils seront montés.

Un revêtement intérieur et extérieur en résine époxy sera appliqué pour assurer leur protection contre la corrosion.

68.4 Comportement des appareils

Les appareils ne devront présenter aucune vibration en position normale, ouverte ou fermée.

68.5 Tableau de renseignements à fournir

L'Entrepreneur fournira au Maître de l'Ouvrage tous renseignements utiles concernant les équipements hydrauliques faisant partie du marché.

68.6 Condition de pressions requises

Pression de service

La pression de service des vannes et autres appareillages etc... devra correspondre à une pression nominale donné dans le CCTP.

Elle sera considérée comme pression de service pour le corps, et comme pression d'étanchéité pour les vannes et les clapets fermés.

Pression d'épreuve

Les éléments sus-mentionnés seront éprouvés à 1.5 fois la pression nominale.

Pression d'étanchéité - Débit de fuite

Les pressions d'étanchéité devront être égales à la pression nominale.

Les débits de fuite vanne fermée et clapet fermé seront garantis nuls par l'Entrepreneur; la pression s'exerçant sur l'opercule ou le battant étant la pression d'épreuve.

Pression de manoeuvre

Les constructeurs indiqueront pour les vannes à commande manuelle la pression de manoeuvre maximale d'ouverture et de fermeture.

Chapitre VI : Epreuves, essais, réception

Article 69 : Généralités

Le Maître de l'Ouvrage se réserve le droit de contrôler tous les chantiers, ateliers et magasins de l'Entreprise et de ses fournisseurs pour la fabrication, le stockage et le transport de tous les matériaux, matières et produits.

Pendant toute la période des travaux, l'Entrepreneur donnera toutes les facilités aux représentants dûment habilités du Maître de l'Ouvrage pour permettre le contrôle complet des matériaux ainsi que pour effectuer tout essai sur ceux-ci.

L'Entrepreneur doit fournir, à ses frais, tous les échantillons demandés par le Maître de l'Ouvrage pour fins d'essai et d'approbation des matériaux, matières et produits. Le coût des essais exécutés sur ces échantillons sera assumé par l'Entrepreneur, sauf dispositions contraires du CCTP.

Lorsque le Maître de l'Ouvrage désire contrôler en usine la qualité des matériaux, matières et produits, l'Entrepreneur doit, sans frais pour le Maître de l'Ouvrage, fournir tous les échantillons, les locaux, la main d'oeuvre et l'appareillage nécessaire à cette fin.

Dans le cas où l'usine de fabrication ne dispose pas de laboratoire d'essais, L'Entrepreneur fera son affaire et à ses frais pour faire effectuer les différents essais par un laboratoire agréé par le Maître de l'Ouvrage.

De plus, le Maître de l'Ouvrage se réserve le droit, lors de l'exécution des travaux, de retenir à ses frais, les services d'un laboratoire de contrôle qui fait les essais qualitatifs des matériaux, matières et produits utilisés et de leur mise en place. L'Entrepreneur est tenu de collaborer à la réalisation de ces essais et de fournir à ses frais, les échantillons demandés.

Les différents contrôles et essais ne diminuent en rien la responsabilité de l'Entrepreneur quant à la bonne qualité des matériaux, matières et produits.

L'Entrepreneur acceptera toute interruption des travaux occasionnée par ce fait ou par les résultats des essais. L'Entrepreneur respectera les consignes qui lui seront données, soit en vue des contrôles, soit à la suite de ces contrôles .

Dans le cas contraire, le Maître de l'Ouvrage pourra exiger par écrit, l'arrêt des travaux soit en carrière, soit sur les ouvrages eux-mêmes. Les travaux ne reprendront qu'au reçu d'une autorisation écrite.

Tous les résultats des essais seront communiqués à l'Entrepreneur.

Tous les essais seront agréés par le Maître de l'Ouvrage et conformes en principe, aux normes en vigueur si cela n'est pas indiqué explicitement dans les présentes spécifications.

Article 70 : Réception des fouilles

Pour réceptionner les fouilles au moment de leur exécution, le Maître de l'Ouvrage pourra exiger que certaines surfaces soient complètement dégagées, nettoyées et lavées puis asséchées de telle sorte qu'il puisse examiner dans les meilleures conditions les failles, diaclases ou tout autre défaut de la roche.

Les excavations exécutées selon les profils indiqués par les plans ou les directives du Maître de l'Ouvrage ne seront en aucun cas bétonnées ou revêtus avant que celui-ci ne les ait réceptionnées. Il en est de même pour les fonds de tranchées de conduites avant la pose des tuyaux. L'Entrepreneur aura à sa charge la mise à disposition au Maître de l'ouvrage du matériel topographique et le personnel pour effectuer les vérifications nécessaires.

Le Maître de l'Ouvrage pourra, après la réception, demander un approfondissement de la fouille, le bétonnage ou le revêtement ne pourra être exécuté avant qu'il ait inspecté la fouille ainsi rectifiée et qu'il l'ait approuvée par écrit.

Article 71 : Vérification qualitative des sols

a- A défaut de stipulation contraire du CCTP, les sols pour remblai ordinaire et l'eau de compactage ne seront soumis à des contrôles de qualité que si le Maître de l'Ouvrage le prescrit.

Si à la suite d'un contrôle, il apparaît que l'Entrepreneur a mis en oeuvre des sols qui ne satisfont pas aux normes de qualité, ils doivent être enlevés et remplacés à ses frais dans les délais prescrits par ordre de service notifiant le refus de ces sols.

b- Les sols pour couches ou noyau d'étanchéité des digues éventuelles, voirie et remblai aux abords des ouvrages et autour des conduites et terre végétales sont soumis à des contrôles systématiques de qualité dans la fréquence est précisée dans le CCTP.

Les sols qui ne satisfont pas aux exigences de qualité sont enlevés et remplacés aux frais de l'Entrepreneur dans les délais prescrits par l'ordre de service notifiant leur refus.

Article 72 : Compactage des remblais

Pendant l'exécution des remblais, des essais de compactage seront réalisés. Dans le cas d'essais non satisfaisants, l'Entrepreneur procédera à la réalisation d'un nouveau compactage, s'il y a lieu la correction de la teneur en eau et éventuellement l'extraction du remblai préalablement mis en oeuvre et son remplacement par un matériau de caractéristiques appropriées. Les dépenses du nouveau compactage, de la correction de la teneur en eau, d'extraction, de remise en place et les vérifications des remblais nouvellement mis en oeuvre sont à sa charge.

Article 73 : Bétons

a- Tolérances

a-1) Armatures

Les écarts tolérés dans la position des armatures sont les suivants:

*Ecart entre armatures:

- Section droite d'une poutre:

± 1 cm dans le sens horizontal ou vertical d'armatures consécutives sans que la distance libre entre elles soit inférieure à leur diamètre, si elles sont isolées, ou à la largeur des paquets d'armatures.

En outre cette distance libre ne devra pas être inférieure à la grosseur du plus gros granulats, dans la direction verticale et à 1,5 fois cette grosseur dans la direction horizontale.

- Section droite d'une dalle:

$\pm 0,5$ cm dans le sens vertical et $+ 1/10$ de la distance théorique entre armatures dans le sens horizontal avec les mêmes conditions que dans l'alinéa précédent.

* Ecart entre armatures et parois de coffrage

Aucun écart en moins n'est admis pour la distance minimale des armatures par rapport aux parois de coffrage.

* Tolérance de longueur et de positionnement

La tolérance sur le défaut de longueur d'une barre ou sur le positionnement de la barre le long de son axe ou sur le défaut de longueur de recouvrement d'une autre barre est de 3.5 fois le diamètre de la barre sans excéder 5 cm.

a-2) Ouvrages

Les tolérances concernant les distances entre une partie d'ouvrage et une autre partie voisine, telles que la distance entre deux murs, la hauteur libre d'un étage etc... ne doivent pas présenter des écarts supérieurs à ± 2 cm.

Les écarts sur les cotes de dimensionnement d'un ouvrage, telles que l'épaisseur d'un mur, la largeur d'une poutre, l'épaisseur d'un plancher doivent être inférieure à ± 1 cm.

Les écarts sur la verticalité ou l'horizontalité d'un parement doivent être aux plus égaux à 2 cm.

Les tolérances ci-dessus ne comprennent pas les déformations sous les sollicitations agissantes qui se produisent après la remise de l'ouvrage.

a-3) Parements des parois latérales des murs et poteaux et sous-faces de dalles, poutres et faces latérales des poutres

-5 mm sous la règle de 2 m

-désaffleur entre 2 panneaux: 2,5mm au plus

-joint entre 2 panneaux: 0,3 fois la largeur du joint théorique.

a-4) Parement des surfaces de dalles et de planchers

*** Planéité sous la règle de 2 m**

béton surfacé : + 1 cm

béton à chape incorporée : 0,7 cm

béton à chape rapportée : 0,5 cm

dalles préfabriquées : 1 cm

*** Niveau**

Différence de niveau entre deux points quelconques distants de moins de 10m: 0,5cm et de plus de 10m: 1cm.

b) Contrôles de conformité

Pour les chantiers de catégorie B, le Maître de l'Ouvrage pourra faire effectuer, quand il le jugera utile, des essais permettant de vérifier la conformité et la régularité des matériaux avec les exigences du marché.

En particulier (liste non exhaustive): analyse granulométrique des granulats, E.S du sable, teneur en eau du sable, essais de réception des matériaux essais de convenance et essais de résistance des bétons conformément aux normes et règlements en vigueur et en particulier pour les mesures de résistances à la NM 10.1.008.

Pour les chantiers de catégorie A, le Maître de l'Ouvrage vérifiera la conformité des matériaux livrés vis-à-vis des matériaux décrits dans le dossier d'étude et basés sur les références antérieures de l'Entreprise. L'ONEE - Branche EAU effectuera des mesures de résistance du béton fabriqué en cours de travaux dans les conditions définies dans le présent CCTG ou dans le CCTP pour vérifier que les résistances nominales exigées sont respectées.

Pour chaque prélèvement, un procès-verbal signé contradictoirement sera établi. Ce procès-verbal précisera:

- Le lieu, la date et l'heure du prélèvement,

- La température ambiante au lieu de prélèvement.
- La provenance du ciment, sa nature, la date et le mode de l'expédition.
- La nature, l'origine et la composition granulométrique des granulats.
- Le dosage en ciment, la quantité d'eau de gâchage, la consistance du béton.
- Le nombre, la nature et le repérage des éprouvettes.
- Les conduites de conservation des éprouvettes.

L'Entrepreneur pourra suivre tous les essais et devra faciliter la tâche au Maître de l'Ouvrage. Les résultats des essais seront transmis à l'Entrepreneur.

Les essais de mesure de résistance seront de deux types:

b-1) Avant le démarrage des travaux: essais de convenance (chantiers de catégorie B)

Ces essais ont pour but de vérifier qu'avec les moyens du chantier on peut réaliser avec un minimum d'aléas le béton défini dans le dossier d'étude. Les essais permettront également de vérifier la compatibilité des adjuvants avec le ciment utilisé.

Pour chaque catégorie de béton, il sera prélevé, comme pour les essais d'études, 24 prismes (dimensions en cm: 10 x 10 x 50) pour essais de traction et 24 cylindres pour essais de compression (dimensions: section = 200 cm², hauteur double du diamètre).

- 6 prismes et cylindres seront essayés à 7 jours
- 18 prismes et cylindres seront essayés à 28 jours.

La moyenne arithmétique des résistances de chaque éprouvette, diminuée des huit dixièmes de leur écart quadratique moyen devra être supérieure ou égale à la résistance nominale à 28 jours du béton exigée. Les résultats à 7 jours devront être supérieurs ou égaux aux 69/100 de la résistance nominale à la compression et aux 78/100 de la résistance à la traction.

Les travaux ne pourront commencer que si les résultats à 7 jours des "essais de convenance" correspondront aux valeurs demandées. Les essais seront fait par un laboratoire agréé.

Dans le cas où les résultats ne correspondant pas, il conviendra que l'Entrepreneur réalise, à sa charge, de nouveaux essais et prenne toutes les dispositions pour l'amélioration des moyens mis en oeuvre pour la confection des bétons.

Les essais de convenance sont entièrement à la charge de l'Entrepreneur.

b-2) En cours de travaux

*** Mesures de résistance sur béton durci (chantiers de catégorie A et B)**

Les mesures de résistance à la compression et à la traction du béton fabriqué seront effectuées quelle que soit la catégorie du chantier. Les résultats de ces mesures seront à comparer à la résistance nominale exigée.

Pour ces contrôles, des prélèvements de béton seront faits, tant à la sortie des bétonnières que dans les engins de transport et au lieu d'emploi. Ces prélèvements serviront à confectionner des éprouvettes en forme de cylindre ou de prismes de dimensions liées à la dimension maximale des granulats. En attendant leur expédition au laboratoire chargé des essais, à savoir:

- Soit le laboratoire de chantier du Maître de l'Ouvrage,

-Soit un laboratoire extérieur désigné par le Maître de l'Ouvrage, en principe le Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes des sols.

Ces éprouvettes non démoulées seront conservées par les soins de l'Entrepreneur dans les conditions fixées par le Maître de l'Ouvrage. Soit à l'abri de la chaleur, du froid et de l'humidité pour les éprouvettes destinées au contrôle des qualités intrinsèques du béton, soit à proximité de l'ouvrage correspondant, à l'extérieur pour les éprouvettes destinées au contrôle des qualités du béton mis en oeuvre.

Dans ce dernier cas, les éprouvettes devront être protégées d'une dessiccation plus rapide que celle de l'ouvrage.

Pour chaque contrôle, il sera pris 6 prismes et 6 cylindres, la moitié des éprouvettes étant essayée à 7 jours et l'autre moitié à 28 jours. Les éprouvettes seront serrées et conservées dans les mêmes conditions que les ouvrages eux-mêmes.

Les résultats à obtenir seront les suivants (cf NM 1.01.008):

1. à 7 jours:

Valeurs égales au moins aux 69/100 de la résistance nominale à la compression exigée à 28 j et aux 78/100 de la résistance nominale exigée à la traction divisée par 0,86,

2. à 28 jours:

Valeurs égales au moins à la résistance nominale exigée à 28 jours divisée par 0,86.

Au minimum, les essais de contrôle pour le béton seront faits systématiquement pour chaque poste et tous les 100 m³ au maximum. Le Maître de l'Ouvrage désignera les gâchées qui seront soumises aux prélèvements pour les essais.

Dans ces limites, l'ONEE - Branche EAU précisera éventuellement la fréquence des essais.

Au cas où les résultats des "essais de contrôle" ne seraient pas satisfaisants les travaux de bétonnage devront être immédiatement arrêtés et une nouvelle série d'essais sur d'autre prélèvements devra être faite. Les travaux ne pourront reprendre qu'après obtention de résultats corrects à 7 jours.

*** Mesures sur béton frais**

Le contrôle de l'ouvrabilité sera effectué par des essais de consistance par affaissement au cône conformément aux stipulations de la NM 1.01.021. (pour chantier de catégorie A et B)

b-3) Essais après travaux (essais non destructifs)

Si des désordres apparaissent sur certains éléments de structure, le Maître de l'Ouvrage pourra ordonner des essais non destructifs lesquels seront effectués par un laboratoire agréé.

Ces essais seront:

- essai d'auscultation dynamique
- essai de chargement
- ou tout essai similaire.

Par ailleurs des prélèvements par carottage seront effectués chaque fois que le Maître de l'Ouvrage le jugera

nécessaire. Ces prélèvements seront faits aux frais du Maître de l'Ouvrage, ainsi que le remplissage des trous qui en résultent.

Si la compacité et la densité ne correspondent pas aux caractéristiques du béton type, le Maître de l'Ouvrage fera prélever, aux frais de l'Entrepreneur, par carottage ou tout autre moyen, des échantillons permettant le découpage d'éprouvettes de dimensions convenables.

Si après essais, les résistances prévues ne sont pas obtenues, le Maître de l'Ouvrage pourra ordonner la démolition du béton reconnu défectueux. La démolition ainsi que le béton de remplacement seront à la charge de l'Entrepreneur.

Si les essais ne sont pas concluants, les frais du 1^{ier} essai sont également à la charge de l'Entreprise.

c-) Essais et contrôles du liant

Indépendamment des essais visés par les normes dans les usines de fabrication, des échantillons pourront être essayés dans d'autres laboratoires que celui de la fabrique de liant, à la demande du Maître de l'Ouvrage.

Des essais seront effectués ultérieurement sur le chantier pour s'assurer qu'il n'y a pas eu de détérioration du liant. Si les résultats de ces essais montrent qu'une des conditions exigées du liant n'est pas remplie, tout le lot intéressé sera rejeté et enlevé aussitôt.

Les essais sur échantillons prélevés en usine seront à la charge de l'Entrepreneur. Les essais sur échantillons prélevés sur le chantier seront à la charge du Maître de l'Ouvrage.

Article 74 : Tolérances-épreuve d'étanchéité-contrôle du revêtement d'étanchéité des toitures - terrasses

74.1 Tolérances sur la constitution des revêtements d'étanchéité

La masse ramenée au m² d'un échantillon de 0,03x0,30m prélevé en oeuvre ne doit pas être inférieure à la masse minimale d'un mètre carré du complexe calculée en faisant la somme des masses minimales de chacun des constituants (coulés à chaud et manufacturés).

74.2 Contrôle des produits fournis:

Le Maître de l'Ouvrage se réserve de droit d'opérer tous les prélèvements nécessaires sur les produits employés aux fins d'analyse au laboratoire.

A la livraison, les contrôles porteront sur l'origine, le classement, l'épaisseur et les nuances des matériaux, afin d'assurer la conformité des prescriptions requises.

Les feutres bitumés ou bitumes armés devront répondre aux normes en vigueur, l'entrepreneur veillera particulièrement au stockage des rouleaux d'étanchéité dans les conditions assurant une bonne protection.

74.3 Contrôle d'exécution du revêtement d'étanchéité

Lors de la mise en oeuvre, ce contrôle permettra de s'assurer que les règles d'exécution ont bien été observées.

Chaque couche de feutre bitumé armé fera l'objet d'une réception par le représentant du Maître de l'Ouvrage

chargé du suivi des travaux.

Des prélèvements d'étanchéité pourront être effectués avant ou après la mise en place de la protection.

Ces prélèvements seront effectués en présence de l'Entrepreneur, de préférence aux points hauts par le laboratoire chargé par le Maître de l'Ouvrage des essais et mesures.

Ils porteront sur l'ensemble du complexe d'étanchéité: pare-vapeur et isolant s'il y a lieu, forme de pente, système multicouche et protection mécanique.

Ces prélèvements seront limités à un échantillon de 30cmx30cm par surface inférieures à 200 m² ou par bâtiment si la surface couverte est inférieure et un échantillon sur les relevés.

Le rebouchage soigné, avec recouvrement à l'identique, sera effectué le jour même par l'entreprise à et ses frais.

74.4 Epreuves d'étanchéité à l'eau

Des essais de mise en eau seront effectués pour vérification de la tenue durevêtement de l'étanchéité, ces essais seront sanctionnés par un procès-verbal et seront à la charge de l'Entrepreneur.

A cet effet, on établira le niveau d'eau à 0,05 m au-dessous de la partie supérieure du point le plus bas des relevés.

Ce niveau sera maintenu pendant 72 heures. L'obstruction des entrées d'eaux pluviales se fera par un système permettant d'évacuer les eaux si le niveau dépasse celui prévu (par suite d'une pluie soudaine par exemple).

La vidange de l'eau sera faite progressivement pour éviter tout refoulement dans les colonnes d'évacuation. Aucune fuite ne devra apparaître tant en sous-face de la terrasse qu'à travers un mur ou une cloison.

En cas d'ambiguïté sur la provenance de l'humidité, on pourra la lever en refaisant les épreuves à l'aide d'eau teintée.

Il y a lieu de veiller à ce que la charge d'eau ainsi créée ne dépasse pas celle admise pour les calculs de résistance.

Article 75 Essais de qualité particuliers des produits pour les réservoirs -critères d'acceptation

Les systèmes de protection sur subjectiles à base de ciment pour lesquels une étanchéité est requise, doivent subir en plus des essais spécifiques des matériaux, des essais décrits ci-après qui permettent de vérifier plusieurs qualités :

Ces essais sont obligatoires pour les solutions variantes autres que la solution de base. Le CCTP pourra prescrire certains de ces essais pour la solution de base également.

Dans tous les cas, ces essais sont à la charge de l'Entrepreneur et doivent être effectués par des laboratoires agréés.

75.1 Essais de base

75.1.1 Adhérence (dans le cas des systèmes adhérents)

a) Normes

Ces essais ont pour but de vérifier que l'accrochage d'un revêtement à base de liants hydrauliques ou de résines de synthèse sur son support est suffisant.

L'adhérence est mesurée par des essais de laboratoire selon les normes suivantes :

Ces essais sont réalisés avec des pastilles de 50mm de diamètre pour support béton.

- NFP 18 852 et 18 853. Produits à base de liants hydrauliques ou de résines de synthèse mis en oeuvre sur support sec ou humide et éprouvettes sciées pour support.

- NFP 18 858. Produits ou synthèses de produits à base de liants hydrauliques réalisés sur support humide et éprouvette rugueuse pour support béton.

b) Critères d'acceptation

Essais effectués selon les normes P 18 852, P 18 853, P 18 858

Ces essais sont réalisés plus particulièrement pour les revêtements appliqués sur les subjectiles à base de ciment.

L'adhérence du feuil sec sur le subjectile doit satisfaire aux conditions minimales nécessaires à la bonne tenue d'un ouvrage.

Le CCTP fixera dans chaque cas, le critère d'acceptation parmi les quatre classes suivantes (pour le système adhérent).

Classes	Critères Essais d'adhérence
A	> 2 MPa
B	1 < £ 2 MPa
C	0,5 < £ 1 MPa
D	0,2 < £ 0,5 MPa

N.B : Le compte rendu d'essai devra indiquer le mode de rupture selon la norme.

75.1.2 Perméabilité

a) Essai de perméabilité hydraulique sous gradient de pression (mode opératoire EDF - CEMETE).

La perméabilité K mesurée caractérise l'aptitude d'un matériau à se laisser traverser par un fluide. On mesure le débit traversant l'échantillon de matériau après application d'une pression d'eau de 0,1 à 0,4 MPa en amont.

b) Essai de perméabilité applicable aux membranes. (mode opératoires CEMAGREF, IRIGM, ect...).

c) Norme NF P 18.855 "essai de perméabilité aux liquides pour produits à base de liants hydrauliques ou de résine de synthèse appliqués sur le support sec ou humide".

La norme indique les cycles de montées en pression d'eau (de 0,1 à 2 MPa) qui se déroulent sur deux jours.

d) Norme NF P 84.451 " étanchéité, revêtements intérieurs d'imperméabilisation à base de liants hydrauliques destinés aux travaux de cuvelage - essais d'imperméabilité à l'eau ".

e) Expression des résultats quel que soit le mode opératoire ou la norme appliquée suivant les recommandations du Maître de l'Ouvrage, l'expression des résultats devra pour chaque éprouvette indiquer d'une part les volumes de liquide (en m³) ayant traversé l'échantillon depuis le début de l'essai et d'autre part fournir les courbes $V = f(P)$ et $V = f(t)$

où V = volume de liquide en cm³ ayant traversé l'échantillon
 P = pression du liquide appliquée à l'échantillon (MPa)
 t = temps écoulé en heures.

De plus l'expression des résultats pourra être complétée en appliquant la loi de Darcy.

$V = K.i$ avec $i = dh/ds$ Gradient hydraulique

et $Q = V.S$ Débit de fuite.

f) Critères d'acceptation des essais de laboratoire

En l'absence d'indications fixées par le Maître d'Ouvrage les pertes de liquide ne doivent pas dépasser pour les réservoirs avec revêtement d'imperméabilisation ou d'étanchéité 125 cm³ par mètre carré et par jour sous la pression maximale prévue, l'évaporation en laboratoire étant considérée comme la moitié de l'évaporation in situ.

75.1.3 Comportement sur support fissuré ou fissurable

Trois type d'essais sont possibles.

Essai de tenue d'un revêtement d'étanchéité sur subjectile béton fissurable

Cet essai a pour but d'apprécier l'aptitude d'un revêtement, type peinture, à résister à une fissuration instantanée du subjectile, puis de ponter une ouverture progressive de la fissure.

Essai de tenue d'un revêtement d'étanchéité au droit d'une fissuration respirante

Cet essai sur subjectile béton a pour but d'apprécier l'aptitude d'un revêtement, type peinture, à ponter les fissures du béton.

L'essai débute à partir d'une fissure existante d'une largeur connue.

Le revêtement doit résister sans dommage aux différents cycles de variation d'écartement de la fissure provoquée. Deux options sont possibles 1/10 à 5/10 de mm et 1/10 à 10/10 de mm.

Après essais, les revêtements ne doivent pas présenter de craquelures visibles.

Essai de tenue à la sous-pression, d'un revêtement d'étanchéité sur subjectile béton, sous lequel une fissure d'ouverture connue a été créée

Cet essai est réalisé avec une fissure d'ouverture de 5/10 de mm ou de 1 mm.

Le revêtement doit résister à une contre-pression de 0,1 MPa sans perte de qualités, ni craquelures visibles, pour une fissure d'ouverture donnée.

75.2 Essais complémentaires

75.2.1 Alimentarité

Ces essais sont obligatoires et doivent être conformes aux règlements en vigueur et porteront aussi bien sur les matériaux, les produits et les systèmes de revêtement que sur les produits auxiliaires (liquide de gachage pour les mortiers prédosés, adjuvants, produits de collage, produits pour injection...).

Ils devront être réalisés par des laboratoires agréés par le Ministère de la Santé.

75.2.2 Diffusion de l'eau liquide à travers le revêtement pour intérieur de capacité, sur subjectile béton

Cet essai a pour but de quantifier la diffusion de l'eau liquide, sans pression, à travers le revêtement d'épaisseur déterminée.

La connaissance de ce coefficient de diffusion permettra d'évaluer le débit de fuite par unité de surface.

Ce coefficient de diffusion devra être inférieur ou égal à $5.10^{-10} \text{ cm}^2.S^{-1}$.

75.2.3 Viellissement

Cet essai est effectué conformément à la norme NF T 30 049. Le nombre de cycles prévu est de 50 (un cycle = une phase principale).

Après essai, le revêtement doit avoir l'aspect suivant :

- ni pelage, ni craquelage, ni écaillage,
- au maximum une cloque par éprouvette, celle-ci étant non crevée et de diamètre inférieur à 2 mm.
- les critères d'acceptation choisis par le Maître d'Ouvrage parmi les quatre classes précédentes deviennent ceux précisés dans le tableau ci-dessous.

On peut aussi se référer aux prescriptions des normes NF P 18 853 ET 18 854, en ce qui concerne l'adhérence après cycles Gel Dégel et la tenue aux chocs répétés.

Ces chiffres représentent 75% des valeurs du tableau du 75.1.1.

Classes	Critères Essais Vieillissement
A	> 1,5 MPa
B	0,75 < £ 1,5 MPa
C	0,375 < £ 0,75 MPa
D	0,15 < £ 0,37 MPa

N.B : Le compte rendu d'essai devra indiquer le mode de rupture selon la norme.

75.3 Epreuves d'étanchéité globale

En principe les essais d'étanchéité seront effectués avant exécution des revêtements intérieurs de l'ouvrage. Toutefois le Maître de l'Ouvrage pourra demander que ces essais aient lieu après exécution des revêtements.

L'ouvrage sera mis en eau suivant un programme proposé par l'Entrepreneur de manière à assurer une mise

en charge progressive. Après 15 jours de remplissage au niveau maximal on s'assurera que l'ouvrage ne présente pas de fuites, notamment aux points de traversées des canalisations et aux raccords en béton et que les traces d'humidité qui auraient pu apparaître sur les parois extérieures au début de la mise en eau sont en voie d'assèchement.

Les pertes ne devront pas dépasser compte tenu des variations de température et de l'évaporation une valeur moyenne de $250 \text{ cm}^3/\text{jour}/\text{m}^2$.

Les préparations et les essais seront à la charge de l'Entrepreneur. L'eau sera fournie par le Maître de l'Ouvrage.

Article 76 : Tolérance de pose des tuyaux

Les conduites doivent être réalisés conformément aux côtes du fil d'eau du projet avec les tolérances ci-après:

Le profil du radier du tuyau ne doit jamais s'éloigner du profil théorique de plus de 12mm si la pente théorique est de 0,5 % et moins; de 20mm pour des pentes théoriques plus fortes mais jusqu'à 2% ; et de 25 mm pour des pentes supérieures à 2%

Aucune déviation ne doit ouvrir un joint à plus de 12mm, sauf indications contraires spécifiées par le fabricant.

Au delà des tolérances indiquées ci-dessus, l'Entrepreneur devra déposer et reposer les tronçons concernés, le tout étant à sa charge.

En aucun cas, la pente du tuyau ne doit être inversée; chaque élément doit être vérifié avec un niveau d'au moins 600mm.

Le CCTP indique éventuellement la nécessité d'utilisation des rayons lasers pour fixer la pente.

Article 77 : Tuyaux en acier

77.1 Epaisseur

Quelle que soit la nuance d'acier utilisé l'épaisseur nominale en millimètre ne sera pas inférieure à $0,009D$; D étant le diamètre nominal du tuyau exprimé en millimètres. La tolérance maximum sur l'épaisseur des parois est fixée à 10%.

77.2 Diamètres

Les diamètres intérieurs réels proposés par l'Entrepreneur ne seront en principe, pas inférieurs aux diamètres nominaux (exprimés par un nombre entier), compte tenu du revêtement.

La tolérance sur le diamètre extérieur sera de $\pm 1\%$.

77.3 Masses

La tolérance de masse sur un tuyaux sera de $\pm 10\%$.

77.4 Flèche

La tolérance sur la flèche : $\pm 0,2\%$ de la longueur du tube.

77.5 Revêtement - peinture

-Métallisation: 10 ans avec référence au cliché N° 8 de l'échelle européenne.

-Peinture: Au bout de un an: état conforme au cliché N°9 de l'échelle européenne d'enrouillement; au bout de quatre ans: référence au cliché N°7.

77.6 Contrôle des soudures

Sont considérées comme défectueuses et inacceptables toutes soudures d'assemblage des canalisations en acier qui ne sont pas conformes aux qualités, normes et tolérances des soudures de classe III, telles qu'elles sont définies par le syndicat National de la Chaudronnerie-Tôlerie dans son avant-projet N°7 concernant la classification des soudures.

En complément à ce document, il est précisé que la dénivellation maximum tolérée pour les soudures non reprises à l'envers sera de $(e/5 + 1)$ mm, e étant l'épaisseur tube en mm. Pour des dénivellations supérieures à $(e/5 + 1)$ la soudure sera obligatoirement reprise à l'envers.

Le Maître de l'Ouvrage peut faire procéder, à ses frais et à tout moment, par un Organisme qualifié, à des contrôles radiographiques, par ultrasons, ou autres sur les soudures exécutées par l'Entrepreneur (bout-à-bout ou à clin).

Si, au cours de ces contrôles, une ou plusieurs soudures apparaissent comme non conformes aux prescriptions visées plus haut, le Maître de l'Ouvrage peut demander à l'Entrepreneur, un contrôle supplémentaire portant sur dix nouvelles soudures.

Si, sur la totalité des contrôles effectués à la charge du Maître de l'Ouvrage d'une part, et à celle de l'Entrepreneur d'autre part, moins de 2/10èmes des soudures contrôlées ont été reconnus défectueux, le Maître de l'Ouvrage peut demander à l'Entrepreneur la réparation de toutes les soudures défectueuses, ainsi que la reconstitution des revêtements détériorés lors de cette réparation.

Si 2/10^{èmes} ou plus des soudures contrôlées ont été reconnus défectueux, le Maître de l'Ouvrage peut exiger le contrôle de la totalité des soudures exécutées, aux frais exclusifs de l'Entrepreneur. Dans ce dernier cas, s'il apparaît encore que 2/10èmes ou plus des soudures sont inacceptables, le Maître de l'Ouvrage peut demander à l'Entrepreneur, et aux seuls frais de ce dernier, la dépose et la repose du tronçon complet de canalisation.

Il est précisé que:

- L'Organisme de contrôle des soudures doit être agréé par le Maître de l'Ouvrage.
- L'Entrepreneur est tenu d'aviser par lettre recommandée le Maître de l'Ouvrage 48 heures avant la date des opérations de contrôle.
- Dans le cas où l'ONEE - Branche EAU assiste à ces opérations de contrôle, les tronçons et les soudures à contrôler ne peuvent être désignés que par lui seul, après avis, s'il le juge utile, de l'Organisme de contrôle des soudures.
- Quelque soit le nombre de défauts constatés, l'Entrepreneur est dans l'obligation de reprendre toutes les soudures défectueuses et de rétablir la continuité des revêtements protecteurs de la canalisation, tant intérieurement qu'extérieurement.

Il ne peut prétendre à aucune indemnité pour ce travail et pour les sujétions qu'il comporte.

77.7 Essais en usine

77.7.1 - Qualité des matériaux:

L'Entrepreneur fournira au Maître de l'Ouvrage les résultats des essais effectués en forge sur charge coulée. Les tôles d'acier utilisées devront strictement correspondre à toutes les caractéristiques garanties de la qualité d'acier utilisé.

77.7.2 - Essais de résistance:

Deux essais de traction seront effectués sur un tube témoin prélevé au hasard. Sur l'extrémité de ce tube, seront prélevées deux éprouvettes, l'une sera prélevée dans le sens longitudinal n'intéressera que la paroi du tube; l'autre sera prélevée perpendiculairement à une génératrice, la soudure se trouvant au milieu de l'éprouvette. Ces éprouvettes seront redressées à chaud et recuites. La peau de laminage devra, autant que possible, subsister aux endroits les plus minces; le cordon de l'éprouvette longitudinal devra satisfaire à la règle habituelle:

$$L = 5,65 S$$

où: L = Longueur entre repères en mm.

S = Section de l'éprouvette en mm².

La limite de résistance élastique de l'éprouvette sans soudure ne devra pas être inférieure au taux garanti pour l'acier constitutif. La rupture de l'éprouvette sans soudure ne devra pas intervenir pour un taux de contrainte inférieur aux taux de contrainte minimum garanti.

La rupture de l'éprouvette avec soudure ne devra pas se produire pour un taux de contrainte inférieur à 90 % du taux de contrainte garanti. Si les résultats de ces essais étaient négatifs, il serait procédé à trois essais complémentaires de chaque type. Si les résultats de l'un de ces essais étaient à leur tour négatifs, l'ensemble du lot de tuyaux serait rebuté.

77.7.3 - Epreuve hydraulique:

Chaque tuyau sera soumis pendant une durée de 30 secondes à une pression intérieure telle que l'acier constitutif soit soumis à une contrainte de traction égale à 80% de la limite élastique, la contrainte étant calculée sur la base de l'épaisseur nominal du tuyau.

77.7.4 - Examen d'aspect et de dimension:

Tous les tuyaux et pièces de raccord seront examinés avant et après revêtements. Le fabricant devra procéder à un contrôle systématique des soudures aux ultra-sons.

Il pourra, de plus, être procédé sur demande du Maître de l'Ouvrage, à l'examen radiographique des soudures suspectes. Le revêtement intérieur devra être lisse et régulier.

Les dimensions seront vérifiées à raison d'un tuyau sur 20, dans les limites de tolérance ci-dessus définies. Au cas où ces tolérances ne seraient pas respectées, tous les tuyaux du lot seront vérifiés.

Les pièces trouvées non conformes seront rebutées.

77.7.5 - Contrôle du revêtement:

Le revêtement extérieur sera éprouvé au balai électrique à 10.000 volts. Le revêtement intérieur sera soumis sur les tuyaux échantillons à:

-Un essai d'arrachement au jet sous-pression de 15 bars, appliqué sous angle de 45°, après quadrillage de la surface à tester avec un instrument tranchant pour donner prise au jet. Cet essai durera 1 heure. Il ne devra être observé aucune amorce de décollement du revêtement.

-Un essai d'arrachement par traction effectué sur une pastille métallique collée.

S'ils s'avéraient négatifs, il serait procédé à deux essais de contrôle sur les tuyaux précédents et suivant immédiatement le tuyau échantillon dans l'ordre de fabrication. Si ces essais étaient à leur tour négatifs, le lot de tubes serait rebuté.

A la demande du Maître de l'Ouvrage, le revêtement pourra en outre, être soumis à des essais physico-chimiques permettant de vérifier l'efficacité de la protection apportée au tube, à savoir:

- Vieillesse accéléré.
- Action de produits corrosifs.

Article 78 : Appareillage d'équipement

- Contrôle des pressions d'épreuve et de service en usine

Toutes les vannes clapets seront essayés en usine à la pression d'épreuve.

Le débit de fuite des obturateurs des vannes sera également contrôlé, les vannes étant soumises à la pression de service correspondant à la pression nominale de 10 bars

- Contrôle des mécanismes en usine

Les mécanismes seront contrôlés en usine et comprendront un nombre de manoeuvres complètes supérieur à dix. Aucune imperfection ne devra être constatée au cours de ces dix manoeuvres.

- Essais après montage

Au cours des essais après montage :

- . Les débits de fuite des obturateurs des vannes seront tous nuls.
- . Il ne devra être constaté aucune fuite ou suintement en aucun endroit et notamment le long des joints à bride de raccordement avec les tuyauteries et des presse-étoupes de sortie des arbres de commande des obturateurs.
- . Il ne devra être constaté aucune imperfection lors de dix manoeuvres consécutives et totales des obturateurs.

Il sera procédé également aux vérifications des dispositions relatives aux processus de démontage et remontage.

- Réception provisoire

La réception provisoire sera prononcée lorsque ces essais seront révélés satisfaisants, et à condition que le matériel soit resté en service, c'est-à-dire soumis à la charge hydraulique normale pendant une durée d'au moins 15 jours.

- Garanties

Les revêtements appliqués par l'Entrepreneur devront, en tout état de cause, être étudiés et exécutés de façon à présenter après dix ans une tenue telle que leur degré d'enrouillement ne soit pas supérieur à celui du cliché N°. Re3 de "l'échelle européenne de degrés d'enrouillement pour peinture anti-rouille".

L'Entrepreneur indiquera la garantie qu'il peut fournir à ce sujet.

L'Entrepreneur veillera à ce que les bétons situés à proximité des matériels à peindre restent propres. Il devra faire disparaître les traces de peinture qu'il aura projetées sur les bétons.

Article 79 : Epreuves d'étanchéité des canalisations a écoulement gravitaire

79.1 Conditions générales

Les épreuves d'étanchéité sont exécutées après vérification des niveaux et des cotes des ouvrages, après remblai total des fouilles, sauf avis contraire du Maître de l'Ouvrage lors de la réalisation des travaux ou indications contraires du CCTP.

Les épreuves d'étanchéité sont réalisées, après accord entre le Maître d'Ouvrage et l'Entrepreneur, par tronçon de réseau, sur la totalité des éléments pris ensemble ou séparément.

Le CCTP indique éventuellement si les épreuves d'étanchéité peuvent être limitée à un pourcentage du linéaire des conduites par nature, diamètre, classe ou série. Dans ce cas, le Maître de l'Ouvrage indiquera les tronçons à essayer pendant les travaux.

Le CCTP indique éventuellement la possibilité de faire des essais à la fumée pour la totalité ou une partie du réseau

Chaque tronçon est obturé à ses extrémités aval et amont.

Par tronçon, on entend:

- a) soit un tronçon de conduite et son regard amont;
- b) soit une conduite et le ou les branchements qui s'y raccordent;
- c) soit un tronçon de conduite et son regard amont plus branchements(s);
- d) soit un tronçon de conduite et son regard amont plus branchements(s) s'évacuant dans le regard amont;
- e) soit un regard seul plus les branchements qui s'y écoulent;
- f) soit la conduite seule;
- g) soit la conduite munie d'un té hermétique traversant des regards visitables.

Le personnel, le matériel et la fourniture et le transport de l'eau sont à la charge de l'Entrepreneur.

79.2 Cas des canalisations de diamètre nominal inférieur à 1200 posées hors nappe phréatique ou sous une nappe permanente située à moins de 0,50 m de la génératrice supérieure de la canalisation

79.2.1 : Imprégnations

Les conduites, regards et branchements étant obturés, comme il est dit à l'article 46.1, les ouvrages sont remplis d'eau à hauteur :

- du dessus du tampon du regard amont,
- ou à une hauteur inférieure si ce remplissage entraîne une mise en charge des ouvrages supérieure à 0,04 MPa. La pression de 0,04 MPa (4m de colonne d'eau) est mesurée à partir du radier de l'extrémité amont du tronçon à éprouver.

En cas de tronçon essayé sans regard, la pression d'épreuve est établie à 0,04 MPa (4m de colonne d'eau) au radier de l'extrémité amont du tronçon.

En aucun cas, la pression à l'extrémité aval du tronçon à essayer ne dépasse 0,1 MPa (10m de colonne d'eau).

Sauf dispositions contraires du CCTP, compte tenu des composants des matériaux, les délais d'imprégnation sont les suivants :

- *Béton armé ou non : 24 heures
- *Grès : 1 heure
- *Amiante-ciment : 1 heure
- *PVC : 1 heure
- *Fonte : 1 heure

Après les délais d'imprégnation indiqués pour les divers matériaux, les niveaux primitifs sont rétablis par un apport d'eau.

79.2.2 Essais

La durée de l'essai est de 30 minutes après le délai d'imprégnation et le rétablissement de la hauteur d'eau si nécessaire. Passé ce délai, le volume d'eau d'appoint nécessaire pour rétablir le niveau initial est mesuré. Suivant la nature du matériau employé, ce volume d'appoint est inférieur à la valeur figurant dans le tableau ci-dessous :

Diamètre nominal		Béton armé ou non		Grès	Amiante-ciment	PVC - Fonte
		400	>400	100 à 1000	100 à 1000	100 à 1000
Quantité d'eau d'appoint	Canalisation	0.40 l/m ²	0.4% du volume de la conduite	0.07 l/m ²	0.10 l/m ²	0.04 l/m ²
	Regards (l/m ² paroi)	0.50		0.07	0.10	0.06

79.3 Cas des canalisations de diamètre inférieur à 1200 posées dans la nappe phréatique permanente située à plus de 0,50m au-dessus de la génératrice supérieure de la canalisation

Les essais sont réalisés dans les conditions suivantes :

L'apparition d'écoulements éventuels en provenance de la nappe est observée. L'essai est satisfaisant si l'écoulement mesuré est inférieur aux valeurs fixées à l'article 79.2.2.

79.4 Cas des canalisations de diamètre supérieur à 1200 posées hors nappe phréatique ou sous une nappe permanente située à moins de 0,50 m de la génératrice supérieure de la canalisation

Les essais sont réalisés comme décrit l'article 79.2, après un examen visuel du tronçon. Toutefois, si le CCTP le prévoit, les essais peuvent également être réalisés dans les conditions suivantes :

Les regards sont isolés par obturation amont et aval et essayés comme décrit à l'article 79.2.

Les assemblages sont essayés à l'aide d'un appareillage approprié à la pression de 0,04 MPa (4m de colonne d'eau).

La durée de l'essai est de 30 minutes sans respecter le délai d'imprégnation. Pendant ce temps, on mesure le volume d'eau nécessaire à maintenir la pression. Ce volume ne doit pas être supérieur à celui fixé à l'article 79.2.2 pour 1m de canalisation, suivant la nature du matériau employé.

79.5 Cas des canalisations de diamètre nominal égal ou supérieur à 1200 posées dans la nappe phréatique située à plus de 0,50m au dessus de la génératrice supérieure de la canalisation

Les essais sont réalisés dans les mêmes conditions que celles décrites dans l'article 79.3 après un examen visuel du tronçon.

79.6 Epreuve d'écoulement et inspection

Avant la réception, il est procédé à un essai général du réseau en présence du Maître de l'Ouvrage et l'Entrepreneur.

L'essai porte sur les conditions d'écoulement et sur le fonctionnement de l'appareillage.

Le bon écoulement est vérifié en versant dans un regard de l'eau en quantité limitée et en vérifiant le passage de l'eau dans les regards à l'aval.

Le personnel, le matériel et la fourniture et le transport de l'eau nécessaires aux essais sont à la charge de l'Entrepreneur.

Pour les conduites non visitables, le CCTP indique éventuellement la nécessité d'inspecter l'intérieur des canalisations par caméra; la fourniture et le fonctionnement du matériel étant alors à la charge de l'Entrepreneur.

79.7 Essais non satisfaisants

Si les essais décrits ci-dessus ne donnent pas de résultats satisfaisants, l'Entrepreneur devra procéder à tout contrôle, réfection et modification qui permettront d'obtenir de nouveaux essais satisfaisants aux conditions imposées, le tout étant à sa charge.

Article 80 : Essais des conduites avec pression

80.1 Généralités

Sauf stipulations contraires du CCTP ou ordre de service du Maître de l'Ouvrage, les épreuves seront réalisées sur tronçons non remblayés à l'exception de cavaliers de terre mis en place pour éviter les déplacements de tuyaux dans le cas de conduites non auto-butées.

La longueur de chaque tronçon à éprouver est précisée dans le CCTP.

L'Entrepreneur pourra être autorisé, s'il le juge utile, à procéder au remblaiement complet de la tranchée au fur et à mesure de la pose de la conduite avant l'épreuve.

De même, le Maître de l'Ouvrage pourra dans certains cas, imposer à l'Entrepreneur de procéder au remblaiement immédiat de la fouille et donc avant l'épreuve.

Dans l'un ou l'autre cas, l'Entrepreneur ne pourra prétendre à aucun supplément de prix pour la découverte éventuellement nécessaire des joints et tuyaux que l'épreuve aurait révélés défectueux et pour procéder aux réparations nécessaires.

Le personnel, le matériel et la fourniture et le transport de l'eau nécessaires aux essais sont à la charge de l'Entrepreneur.

80.2 Valeur de la pression d'épreuve

La pression d'épreuve, définie préalablement par le Maître de l'Ouvrage, est donnée dans le CCTP.

80.3 Appareillage - Mise en place

L'appareillage nécessaire pour l'exécution de l'épreuve en tranchée devra satisfaire aux conditions suivantes:

- Comporter deux manomètres étalonnés au préalable permettant la connaissance de la pression d'épreuve avec une précision de 1% ;

- Permettre de maintenir la pression d'épreuve, exprimée en bars, dans la fourchette (Pet - 0,2); (Pet + 0,2). Pet: étant la pression d'épreuve en tranchée ;

- Permettre de connaître en fonction du temps le volume d'eau qu'il est nécessaire d'injecter dans la conduite pour maintenir la pression d'épreuve dans la fourchette indiquée ci-dessus.

Pour satisfaire cette dernière condition, l'Entrepreneur prévoira un bac jaugé de capacité suffisante dans lequel la pompe aspirera l'eau nécessaire au maintien en pression de la conduite. Toutes précautions devront être prises pour éviter l'évaporation de l'eau du bac ou apport d'eau extérieur.

Les extrémités des sous-tronçons éprouvés devront être convenablement butées.

80.4 Mise en eau

La Mise en eau sera faite à l'aide d'un dispositif de raccordement provisoire. Elle sera effectuée progressivement, en évitant les coups de bélier dus à un remplissage trop rapide et en assurant une purge correcte de l'air de la conduite.

Toutes dispositions sont à prendre pour que l'imbibition et/ou le gonflement des matériaux soient complètement réalisés avant le démarrage de l'épreuve, conformément aux normes de produits correspondantes.

Pour les conduites en PVC, une mise en pression préliminaire est effectuée à la pression d'épreuve, avec ajustement plusieurs fois de suite à une heure d'intervalle, jusqu'à stabilisation de la pression dans les conditions de l'essai définitif.

80.5 Mise en pression

Après une mise en pression préalable de 5 minutes, faite à la pression d'épreuve, il est procédé à l'ouverture de la (des) purge(s) disposée(s) à l'autre extrémité du tronçon d'essai par rapport à celle munie du manomètre, afin de vérifier qu'il n'existe aucun obstacle (robinet-vanne resté accidentellement fermé par exemple), à la montée en pression sur la totalité du tronçon à éprouver. La pression est alors rétablie par la suite à la pression d'épreuve pendant le temps prescrit, toute précaution étant prise pour éviter les coups de bélier dans la conduite.

80.6 Modalités des épreuves

Dès que la pression d'épreuve est atteinte et stabilisée, l'Entrepreneur désolidarise le tronçon éprouvé du matériel de mise en pression.

Le tronçon est maintenu en pression pendant 30 minutes au cours desquelles la diminution de pression ne doit pas dépasser 0,2 bars.

80.7 Essais non satisfaisants

Si les essais décrits ci-dessus ne donnent pas de résultats satisfaisants, l'Entrepreneur devra procéder à tout contrôle, réfection et modification qui permettront d'obtenir de nouveaux essais satisfaisants aux conditions imposées, le tout étant à sa charge.

ANNEXES

ANNEXE I

CANEVAS POUR LE CALCUL DES RESERVOIRS EN TENANT COMPTE DE L'EFFET DU SEISME

1 • Objet

Le présent canevas a pour objet de décrire les étapes à suivre permettant le calcul des réservoirs et cuves d'eau en tenant compte de l'effet du séisme.

Le dimensionnement se fait par le règlement BAEL (béton armé à l'état limite).

2. Actions à prendre en compte

2.1 Les actions permanentes (G)

- Le poids propre de l'ouvrage
- Le poids des équipements fixes de toute nature.
- Le poids et les poussées des terres.
- Le poids et la pression de l'eau extérieure à l'ouvrage, s'ils sont de valeur constante dans le temps.
- Les déplacements imposés (par exemple : Tassements différentiels).

2.2 Les actions variables (Q)

- Le poids et la pression de l'Eau contenu.
- Les charges de neige (Sn) et / ou de vent (W).
- Les charges dues à l'entretien et au fonctionnement des installations
(Charges sur passerelle = 2 kn / m^2)
(Charges sur couverture = 1 kn / m^2)
- Les variations de pression de l'Eau extérieure à l'ouvrage.
- Les charges éventuelles au moment de la construction.
- Les variations de température.
- Le gradient thermique entre deux faces opposées (ou génératrices) de l'ouvrage, dû à un ensoleillement différent.
- Les effets de la température (T) il y a lieu de tenir compte du gradient maximal entre la température intérieure et la température extérieure.

2.3 Les actions accidentelles

- Le séisme (SI).

Pour la détermination de l'accélération du sol il y'a lieu d'appliquer le règlement RPS 82 (Projet de règlement de construction parasismique du Maroc) .

Dans ce règlement le territoire national est divisé en **3 zones sismiques** (voir la carte marocaine des zones de sismicité en annexe)

- 1) Zone I sismicité négligeable
- 2) Zone II sismicité faible
- 3) Zone III sismicité moyenne.

En cas de séisme l'ouvrage subit des efforts sismiques qui s'additionnent aux efforts de l'état de service.

L'accélération produite par le séisme, dépend des facteurs suivants:

$$\alpha = \text{coefficient d'intensité} = 2^{IN-8}$$

IN = intensité nominale

Les ouvrages (ONEE - Branche EAU) seront classés dans la catégorie B ou C selon le projet de règlement **RPS 82** et qui correspond aux Intensités Nominales (IN) suivantes :

Classement B

- IN = 8,3 Pour la zone III correspondant à une sismicité moyenne .
- IN = 7,5 Pour la zone II correspondant à une sismicité faible
- La zone I correspondant à une sismicité négligeable n'est pas prise en compte.

Classement C

- IN = 8,6 Pour la zone III correspondant à une sismicité moyenne .
- IN = 8,0 Pour la zone II correspondant à une sismicité faible .
- IN = 7 Pour la zone I correspondant à une sismicité négligeable .

β = coefficient de réponse qui dépend de la période d'oscillation et de l'amortissement de l'ouvrage.

Pour les Réservoirs il est tenu compte de la masse du liquide stockée .

γ = coefficient de distribution

δ = coefficient de fondation qui dépend de la nature des sols

L'accélération horizontale est :

$$\sigma_g = \alpha \beta \gamma \delta g$$

L'accélération verticale est :

$$\sigma_{gv} = \pm \frac{1}{\sqrt{\alpha}} \sigma_{gh} \quad \alpha \geq 1$$

ou

$$\sigma_{gv} = \pm \sigma_{gh} \quad \alpha < 1$$

Pour le calcul des efforts dus au séisme, la méthode de Housner présentée en annexe ou autres similaires peuvent être appliquées.

3. Combinaisons d'actions

3.1 : E L S (Etat limite de service)

$$C_1 = G + Q + T$$

$$C_2 = G + Q + W + 0,6 T$$

3.2 : E L U R (Etat limite de résistance en combinaisons fondamentales)

$$C_3 = 1,35 G + 1,5 Q + W'(\text{ou } S_n) + T$$

$$C_4 = G + 1,5 W' + 0,8 T \text{ (Stabilité de la Tour)}$$

$$C_5 = 1,35 G + 1,5 W' + 1,3 Q + 0,8T$$

$$W' = 1,2 W$$

W = action du vent normal

T = action de la température

Sn = action evt de la neige

3.3 ELUR (en combinaisons accidentelles)

$$C_6 = G + Q + S_I + 0,6T$$

4. Les contraintes de béton à prendre en compte

4.1 Contrainte de Traction

4.1.1 ELS (Etat limite de service)

La contrainte de traction du béton calculée à l' **ELS** et en section homogénéisée pour les ouvrages devant assurer une étanchéité ne doit pas excéder la valeur :

$$\overline{\sigma_{bt}} = 1,1 \theta f_{t28}$$

- $\theta = 1$ dans le cas de traction simple

- $\theta = 1 + \frac{2e}{3h}$ dans le cas de flexion plane composée

- e = l'excentricité de la force de traction extérieure dans la section de hauteur h

- $\theta = \frac{5}{3}$ dans les autres cas (flexion simple ou composée avec compression)

La contrainte de traction de béton à 28 Jours pour béton dosé à **350 kg** de ciment **Cpj 45** pour 1 m³ de béton est :

$$f_{t28} = 6 + 0,06 \cdot f_{c28} = 6 + 0,06 \cdot 270 = 22,2 \text{ bars}$$

$$\theta = \frac{5}{3}$$

$$\overline{\sigma_{bt}} = 1,1 \cdot \frac{5}{3} \cdot 22,2 = 40,7 \text{ bars}$$

Et pour un béton dosé à **400 kg** pour 1 m³ de béton

$$f_{t28} = 6 + 0,06 \cdot f_{c28} = 6 + 0,06 \cdot 300 = 24 \text{ bars}$$

$$\overline{\sigma_{bt}} = 44 \text{ bars}$$

4.1.2 ELUR (en combinaisons fondamentales ou accidentelles = cas de séisme)

La contrainte de traction de béton σ_{bt} peut être excédée, c'est à dire la fissuration tolérée du béton peut dépasser la fissuration de l'état de service.

4.2 Contrainte de compression (en flexion simple ou composée)

4.2.1 ELUR (en combinaisons fondamentales)

Pour un béton dosé à **350 kg** de ciment CPj 45 :

$$f_{bc} = 0,85 f_{cj} / \theta \gamma_b$$

$$\gamma_b = 1,5, \theta = 1$$

$$f_{cj} = 270 \text{ bars}$$

$$f_{bc} = 0,85 \cdot 270 / 1 \cdot 1,5 = 153 \text{ bars}$$

Pour béton dosé à **400 kg** de ciment Cpj45 :

$$f_{cj} = 300 \text{ bars}$$

$$f_{bc} = 0,85 \cdot 300 / 1 \cdot 1,5 = 170 \text{ bars}$$

4.2.2 ELUR (en combinaisons accidentelles =cas de séisme)

$$f_{bc} = 0,85 f_{cj} / \theta \gamma_b$$

$\theta = 0,85$ action inférieur à 1 h

$\gamma_b = 1,15$ Combinaisons accidentelles

Pour un béton dosé à 350 kg de ciment

$$f_{bc} = 0,85 / 0,85 \cdot 270 / 1,15 = 235 \text{ bars}$$

Pour un béton dosé à 400 kg $f_{bc} = 261 \text{ bars}$

4.2.3 E L S (Etats limite de service)

La contrainte de compression du béton doit être au plus égale à : $\overline{\sigma}_{bc} = 0,6 f_{cj}$

Pour un béton dosé à 350 kg : $\overline{\sigma}_{bc} = 0,6 \cdot 270 = 162 \text{ bars}$

Pour un béton dosé à 400 kg : $\overline{\sigma}_{bc} = 0,6 \cdot 300 = 180 \text{ bars}$

4.3 Contraintes de cisaillement

4.3.1 Fissuration non préjudiciable

La contrainte tangente τ_u conventionnelle au cas où les armatures transversales sont perpendiculaires à la section ne doit pas dépasser: $\tau_u \leq \min \{ 0,2 \cdot f_{ci} / \gamma_b ; 5 \text{ MPa} \}$

Pour un béton dosé à 350 kg de ciment Cpj 45 par mètre cube de béton : $\tau_u \leq \min \{ 0,2 \cdot \frac{27}{1,5} ; 5 \text{ MPa} \}$

ELUR (en combinaisons fondamentales)

$$\tau_u \leq 3,6 \text{ Mpa}$$

ELUR (en combinaisons accidentelles = séisme)

$$\tau_u \leq \min \{ 0,2 \cdot \frac{27}{1,15} ; 5 \text{ MPa} \}$$

$$\tau_u \leq 4,696 \text{ Mpa}$$

4. 3.2 Fissuration préjudiciable ou très préjudiciable

La contrainte tangente τ_u conventionnelle au cas où les armatures transversales sont perpendiculaires à la section ne doit pas dépasser: $\tau_u \leq \min \{ 0,15 f_{cj} / \gamma_b ; 5 \text{ MPa} \}$

Pour un béton dosé à **350 kg** de ciment Cpj 45 par mètre cube de béton : $\tau_u \leq \min \{ 0,15 \cdot \frac{27}{1,5} ; 5 \text{ MPa} \}$

ELUR (en combinaisons fondamentales)

$$\tau_u \leq 2,7 \text{ Mpa}$$

ELUR (en combinaisons accidentelles = séisme)

$$\tau_u \leq \min \{ 0,15 \cdot \frac{27}{1,15} ; 5 \text{ MPa} \}$$

$$\tau_u \leq 3,522 \text{ Mpa}$$

5. Les contraintes de traction de l'acier

5.1 ELS (Etat limite de service)

La contrainte de traction dans les armatures pour les ouvrages devant assurer une étanchéité (fissuration très préjudiciable) ne doit pas dépasser les valeurs suivantes :

$$\sigma_s = \alpha \frac{\sqrt{f_{t28}}}{\phi} + 30 \eta$$

$\alpha = 240$ dans le cas où le béton doit jouer à la fois le rôle de structure mécanique et d'étanchéité.

η = coefficient de fissuration de l'armature utilisée

$\eta = 1,6$ acier Tor

la valeur $30 \eta = 0$ pour les ouvrages à la mer ou à proximité de la mer et les parties d'ouvrages enterrées lorsque l'Eau extérieure est saumâtre ou agressive ou ne sont pas en contact avec de l'eau .

$$\sigma_s = \min(0,5 f_e, 90 \sqrt{\eta f_{tj}})$$

Exp : Fe E 40 acier tor , béton dosé à 400 kg de ciment Cpj45 et d'armature diamètre 12 mm T12

$$\sigma_s = 240 \frac{\sqrt{1,6 \cdot 2,4}}{12} + 30 \cdot 1,6 = 184 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_s = \min(0,5 \cdot 412, 90 \sqrt{1,6 \cdot 2,4})$$

$$\sigma_s = \min \{ 206, 176 \}$$

$$\sigma_s = 176 \text{ Mpa}$$

5.2 ELUR (en combinaisons fondamentales)

La contrainte de traction des armatures pour acier **Fe E400** :

$$\sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{4000}{1,15} = 3478 \text{ bars}$$

5.3 ELUR (en combinaisons accidentelles==cas de séisme)

La contrainte de traction des armatures peut atteindre sans jamais dépasser la limite élastique qui est de **400 Mpa** pour l'acier **Fe E400**.

6. Le ferrailage minimal

- Dans la partie courante de la paroi, le rapport de la section totale des armatures de chaque direction à la section de la paroi, doit être inférieur à 2%.

Ces éléments devant assurer une étanchéité, le pourcentage d'armatures par face et dans chaque direction sera supérieur à :

- Acier **FeE400** et **FeE500** : **0,125%** de la section totale de béton

- Acier **FeE240** : **0,20%** de la section totale de béton

Exp : e = 20 cm (épaisseur de la paroi)

$$\min A = 0,125 \cdot 20 = 2,5 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\max A = 2 \cdot 20 = 40 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Etude sismique de réservoirs d'après la méthode de Housner:

1 Réservoirs semi - enterrés

1-1 Détermination de la force P_0

$$P_0 = \sigma g \cdot M_0$$

σg = Accélération du sol durant le séisme

M_0 = Masse d'Eau passive

$$M_0 = \frac{M t g h (\sqrt{3} \frac{I}{h})}{\sqrt{3} \frac{I}{h}}$$

$M = \gamma w \cdot l \cdot h$ pour réservoir rectangulaire

$M = \gamma w \cdot l \cdot R$ pour réservoir circulaire

γw = Poids spécifique d'Eau = 10kn /m²

l = Longueur du réservoir en [m]

R = Rayon du réservoir en [m]

h = Hauteur d'Eau en [m]

La répartition de P_0 sur la hauteur de la paroi du voile est approximativement parabolique, d'où le point d'application est à :

$$h_0 = \frac{3}{8} \cdot h$$

1.2 Calcul de la force horizontale P_1

1.2.1 Pour un réservoir rectangulaire

La masse active M_1 est donnée par la formule :

$$M_1 = \frac{M t g h (\sqrt{3} \frac{I}{h})}{\sqrt{3} \frac{I}{h}}$$

$$P_1 = M_1 \theta h$$

$$\theta h = 1,58 \frac{\gamma}{I} t g h (1,6 \frac{h}{I})$$

$$y = \alpha \cdot \frac{\sigma g}{\omega^2}$$

$$\omega^2 = 1,58 \frac{g}{I} \operatorname{tgh}\left(1,6 \frac{h}{I}\right)$$

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (accélération de la pesanteur)

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

Courbe de réponse d'accélération d'un oscillateur simple avec :

$\xi = 0,5\%$ on obtient α

$\xi =$ amortissement

Le point d'application de l'effort P1 est à la hauteur :

$$h_1 = \frac{h \left[1 - \cosh\left(1,58 \frac{h}{I}\right) - 1 \right]}{1,58 \frac{h}{I} \sinh\left(1,58 \frac{h}{I}\right)}$$

1.2.2 Pour un réservoir circulaire

La masse active M_1 est donnée par la formule :

$$M_1 = M \cdot 0,318 \frac{R}{h} \operatorname{tgh}\left(1,84 \frac{h}{R}\right)$$

$$P_1 = 1,2 \cdot M_1 \cdot \theta h$$

$$\theta h = 1,6 \frac{Y}{R} \operatorname{tgh}\left(1,6 \frac{h}{R}\right)$$

$$y = \alpha \cdot \frac{\sigma g}{\omega^2}$$

$$\omega^2 = 1,84 \frac{g}{R} \operatorname{tgh}\left(1,84 \frac{h}{R}\right)$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

Courbe de réponse d'accélération d'un oscillateur simple avec :

$\xi = 0,5\%$ on obtient α

$\xi =$ amortissement

Le point d'application de l'effort P_1 est à la hauteur :

$$h_1 = \frac{h \left[1 - \cosh\left(1,84 \frac{h}{R}\right) - 1 \right]}{1,84 \frac{h}{R} \sinh\left(1,84 \frac{h}{R}\right)}$$

2 Réservoirs surélevés

2.1 Calcul de la masse M_0

$$M_0 = \frac{M_e \operatorname{tgh}\left(\sqrt{3}\frac{R}{h}\right) + M_r}{\sqrt{3}\frac{R}{h}}$$

M_e = Le poids de l'Eau [kn]

R = Rayon de la cuve [m]

h = Hauteur d'Eau [m]

M_r = Le poids de la cuve [kn]

2.2 Calcul de la masse M_1

$$M_1 = M_e \cdot 0,318 \cdot \frac{R}{h} \operatorname{tgh}\left(1,84 \frac{h}{R}\right)$$

2.3 Calcul de la constante de rappel k_1 de la masse M_0

$$k_1 = m_1 \omega_0^2$$

$$m_1 = \frac{M_0}{g}$$

$$\omega_0^2 = \frac{g}{R} \frac{\sqrt{27}}{8} \operatorname{tgh}\left(\frac{\sqrt{27}}{8} \frac{h}{R}\right)$$

2.4 Calcul de la constante de rappel k_0

$$k_0 = \frac{P \cdot 3EI}{P' I^3}$$

$$P = Mt$$

$$Mt = M_e + M_r$$

$$P' = Mt + \frac{33}{140} \text{Mtour}$$

Mtour = Poids de la tour (Supports de la cuve)

E = Module d'élasticité de béton

I = Inertie de la section transversale de la tour

l = hauteur de la tour

2.5 Calcul des pulsations de vibration des deux modes principaux

$$\omega_i^2 = 0,5 \left[\frac{k_{00}}{m_0} + \frac{k_{11}}{m_1} - \sqrt{\left(\frac{k_{00}}{m_0} - \frac{k_{11}}{m_1} \right)^2 + 4 \frac{k_{01}k_{10}}{m_0 m_1}} \right]$$

$$\omega_{II}^2 = 0,5 \left[\frac{k_{00} + k_{11}}{m_0 + m_1} + \sqrt{\left(\frac{k_{00} - k_{11}}{m_0 - m_1} \right)^2 + 4 \frac{k_{01} k_{10}}{m_0 m_1}} \right]$$

$$k_0 = k_0 + k_1$$

$$k_{11} = k_1$$

$$k_{01} = k_{10} = -K_1$$

$$m_0 = \frac{M_0}{g}$$

$$m_1 = \frac{M_1}{g}$$

En connaissant les valeurs de $T_{I,II} = 2\pi/\omega_{I,II}$ et en se fixant les coefficients d'amortissement (0,5% pour le premier mode et 2% pour le second mode) on détermine à partir d'un spectre de réponse maximale S_{aI} et S_{aII} correspondant aux deux modes de vibrations .

2.6 Calcul des flèches X_1 de M_1 et X_0 de M_0

Pour le mode de vibration I :

$$X_{1I} = K_1 S_{aI} / \omega_I$$

$$X_{0I} = X_{1I} \phi_{0I}$$

Pour le mode de vibration II:

$$X_{1II} = K_{II} S_{aII} / \omega_{II}$$

$$X_{0II} = X_{1II} \phi_{0II}$$

$$\phi_{0n} = \frac{-k_{01}}{\frac{k_{00}}{m_0} - \omega_n^2}$$

Et le rapport d'amplitude :

$$K_n = \frac{m_0 \phi_{0n} + m_1}{m_0 \phi_{0n}^2 + m_1}$$

$n = I, II$

2.7 Calcul des forces horizontales

Pour le premier mode :

$$P_{1I} = k_{11} X_{1I} + K_{10} X_{0I}$$

$$P_{0I} = k_{01} X_{1I} + K_{00} X_{0I}$$

Soit un effort tranchant :

$$P_I = P_{1I} + P_{0I}$$

Pour le second mode :

$$P_{1II} = k_{11} X_{1II} + K_{10} X_{0II}$$

$$P_{0II} = k_{01} X_{1II} + K_{00} X_{0II}$$

Soit un effort tranchant :

$$P_{II} = P_{1II} + P_{0II}$$

D'où le maximum de l'effort tranchant régnant au sommet de la tour :

$$P = \sqrt{P_{1I}^2 + P_{II}^2}$$

ANNEXE II

CANEVAS POUR LE CALCUL DE BATIMENTS EN TENANT COMPTE DE L'EFFET DU SEISME

1 • Objet

Le présent canevas a pour objet de décrire les étapes à suivre permettant le calcul des bâtiments (stations de pompage etc....) en tenant compte de l'effet du séisme.

Le dimensionnement se fait par le règlement **BAEL** (béton armé à l'état limite).

2 . Actions à prendre en compte

2.1 Les actions permanentes (G)

- Le poids propre de l'ouvrage.
- Le poids des équipements fixes de toute nature.
- Le poids et les poussées des terres.
- Le poids et la pression de l'Eau extérieure à l'ouvrage, s'ils sont de valeur constante dans le temps.
- Les déplacements imposés (par exemple : Tassements différentiels).

2.2 Les actions variables (Q)

- Elles sont définies par les textes réglementaires et normatifs en vigueur, on distingue :

Les charges d'exploitation :

Elles sont définies par les conditions propres de l'utilisation de l'ouvrage et par des normes et règlements exp: Pont roulant pour station de pompage.

- Les charges dues à l'entretien et au fonctionnement des installations (charges sur passerelle = 2kn/m2) (Charges sur couverture = 1kn/m2).

Les charges climatiques :

Les charges de neige (Sn)

Les charges dues au vent (W)

Les variations de température.

Les variations de pression de l'Eau extérieure à l'ouvrage.

Les charges éventuelles au moment de la construction.

Les effets de la température (T), il y a lieu de tenir compte du gradient maximal entre la température intérieure et la température extérieure.

2.3 Les actions accidentelles

Le séisme (SI).

Pour la détermination de l'accélération du sol il y'a lieu d'appliquer le règlement RPS 82 (Projet de règlement de construction parasismique du Maroc).

Dans ce règlement le territoire national est divisé en 3 zones sismiques (voir la carte marocaine des zones de sismicité en annexe)

- 1) Zone I sismicité négligeable
- 2) Zone II sismicité faible
- 3) Zone III sismicité moyenne.

En cas de séisme l'ouvrage subit des efforts sismiques qui s'additionnent aux efforts de l'état de service. L'accélération produite par le séisme, dépend des facteurs suivants:

α = coefficient d'intensité = 2^{IN-8}

IN = intensité nominale

Les ouvrages (ONEE - Branche EAU) seront classés dans la catégorie C des ouvrages répondant à un degré de protection sismique élevé selon le projet de règlement **RPS 82** et qui correspond aux Intensités Nominales (IN) suivantes :

Classement B

- IN = 8,3 Pour la zone III correspondant à une sismicité moyenne.
- IN =7,5 Pour la zone II correspondant à une sismicité faible.
- La zone I correspondant à une sismicité négligeable n'est pas prise en compte.

Classement C

- IN = 8,6 Pour la zone III correspondant à une sismicité moyenne.
 - IN = 8,0 Pour la zone II correspondant à une sismicité faible.
 - IN=7 Pour la zone I correspondant à une sismicité négligeable
- β = coefficient de réponse qui dépend de la période d'oscillation et de l'amortissement de l'ouvrage.
La valeur β est donnée dans le cas d'un amortissement normal (ossature de bâtiments en béton armé)

$$0,05 \leq \beta = \frac{0,065}{\sqrt[3]{T}} \leq 0,1$$

T = La période du mode fondamental du vibration de la construction dans la direction étudiée

T peut être calculé d'après les formules forfaitaires (voir RPS 82)

γ = coefficient de distribution

$$\gamma = A_j \frac{\sum m_k A_k}{\sum m_k A_k^2}$$

A_k = le déplacement de la masse m_k selon le premier mode de vibration

Pour un bâtiment de construction courante et de flexibilité normale

$$\gamma = \frac{3r}{2n+1}$$

n = nombre d'étage

r = rang de l'étage

$\gamma = 1$ Pour une ossature simple d'un bâtiment sans étage

δ = coefficient de fondation qui dépend de la nature des sols

L'accélération horizontale est :

$$\sigma g = \alpha \beta \gamma \delta g$$

L'accélération verticale est :

$$\sigma g_v = \pm \frac{1}{\sqrt{\alpha}} \sigma g h \quad \alpha \geq 1$$

ou

$$\sigma g_v = \pm \sigma g h \quad \alpha < 1$$

3. Combinaisons d'actions

3.1 ELUR (Etat limite de résistance en combinaisons fondamentales)

$$C_1 = 1,35G + 1,5Q + W'(\text{ou } S_n) + T$$

$$C_2 = 1,35G + 1,5 W' + 1,3 Q + 0,8T$$

$$W' = 1,2 W$$

W = action du vent normal

T = action de la température

S_n = action evt de la neige

3.2 ELUR (en combinaisons accidentelles)

$$C_3 = G + Q + S_I + 0,6T$$

4 Les contraintes de béton à prendre en compte

4.1 contrainte de compression (en flexion simple ou composée)

4.1.1 ELUR (en combinaisons fondamentales)

Pour un béton dosé à 350 kg de ciment CPj 45 par mètre cube de béton :

$$f_{bc} = \frac{0,85 f_{cj}}{\theta \gamma_b}$$

$$\gamma_b = 1,5, \theta = 1$$

$$f_{cj} = 270 \text{ bars}$$

$$f_{bc} = \frac{0,85 \cdot 270}{1,1,5} = 153 \text{ bars}$$

4.1.2 ELUR (en combinaisons accidentelles =cas de séisme)

$$f_{bc} = \frac{0,85 f_{cj}}{\theta \gamma_b}$$

$\theta = 0,85$ action inférieure à 1 h

$\gamma_b = 1,15$ Combinaisons accidentelles

Pour un béton dosé à 350 kg de ciment Cpj45 par mètre cube de béton :

$$f_{bc} = \frac{0,85}{0,85} \times \frac{270}{1,15} = 235 \text{ bars}$$

4. 2 Contraintes de cisaillement

4. 2.1 Fissuration non préjudiciable

La contrainte tangente τ_u conventionnelle au cas où les armatures transversales sont perpendiculaires à la section ne doit pas dépasser:

$$\tau_u \leq \min \left\{ 0,2 \frac{f_{cj}}{\gamma_b} ; 5 \text{ MPa} \right\}$$

Pour un béton dosé à 350 kg de ciment C_{pj} 45 par mètre cube de béton

$$\tau_u \leq \min \left\{ 0,2 \cdot \frac{27}{1,5} ; 5 \text{ MPa} \right\}$$

ELUR (en combinaisons fondamentales)

$$\tau_u \leq 3,6 \text{ Mpa}$$

ELUR (en combinaisons accidentelles = séisme)

$$\tau_u \leq \min \left\{ 0,2 \cdot \frac{27}{1,1} ; 5 \text{ MPa} \right\}$$

$$\tau_u \leq 4,696 \text{ Mpa}$$

4. 2.1 Fissuration préjudiciable ou très préjudiciable

La contrainte tangente τ_u conventionnelle au cas où les armatures transversales sont perpendiculaires à la section ne doit pas dépasser:

$$\tau_u \leq \min \left\{ 0,15 \frac{f_{cj}}{\gamma_b} ; 5 \text{ MPa} \right\}$$

Pour un béton dosé à **350 kg** de ciment C_{pj} 45 par mètre cube de béton

$$\tau_u \leq \min \left\{ 0,15 \cdot \frac{27}{1,5} ; 5 \text{ MPa} \right\}$$

ELUR (en combinaisons fondamentales)

$$\tau_u \leq 2,7 \text{ Mpa}$$

ELUR (en combinaisons accidentelles = séisme)

$$\tau_u \leq \min \left\{ 0,15 \cdot \frac{27}{1,15} ; 5 \text{ MPa} \right\}$$

$$\tau_u \leq 3,522 \text{ Mpa}$$

5. Les contraintes de traction de l'acier

5.1 ELUR (en combinaisons fondamentales)

La contrainte de traction des armatures pour acier **Fe E400** :

$$\sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{4000}{1,15} = 3478 \text{ bars}$$

5.2 ELUR (en combinaisons accidentelles=cas de séisme)

La contrainte de traction des armatures peut atteindre sans jamais dépasser la limite élastique qui est de **400 Mpa** pour l'acier **Fe E400**.

6. Condition de non fragilité

6-1 Pièces soumises à la traction simple

La section minimale d'acier est :

$$A \geq \frac{f_{t28}}{f_e} B$$

A = section d'acier

B = section de béton

Pour un béton dosé à **350 kg** de ciment Cpj 45 par mètre cube de béton

$f_{t28} = 22,2$ bars et acier **Fe E 400** $f_e = 4000$ bars

$$A \geq \frac{22,2}{4000} B = 5,55 \cdot 10^{-3} B$$

6.2 Pièces soumises à la flexion simple

La section minimale d'acier est :

$$A \geq 0,23 \frac{f_{t28}}{f_e} B$$

Pour un béton dosé à **350 kg** de ciment Cpj 45 par mètre cube de béton

$f_{t28} = 22,2$ bars et acier **Fe E 400** $f_e = 4000$ bars

$$A \geq 0,23 \frac{22,2}{4000} B = 1,277 \cdot 10^{-3} B$$

7. Limite de section d'armatures des poteaux

$$0,2\% \leq \frac{A}{B} \leq 5\%$$

ANNEXE III

FICHE TECHNIQUE A REMPLIR PAR LE FABRICANT POUR LES VARIANTES D'ETANCHEITE DES RESERVOIRS

FICHE TECHNIQUE N°					EN DATE						
DU.....											
Etablie par le Fabricant à la demande de l'Entreprise.....											
Fabricant.....					Pour marché:.....						
Adresse:.....											
Téléphone:.....					Système concerné.....						
Télex:.....											
Nom et signature du rédacteur de la fiche:.....					Date du						
V.S.O:.....											
.....					Nom et visa du responsable du						
V.S.O :.....											
Contrôle hiérarchique :.....											
SUBJECTILES ET LIEUX D'EMPLOI				MISE EN ETAT DE SURFACE							
				Béton			Acier				
Produits utilisés				–Enduit de débullage (p.m) ou –Enduit de surfaçage		–Couche primaire ou –Primaire de surfaçage		–Couche intermédiaire ou –Première finition		–Couche de finition ou –Deuxième finition	
–Appellation commerciale.....				.....		.....		.....		.....
–Classification AFNOR.....				.....		.....		.....		.....
–Couleur conventionnelle (repère AFNOR).....				.....		.....		.....		.....
1 CARACTERISTIQUES											
–Masse volumique à + 20°C (kg 1)											
–Extrait sec théorique:											
% en masse				.....		.....		.....		.....
% en volume				.....		.....		.....		.....
–Matières pulvérulentes:											
Nature											
% en masse				.....		.....		.....		.....
–Liant :											
Nature											
% en masse				.....		.....		.....		.....
–Solvant:											
Nature				.....		.....		.....		.....
% en masse				.....		.....		.....		.....

-Température maximale de service (°C)	.....	.....	.....	.....
-Épaisseur d'utilisation (µm):				
maximale				
Minimale				
-Point d'éclair (°C).....	.....	.....	.....	.....
-Toxicité (sécurité).....	.....	.....	.....	.....
-Aspect du feuil.....	.....	.....	.....	.....
-Durée de conservation en emballage d'origine jamais ouvert (t > + 10°C).....	.....	.....	.....	.....
-Délai de mûrissement à + 20°C.....	.....	.....	.....	.....
-Délai maximal d'utilisation après mélange à + 20°C.....	.....	.....	.....	.....
-Temps de séchage (+ 23 ± 2) °C et (+ 55 ± 5) % HR pour une épaisseur de feuil sec de:.....µm.....	.....	.....	.....	.....
-Hors poussière				
-Recouvrable (mini. Maxi).....				

Nota: Par convention la fiche technique est établie pour la couleur gris bleu moyen n° 2 référence 1625 de la norme NFX 08-002 sauf cas de couleur conventionnelle précisée sur la F.T.

FICHE TECHNIQUE N° EN DATE DU			
Système concerné.....			
Produits utilisés	-Enduit de débouillage (p.m) ou - Enduit de surfacage	-Couche primaire ou - Primaire de surfacage	-Couche intermédiaire ou -Première finition
-Délai minimal pour mise en service du revêtement.....
-Épaisseur du feuil sec (µm).....
Tolérance (µm).....
-Consommation théorique (1 m ²).....
-Rendement volumique.....
2. MISE EN ŒUVRE
-Support::
Taux d'humidité (%).....
PH – limites.....
Températures limites °C.....
Rugosité Min/max (µm).....
-Atmosphère:
Températures limites °C.....
Hygrométrie maximale entre ces limites %.....
Délai de mûrissement à + 10°C...
Délai maximal d'utilisation après mélange à + 30°C.....
-Composition du mélange :
Base % en masse.....
Durcisseur % en masse....
-Mode d'application préconisé et diluants autorisés:
Brosse ou rouleau.....
Pistolet AIRLESS.....
Pistolet conventionnel.....
Toxicité (sécurité).....
3. NETTOYAGE DU REVÊTEMENT SEC – PRODUITS AUTORISES			
4. METHODE DE REPARATION			
5. ESSAIS DE QUALITE EFFECTUES			

Cahier des clauses techniques générales relatives aux marchés de travaux d'eau potable

Tome 3 : Génie civil

Version 1 (Octobre 2012)

Approuvé par décision n°01 du 21/02/2013

Le Directeur Général de l'ONEE

Le Directeur Général
ALI FASSI FIHRI



21 FEV. 2013