

TEXTES OFFICIELS

LOGEMENT

EXÉCUTION DES TRAVAUX DE FONDATION DES OUVRAGES DE GÉNIE CIVIL

FASCICULE N° 68 - Cahier des clauses
Techniques générales - Travaux

Décret n° 93-1164 du 11 octobre 1993

[Document annexé à l'arrêté du 30 mai 2012](#)

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT,
DES TRANSPORTS ET DU TOURISME

E
Q
U
I
P
E
M
E
N
T



Page laissée intentionnellement blanche

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Circulaire n° 93-87 du 7 décembre 1993 relative aux mesures d'application aux ouvrages relevant du ministère de l'Équipement, des Transports et du Tourisme, du fascicule 68 « Exécution des travaux de fondation des ouvrages du génie civil » du Cahier des Clauses Techniques Générales applicables aux marchés publics de travaux passés au nom de l'État	V
Extraits du décret n° 93-1164 du 11 octobre 1993 relatif à la composition du Cahier des Clauses Techniques Générales applicables aux marchés publics de travaux et approuvant ou modifiant divers fascicules	VII
Sommaire du fascicule n° 68	3
Annexes du fascicule n° 68	7
Groupe de travail : composition et rapport	145

Page laissée intentionnellement blanche

Circulaire n° 93-87 du 7 décembre 1993 relative aux mesures d'application aux ouvrages relevant du ministère de l'Équipement, des Transports et du Tourisme, du fascicule 68 « Exécution des travaux de fondation des ouvrages de génie civil » du Cahier des Clauses Techniques Générales applicables aux marchés publics de travaux passés au nom de l'État.

NOR : EQU 9310158 C

Références :

Décret n° 93-1164 du 11 octobre 1993 relatif à la composition du Cahier des Clauses Techniques Générales applicables aux marchés publics de travaux passés au nom de l'État.

Texte abrogé :

Circulaire n° 40 du 30 juin 1967 du ministre de l'Équipement et du Logement relative au fascicule n° 68 du Cahier des prescriptions communes.

Le ministre de l'Équipement, des Transports et du Tourisme,

à

Mesdames et Messieurs les directeurs et chefs de service de l'administration centrale ;

Monsieur le Vice-Président du Conseil Général des Ponts et Chaussées ;

Messieurs les inspecteurs généraux, coordonnateurs des missions d'inspection générale territoriale ;

Messieurs les inspecteurs généraux chargés d'une circonscription d'inspection des services maritimes ou de navigation ;

Messieurs les préfets de région, à l'attention :

- des directions régionales de l'équipement ;
- des centres d'études techniques de l'équipement d'Aix-en-Provence, Bordeaux, Lille, Lyon, Metz, Nantes et Rouen ;
- des services de navigation ;
- des ports autonomes de Dunkerque, Le Havre, Rouen, Saint-Nazaire, Bordeaux, Marseille, Strasbourg, Paris et la Guadeloupe ;
- des services spéciaux des bases aériennes des Bouches-du-Rhône, de la Gironde et de l'Île-de-France ;

Messieurs les préfets, à l'attention :

- des directions départementales de l'équipement ;
- des services maritimes des ports de Boulogne et de Calais, du Nord (Dunkerque), de la Seine-Maritime (Le Havre et Rouen), de la Loire-Atlantique (Nantes), de la Gironde (Bordeaux) et des Bouches-du-Rhône (Marseille) ;

Monsieur le chef du service technique des bases aériennes ;

Messieurs les chefs de l'aviation civile de Nouméa et Papeete ;

Messieurs les directeurs et chefs de service des travaux maritimes de Toulon, Brest, Lorient, Cherbourg et Rochefort ;

Monsieur le directeur général d'Aéroports de Paris ;

Monsieur le directeur du laboratoire central des Ponts et Chaussées ;

Monsieur le directeur du service d'études techniques des routes et autoroutes.

Le décret n° 93-1164 du 11 octobre 1993 a approuvé le fascicule 68 du CCTG : Exécution des travaux de fondation des ouvrages de génie civil. Ce fascicule, qui remplace celui de même numéro du Cahier des prescriptions communes, est applicable à compter du 1^{er} avril 1994.

Le document est structuré selon les techniques de fondation utilisées si l'on met à part le chapitre I « Dispositions communes ». Les prescriptions utiles pour un projet déterminé se trouvent ainsi regroupées. Parmi les annexes, une annexe contractuelle « Définition technique des prestations » permet d'alléger la rédaction du bordereau des prix unitaires.

L'attention est portée sur deux points particuliers que n'abordait pas l'ancien fascicule 68 :

1. il y a lieu de donner (dans le CCAP) un caractère contractuel aux documents d'étude tels que le mémoire de synthèse géotechnique (article 2-1). Le cas où les études seraient jugées insuffisantes pour engager le maître de l'ouvrage doit à l'évidence rester tout à fait exceptionnel : il contraint les entreprises consultées à apprécier par elles-mêmes les conditions d'exécution, à engager des investigations supplémentaires et à se couvrir dans leurs prix de risques accrus ;
2. lorsque des conditions techniques imprévues sont rencontrées à l'exécution, une concertation entre le maître d'œuvre et l'entrepreneur est en général nécessaire. Les règles posées à l'article 2-2 visent à en clarifier le cadre contractuel.

Les difficultés d'application auxquelles donnerait lieu ce fascicule seront signalées sous le timbre de la Direction des Affaires Économiques et Internationales (mission normalisation).

Le ministre de l'Équipement, des Transports et du Tourisme,
Pour le ministre et par délégation,
Le sous-directeur du Bâtiment et des Travaux Publics
J.-M. ÉTIENNE

**EXTRAITS DU DÉCRET N° 93-1164 DU 11 OCTOBRE 1993
RELATIF À LA COMPOSITION DU CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES GÉNÉRALES
APPLICABLES AUX MARCHÉS PUBLICS DE TRAVAUX
ET APPROUVANT OU MODIFIANT DIVERS FASCICULES**

Article premier. - Sont approuvés, en tant que fascicules du Cahier des Clauses Techniques Générales applicables aux marchés publics de travaux, les fascicules suivants :

Fascicules applicables au génie civil (annexe I).

Fascicule n° 68 - Exécution des travaux de fondation des ouvrages de génie civil.

Art. 2. - Sont retirés les fascicules suivants du Cahier des Clauses Techniques Générales applicables aux marchés publics de travaux :

Fascicules applicables au génie civil (annexe I).

Fascicule n° 68 - Titre premier - Exécution des travaux de fondation des ouvrages de génie civil.

Art. 7. - Les dispositions du présent décret sont applicables aux marchés pour lesquels la consultation sera engagée à compter du premier jour du sixième mois suivant celui de sa publication, à l'exception des fascicules DTU qui entreront en vigueur à compter du premier jour du deuxième mois suivant celui de la publication de ce décret.

Page laissée intentionnellement blanche

**MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT,
DU LOGEMENT ET DES TRANSPORTS**

Conseil Général des Ponts et Chaussées

Groupe de révision du fascicule n°68

**MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE
ET DES FINANCES**

Commission Centrale des Marchés

Groupe Permanent d'Étude

des Marchés de Travaux

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES GÉNÉRALES
APPLICABLES AUX MARCHÉS PUBLICS DE TRAVAUX**

FASCICULE N°68

**EXÉCUTION DES TRAVAUX DE FONDATION
DES OUVRAGES DE GÉNIE CIVIL**

Page laissée intentionnellement blanche

SOMMAIRE

	Pages
CHAPITRE I. - DISPOSITIONS COMMUNES	11
Article 1. - Domaine d'application	11
Article 2. - Généralités	11
Article 3. - Nature, provenance et qualités des matériaux	13
Article 4. - Dispositions constructives	14
Article 5. - Implantation	14
Article 6. - Mise en œuvre	14
Article 7. - Plan d'assurance de la qualité	17
CHAPITRE II. - FONDATIONS DIRECTES SUR LE SOL	20
Article 8. - Domaine d'application	20
Article 9. - Nature, provenance et qualités des matériaux	20
Article 10. - Dispositions constructives	20
Article 11. - Tolérances d'implantation	22
Article 12. - Mise en œuvre	22
Article 13. - Essais et contrôles	24
Article 14. - Plan d'assurance de la qualité	24
CHAPITRE III. - FONDATIONS PAR PIEUX PRÉFABRIQUÉS	26
Article 15. - Domaine d'application	26
Article 16. - Nature, provenance et qualités des matériaux	26
Article 17. - Dispositions constructives	27
Article 18. - Implantation	31
Article 19. - Mise en œuvre	32
Article 20. - Essais et contrôles	33
Article 21. - Plan d'assurance de la qualité	35

CHAPITRE IV. - FONDATIONS PAR PIEUX EXÉCUTÉS EN PLACE ET PUITES	37
Article 22. - Domaine d'application	37
Article 23. - Nature, provenance et qualités des matériaux	38
Article 24. - Dispositions constructives	40
Article 25. - Implantation	41
Article 26. - Mise en œuvre	42
Article 27. - Essais et contrôles	53
Article 28. - Plan d'assurance de la qualité	54
CHAPITRE V. - FONDATIONS PAR CAISSONS	56
Article 29. - Domaine d'application	56
Article 30. - Nature, provenance et qualités des matériaux	56
Article 31. - Dispositions constructives	56
Article 32. - Implantation	57
Article 33. - Mise en œuvre	57
Article 34. - Essais et contrôles	59
Article 35. - Plan d'assurance de la qualité	59
CHAPITRE VI. - PALPLANCHES ET RIDEAUX DE PALPLANCHES	60
Article 36. - Domaine d'application	60
Article 37. - Nature, provenance et qualités des matériaux	60
Article 38. - Dispositions constructives	61
Article 39. - Implantation	65
Article 40. - Mise en œuvre	65
Article 41. - Essais et contrôles	70
Article 42. - Plan d'assurance de la qualité	70

CHAPITRE VII. - PAROIS MOULÉES DANS LE SOL	72
Article 43. - Domaine d'application	72
Article 44. - Nature, provenance et qualités des matériaux	72
Article 45. - Dispositions constructives	72
Article 46. - Implantation	74
Article 47. - Mise en œuvre	75
Article 48. - Essais et contrôles	78
Article 49. - Plan d'assurance de la qualité	80
CHAPITRE VIII. - PAROIS PRÉFABRIQUÉES SCELLÉES DANS LE SOL	81
Article 50. - Domaine d'application	81
Article 51. - Nature, provenance et qualités des matériaux	81
Article 52. - Dispositions constructives	82
Article 53. - Implantation	83
Article 54. - Mise en œuvre	84
Article 55. - Essais et contrôles	86
Article 56. - Plan d'assurance de la qualité	87
CHAPITRE IX. - PAROIS BERLINOISES	88
Article 57. - Domaine d'application	88
Article 58. - Nature, provenance et qualités des matériaux	89
Article 59. - Dispositions constructives	89
Article 60. - Implantation	92
Article 61. - Mise en œuvre	92
Article 62. - Essais et contrôles	94
Article 63. - Plan d'assurance de la qualité	96

CHAPITRE X. - RABATTEMENT DE NAPPE	97
Article 64. - Domaine d'application	97
Article 65. - Documents d'études	98
Article 66. - Nature, provenance et qualités des matériaux	98
Article 67. - Dispositions constructives	98
Article 68. - Contrôle de la mise en œuvre du rabattement	100
Article 69. - Plan d'assurance de la qualité	100
CHAPITRE XI. - INJECTIONS EN FONDATIONS	101
Article 70. - Domaine d'application	101
Article 71. - Documents d'études	102
Article 72. - Nature, provenance et qualités des matériaux	102
Article 73. - Dispositions préalables	103
Article 74. - Mise en œuvre des injections	104
Article 75. - Contrôle des injections	105
Article 76. - Plan d'assurance de la qualité	105

ANNEXE CONTRACTUELLE

Pages

DÉFINITION TECHNIQUE DES PRESTATIONS

107

ANNEXES NON CONTRACTUELLES

1. GUIDE POUR LA RÉDACTION DU DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES

137

2. NOTE POUR LA RÉDACTION DU CAHIER DES CLAUSES ADMINISTRATIVES PARTICULIÈRES

140

3. NOTE POUR LA RÉDACTION DU RÈGLEMENT PARTICULIER DE L'APPEL D'OFFRES

143

4. RAPPORT DU GROUPE DE TRAVAIL

145

Page laissée intentionnellement blanche

FASCICULE 68 DU C.C.T.G.
TEXTE ET COMMENTAIRES

Page laissée intentionnellement blanche

Les commentaires n'ont aucun caractère contractuel ; ils ont notamment pour objet de faciliter la rédaction du C.C.T.P.

CHAPITRE I DISPOSITIONS COMMUNES

Article 1 : Domaine d'application.

Article 2 : Généralités.

2.1. Documents d'études

* Conformément au fascicule 62, titre V, du C.C.T.G. (Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil), le rapport géotechnique comporte :

- une première partie constituant le mémoire de synthèse géologique, géotechnique et hydrogéologique ;
- une deuxième partie où sont consignés les résultats des essais effectués, accompagnés de la description des modes opératoires utilisés et de toute précision utile sur les difficultés éventuellement rencontrées et sur la fiabilité des résultats obtenus.

L'objet principal du mémoire de synthèse géologique, géotechnique et hydrogéologique, est d'explicitier les informations relatives aux terrains traversés et, plus généralement, les bases sur lesquelles le maître d'œuvre a établi sa conception de l'ouvrage et l'avant-métré correspondant.

CHAPITRE I DISPOSITIONS COMMUNES

Article 1 : Domaine d'application.

Le présent fascicule concerne l'exécution des travaux de fondation d'ouvrages de génie civil, à savoir :

- fondations directes sur le sol,
- fondations par pieux préfabriqués,
- fondations par pieux exécutés en place et puits,
- fondations par caissons,
- palplanches et rideaux de palplanches,
- parois moulées dans le sol,
- parois préfabriquées scellées dans le sol,
- parois berlinoises,
- rabattement de nappe,
- injections.

Article 2 : Généralités.

2.1. Documents d'études

Les dispositions du présent fascicule s'appliquent compte tenu des données géologiques, géotechniques et hydrogéologiques ayant servi de base à la conception des ouvrages et devant servir de base à leur exécution. Sauf dispositions différentes du marché, ces données figurent dans le mémoire de synthèse géologique, géotechnique et hydrogéologique du rapport géotechnique (*).

Pour les ouvrages en site aquatique, ces données peuvent être complétées notamment par les conditions de courants, de crues, d'affouillements, de houles et de marées.

C'est également à partir de ce mémoire que l'entrepreneur se fonde pour choisir les méthodes d'exécution et pour établir ses prix.

Le mémoire de synthèse définit les conditions normalement prévisibles. La comparaison entre ce document et les conditions qui seront réellement rencontrées permet de déterminer si l'on est dans les conditions d'application des articles 10, 14, 15, 16, 17, 19 du C.C.A.G. ou de l'article 2.2. ci-après.

Dans les cas simples de fondations d'ouvrages, pour lesquels tout ou partie des documents énumérés au présent article n'ont pas été établis, il convient de faire figurer dans le C.C.T.P. les données retenues pour servir de base à la conception des ouvrages ainsi qu'à leur exécution.

2.2. Conditions techniques imprévues

Le règlement des travaux s'effectue selon les modalités de l'article 14, ou exceptionnellement de l'article 11-24, du C.C.A.G.

Les modalités de règlement adoptées doivent avoir pour effet d'inciter l'entrepreneur à exécuter les travaux au moindre coût. Il est en particulier recommandé de ne recourir qu'exceptionnellement au mode de règlement sur dépenses contrôlées et seulement lorsqu'il subsiste des indéterminations fondamentales sur les éléments nécessaires à la fixation des prix.

En cas d'application du présent article le délai d'exécution peut être prolongé dans les conditions de l'article 19-21 du C.C.A.G.

2.3. Modalités de conception et de calcul

* Il s'agit notamment du fascicule 62, titre V, du C.C.T.G. (Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil).

** Cette disposition trouve notamment son application lorsqu'il s'agit de procédés nouveaux ou de variantes.

*** Dans le cas des soutènements, il est rappelé que les phases d'exécution des ouvrages, et en particulier les phases de terrassement, d'épuisement des eaux ou de rabattement des nappes, de butonnage et de mise en tension des tirants, conditionnent directement le dimensionnement des ouvrages et leurs déformations.

2.2. Conditions techniques imprévues

Si le caractère imprévu des conditions géotechniques ou hydrogéologiques effectivement rencontrées impose une modification importante des conditions du marché, l'entrepreneur en avise aussitôt le maître d'œuvre et lui soumet les dispositions techniques nouvelles qu'il propose d'adopter ; les décisions prises par le maître d'œuvre sur le vu de ces propositions font l'objet d'un ordre de service de la part du maître de l'ouvrage.

Si l'urgence ne permet pas à l'entrepreneur de se conformer aux prescriptions ci-dessus, il prend les mesures nécessaires et en avise le maître d'œuvre dans les 24 heures.

2.3. Modalités de conception et de calcul

Les ouvrages sont justifiés compte tenu des actions, combinaisons d'actions et hypothèses de calcul fixées par le C.C.T.G. (*), par le C.C.T.P., ou, à défaut, par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur (**).

Les justifications et calculs sont effectués par l'entrepreneur et soumis au visa du maître d'œuvre. Ils tiennent compte des sollicitations auxquelles les éléments de fondation sont soumis tant au cours de leur mise en œuvre (***) qu'après celle-ci, ainsi que des conditions particulières liées à la présence d'ouvrages ou de constructions au voisinage des ouvrages à réaliser.

Les calculs relatifs aux ouvrages sont établis en tenant compte des règles en vigueur concernant leurs matériaux constitutifs (maçonnerie, béton, béton

***.* Lorsque l'exécution des travaux de fondation d'ouvrages conduit à l'utilisation de procédés particuliers, le marché apporte les compléments nécessaires au présent fascicule en se référant notamment, sous réserve de leur adaptation, aux dispositions du C.C.T.G. qui concernent ces procédés particuliers.

Article 3 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

3.1. Etude, fabrication et contrôle des bétons

* Il en résulte en particulier que l'étude des bétons et notamment de leur composition incombe à l'entrepreneur, qui la propose à l'acceptation du maître d'œuvre. Cette proposition comporte les natures et dosages de tous les constituants et notamment des ciments et adjuvants éventuels.

** Dans le cas de milieux agressifs, la meilleure compacité est à rechercher.

*** Il est rappelé que l'eau pure est également agressive.

***.* La maniabilité du béton pendant tout le temps que dure sa mise en œuvre est un facteur important de la qualité de cette dernière. Y contribuent notamment la nature du liant et l'emploi d'adjuvants.

***.** Le dosage minimal peut atteindre 350 kg dans le cas de milieux agressifs.

3.2. Remblais

* La qualité exigée pour les remblais entourant la fondation peut dépendre de son incidence sur le comportement de l'ouvrage.

armé, béton précontraint, acier, etc.), sous réserve des prescriptions propres au marché (***.*).

Article 3 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

3.1. Etude, fabrication et contrôle des bétons

Sauf prescriptions différentes du marché, le fascicule 65-A du C.C.T.G., relatif à l'exécution des ouvrages en béton, est applicable pour ce qui concerne l'étude, la fabrication et le contrôle des bétons (*).

Sauf dispositions différentes du marché, ces prescriptions sont complétées comme suit :

- Les éléments constitutifs des bétons sont choisis en tenant compte de l'agressivité éventuelle des milieux traversés (**) et des eaux transitées (***).
- Le dosage minimal du béton immergé visé à l'article 6.3.1. est de 300 kg de liant par mètre cube de béton. Sa composition et ses caractéristiques doivent en outre :
 - . permettre d'obtenir un béton de consistance plastique peu dissociable et de prise relativement lente,
 - . assurer la maniabilité du béton pendant sa mise en œuvre (***.*).
- Le dosage minimal du béton de propreté est de 250 kg de liant par mètre cube de béton.
- Le dosage minimal (***.***) des ouvrages en béton non armé exécutés à sec est de 250 kg de liant par mètre cube de béton.

Les chapitres qui suivent du présent fascicule donnent les dispositions complémentaires requises pour les bétons intervenant dans chaque type de fondation.

3.2. Remblais

S'ils ne sont pas fixés par le marché, la qualité et le type des matériaux de remblai autour des fondations sont fixés par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur (*).

Article 4 : Dispositions constructives.

4.1. Étaielement, blindages et protection des parois des fouilles

* On entend par étaielement et blindage des parois de fouilles l'ensemble des dispositifs dont la résistance mécanique est nécessaire pour assurer la stabilité des fouilles, des ouvrages environnants et la sécurité.

Ces dispositifs comportent en général un élément plein ou ajouré au contact avec le terrain (blindage) qui transmet les efforts à une structure d'appui résistante (étaielement).

* On entend par protection de la paroi d'une fouille un dispositif superficiel destiné à éviter l'altération des propriétés mécaniques du terrain en vue de maintenir sa stabilité.

4.2. Dessins d'exécution

* Fascicule 65-A du C.C.T.G. pour les parties en béton et fascicule 66 du C.C.T.G. pour les parties métalliques.

Article 5 : Implantation.

Article 6 : Mise en œuvre.

6.1. Travaux préparatoires

6.1.1. Plate-forme

Article 4 : Dispositions constructives.

4.1. Étaielement, blindages et protection des parois des fouilles

Les dispositifs d'étaielement (*), de blindage et de protection (**) des parois des fouilles assurent pendant toute la durée de l'exécution la sécurité et la stabilité des parois des fouilles, jusqu'à ce que ces fonctions soient assurées par l'ouvrage lui-même.

L'entrepreneur soumet au visa du maître d'œuvre dans les délais fixés par le marché les dispositifs d'étaielement, de blindage ou de protection dont il prévoit l'utilisation, en explicitant la méthode de mise en œuvre, le phasage d'exécution et les conditions d'enlèvement. La note technique de justification de ces dispositifs est adaptée à l'importance de l'ouvrage et tient compte, en particulier, des caractéristiques géotechniques et hydrogéologiques des terrains concernés.

Les étaielements et blindages ne peuvent être laissés définitivement en place qu'avec l'accord du maître d'œuvre.

4.2. Dessins d'exécution

Sauf dispositions différentes du marché, les éléments de fondation font l'objet de dessins d'exécution dressés par l'entrepreneur dans les conditions définies par le C.C.T.G. (*) et sont soumis au visa du maître d'œuvre.

Article 5 : Implantation.

Si elle n'est pas fixée par le marché, l'implantation des fondations ou éléments de fondations est fixée par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur.

Article 6 : Mise en œuvre.

6.1. Travaux préparatoires

6.1.1. Plate-forme

La plate-forme de travail est aménagée en vue de permettre l'accès, la circulation et l'utilisation des engins de chantier nécessaires à la mise en œuvre

6.1.2. Traitement des sols

6.2. Installations et matériels d'exécution

* Cf. article 31 du C.C.A.G.

6.3. Bétons mis en œuvre sous l'eau

* Ladite semelle peut faire partie soit d'une fondation directe sur le sol, soit d'une fondation sur pieux.

6.3.1. Béton immergé

* La méthode de mise en œuvre réside dans l'emploi :

- soit de tubes plongeurs appropriés, eux-mêmes dépendants ou non de pompes à béton pour leur alimentation,

dans des conditions susceptibles de ne pas nuire à la qualité et à la sécurité de cette réalisation.

6.1.2. Traitement des sols

Tous travaux de traitement des sols non prévus par le marché et nécessités par des conditions locales particulières des sols ne sont exécutés qu'après autorisation du maître d'œuvre. La nature, les qualités et les conditions de mise en œuvre des produits et matériaux employés sont soumises à son approbation.

6.2. Installations et matériels d'exécution

L'entrepreneur soumet au visa du maître d'œuvre les installations et les matériels d'exécution. L'adéquation du matériel aux caractéristiques du sol est appréciée à partir des éléments résultant des documents définis à l'article 2 et, lorsque des essais préalables de mise en œuvre ont été effectués, à partir des résultats de ces essais. Ces choix tiennent compte de contraintes spéciales d'exécution éventuellement définies par le marché, ou nécessitées par la proximité de lieux habités, fréquentés ou protégés (*).

6.3. Bétons mis en œuvre sous l'eau

Le présent article concerne uniquement les massifs de béton mis en œuvre sous l'eau servant d'assise à une semelle (*).

Le béton peut être :

- soit entièrement confectionné hors de l'eau et mis en place sous l'eau avant le commencement de la prise ; dans ce qui suit, ce béton est dénommé « béton immergé » ;
- soit réalisé par injection d'un mortier possédant des qualités appropriées dans la masse d'un granulat formant squelette et préalablement mis en place dans l'eau ; dans ce qui suit, ce béton est dénommé « béton réalisé sous l'eau par injection d'un mortier spécial ».

6.3.1. Béton immergé

Les dispositions retenues pour la mise en œuvre doivent permettre (*) :

- d'obtenir que, dans une même coulée, les bétons en contact soient d'âge aussi peu différent que possible,

- soit, avec moins d'efficacité, de bennes à fond ouvrant.

** Les inclusions de laitance constituent des points faibles, plus particulièrement aux arrêts de bétonnage ; il y a donc intérêt à réduire leur formation et à les enlever avant toute reprise.

Pour réduire ces inclusions, ainsi que les délavages, il convient, quelle que soit la méthode de mise en œuvre, que les apports successifs de béton se fassent au sein du béton déjà en place et que ce dernier ait encore une plasticité suffisante. Lorsqu'il est fait usage de bennes à fond ouvrant, cette prescription est d'autant plus impérieuse que la section horizontale de l'ouvrage est plus faible.

6.3.2. Béton réalisé sous l'eau par injection d'un mortier spécial

* Les moyens de contrôle des résultats sont définis par le marché en tant que de besoin.

** L'attention est attirée sur l'importance du contrôle de l'exécution, en raison de la difficulté de réaliser dans bien des cas un contrôle efficace des résultats.

6.4. Remblaiement des fouilles après exécution des ouvrages

- d'aboutir après la mise en œuvre, à un béton homogène, et de bonne compacité.

Ces dispositions doivent, par ailleurs :

- réduire au minimum la laitance (**),
- faciliter les reprises dans les meilleures conditions,
- assurer l'enlèvement de la laitance en fin de coulée.

Lorsque la mise en œuvre est réalisée au moyen d'une benne à fond ouvrant, le mécanisme ne doit permettre son ouverture qu'au contact du béton précédemment coulé et ne pas entraîner de béton à la remontée, le mouvement de la benne devant être suffisamment lent pour éviter le délavage par effet de piston.

S'il est fait usage d'un tube plongeur, son extrémité doit pénétrer dans le béton d'au moins 0,50 m.

6.3.2. Béton réalisé sous l'eau par injection d'un mortier spécial

Sauf dispositions différentes du marché, l'entrepreneur soumet au visa du maître d'œuvre dans le cadre des prescriptions de l'article 28 du C.C.A.G., une note technique et descriptive.

Sauf dispositions différentes du marché trois types de contrôle (**) peuvent être effectués :

- contrôle des matériaux,
- contrôle de l'exécution (**),
- contrôle des résultats.

6.4. Remblaiement des fouilles après exécution des ouvrages

Si elles ne sont pas fixées par le marché, les conditions dans lesquelles les remblaiements des fouilles et l'enlèvement des blindages s'effectuent sont fixées par le maître d'œuvre, sur proposition de l'entrepreneur.

Ces opérations ne doivent compromettre à aucun moment la stabilité des ouvrages en cours d'exécution ou terminés.

Article 7 : Plan d'assurance de la qualité.

Contrôle interne

Le contrôle interne à la chaîne de production (en abrégé contrôle interne), obligation permanente de l'entrepreneur, s'exerce sous la responsabilité du responsable du chantier, à tous les échelons de l'exécution dans les conditions définies dans le P.A.Q.

Il a pour but de s'assurer de la conformité aux stipulations du marché et s'applique :

- aux matériaux, produits et composants entrant sur le chantier,
- aux moyens et processus d'exécution.

Dans des cas particuliers (chantiers de haute technicité par exemple), il peut être mis en œuvre un contrôle exercé sous l'autorité d'un responsable de l'entreprise indépendant de la hiérarchie du chantier et dépendant directement de la direction générale de l'entreprise. Ce contrôle est généralement appelé « *contrôle externe* ». Lorsqu'il est mis en place, le marché en définit les modalités d'application.

Contrôle extérieur

Le contrôle extérieur au producteur (en abrégé contrôle extérieur), est exercé, sauf dispositions contraires du marché, par le maître d'œuvre ; il a pour objet de contrôler la conformité aux stipulations du marché.

A cette fin le maître d'œuvre s'assure de la convenance du P.A.Q. avec les pièces du marché.

7.1. Organisation générale du chantier

Article 7 : Plan d'assurance de la qualité.

Lorsque le marché prévoit un Plan d'Assurance de la Qualité (P.A.Q.), celui-ci présente les dispositions de moyens et d'organisation proposées par l'entrepreneur pour atteindre la qualité requise.

Le P.A.Q. comporte trois parties traitant :

- de l'organisation générale du chantier,
- de la ou des procédures d'exécution propres à un ouvrage ou une partie d'ouvrage,
- des cadres du ou des documents de suivi.

7.1. Organisation générale du chantier

Cette partie donne :

- une description sommaire des travaux,
- l'identification des parties concernées : maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entrepreneurs, sous-traitants, fournisseurs principaux,
- la date de son établissement ainsi que des renouvellements et mises à jour,
- l'organisation du chantier : personnel d'encadrement, moyens généraux en matériel,
- la circulation et le suivi des documents d'exécution,
- la liste des procédures d'exécution et des documents de suivi.

7.2. Procédures d'exécution

7.3. Documents de suivi

* La liste des points critiques et des points d'arrêt, particulièrement importante, est normalement définie par le marché (ou, à défaut, soumise par l'entrepreneur au maître d'œuvre). Les chapitres suivants précisent les points sensibles principaux en fonction de la technique utilisée.

7.4. Traitement des interfaces

* Le traitement des interfaces est fonction de la nature des travaux ; il est précisé dans chacun des chapitres suivants.

7.2. Procédures d'exécution

Les procédures d'exécution :

- reprennent les prescriptions des pièces du marché propres à l'ouvrage ou la partie d'ouvrage objet de la procédure,
- comportent des informations complémentaires que l'entrepreneur souhaite communiquer au maître d'ouvrage et au maître d'œuvre pour leur donner l'assurance que les travaux auront la qualité requise.

Elles contiennent notamment :

- la partie des travaux faisant l'objet de la procédure,
- les documents de référence,
- les moyens matériels spécifiques utilisés pour le transport et la mise en œuvre,
- les choix de l'entreprise en matière de matériaux, produits et composants et la manière dont il s'assure de la qualité des produits,
- les modes opératoires,
- les points sensibles de l'exécution : points critiques et points d'arrêt,
- les interfaces avec d'autres procédures,
- les modalités du contrôle interne et, le cas échéant, du contrôle externe,
- le traitement des non-conformités.

7.3. Documents de suivi

Les documents de suivi permettent de formaliser la vérification de la conformité de l'exécution des travaux avec les procédures d'exécution. Ils précisent pour un ouvrage ou une partie d'ouvrage :

- les noms des intervenants,
- les résultats des épreuves de convenance éventuelles,
- la nature technique des contrôles,
- les points sensibles (points critiques et points d'arrêt)(*),
- la procédure de suivi des documents.

7.4. Traitement des interfaces (*)

7.5. Degré de développement du P.A.Q.

* Trois degrés de développement sont distingués, par ordre de complexité croissante :

- Le degré 1 vise les ouvrages simples. Le P.A.Q. correspondant comporte une note d'organisation générale succincte précisant au minimum l'affectation des tâches, l'origine des principales fournitures, les moyens en personnel et en matériel, les modèles de documents de suivi limités aux points sensibles.
- Le degré 2 comprend :
 - . un document d'organisation générale,
 - . une procédure d'exécution unique simplifiée pour l'ensemble des travaux,
 - . un document de suivi.
- Le degré 3 est constitué :
 - . d'un document d'organisation générale,
 - . de procédures d'exécution établies par nature de travaux ou par partie d'ouvrage,
 - . des cadres de document de suivi.

7.6. Phases d'établissement du P.A.Q.

* Le C.C.A.P. fixe les délais de visa des pièces du P.A.Q. comme pour les autres documents fournis par l'entrepreneur.

** La durée de la période de préparation fixée au C.C.A.P. doit tenir compte de la durée d'établissement du P.A.Q.

- *** À ce stade, sont apportés les compléments nécessaires notamment sur :
- les sous-traitants non désignés lors de la période de préparation des travaux,
 - les matériaux, produits et composants à utiliser.

7.5. Degré de développement du P.A.Q.

Le degré de développement du P.A.Q. est fixé par le marché. A défaut, le P.A.Q. est de degré 2 (*).

7.6. Phases d'établissement du P.A.Q.

Les documents constituant le P.A.Q. (*) sont établis en plusieurs étapes en complément du schéma organisationnel de la qualité remis avec l'offre :

- pendant la période de préparation des travaux (**):
 - . mise au point du document d'organisation générale,
 - . établissement des procédures d'exécution correspondant aux premières phases de travaux ;
- après la période de préparation mais avant l'exécution des travaux, établissement des procédures d'exécution qui n'ont pas pu être établies pendant la période de préparation, y compris préparation des cadres des documents de suivi correspondants ;
- pendant l'exécution : renseignement et tenue à disposition des documents de suivi (***) ;
- à l'achèvement des travaux : regroupement et remise au maître d'œuvre de l'ensemble des documents du P.A.Q. et des documents de suivi d'exécution ; sauf disposition différente du marché, ces documents sont fournis en un seul exemplaire.

Le P.A.Q. est mis à jour et complété en tant que de besoin.

CHAPITRE II FONDATIONS DIRECTES SUR LE SOL

Article 8 : Domaine d'application.

Il s'agit essentiellement des fondations sur radier, sur semelles, sur massifs, exécutées sur un sol pouvant être en place ou rapporté et, s'il y a lieu, traité (compactage, préconsolidation, etc.).

Article 9 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

Article 10 : Dispositions constructives.

10.1. Fouilles pour fondations (*)

* Il est rappelé que les démolitions éventuellement nécessaires sont régies par l'article 31.9 du C.C.A.G.

** Les fouilles pour fondations viennent en complément des terrassements généraux, quand ils existent. Elles ont pour objet d'exécuter l'excavation dont le fond, et éventuellement les parois, constituent, après préparation, la surface d'appui de la fondation de l'ouvrage.

*** Ce document indique, en particulier, la géométrie des fouilles justifiée notamment par les phases et procédés d'exécution. Il précise en outre les tolérances d'exécution, ainsi que les dispositions particulières au droit des configurations singulières.

Les phases et procédés d'exécution s'entendent à la fois pour les travaux de fouilles, d'épuisement et de réalisation des ouvrages de fondation.

Par configurations singulières, on entend notamment les fondations à niveaux décalés, les fondations en pied de talus ou à proximité d'ouvrages

CHAPITRE II FONDATIONS DIRECTES SUR LE SOL

Article 8 : Domaine d'application.

Ce chapitre concerne les fondations en béton armé, béton, ou maçonnerie, qui permettent à un ouvrage ou à des parties d'ouvrages de prendre directement appui sur le sol.

Article 9 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

Les remblais destinés au comblement des poches purgées doivent procurer une portance au moins équivalente à celle du sol de fondation s'ils supportent des ouvrages.

Article 10 : Dispositions constructives.

10.1. Fouilles pour fondations (*)

Sont considérées comme fouilles pour fondations les travaux de terrassement qui ont pour objet le creusement de l'excavation dans laquelle sont construites les parties d'un ouvrage prenant directement appui sur le sol.

Dans le cas d'un ensemble de travaux comportant des terrassements généraux et des fouilles pour fondations (**), la répartition des terrassements entre ces deux catégories est fixée par le marché, ou, à défaut, par le maître d'œuvre, sur proposition de l'entrepreneur.

S'il n'est pas fixé par le marché, le profil des fouilles est fixé par l'entrepreneur, qui le soumet au visa du maître d'œuvre. Il en est de même des conditions d'exécution qui sont détaillées dans un document venant en complément de ceux prévus aux articles 28 et 29 du C.C.A.G. (***).

Les modifications importantes de niveau ou de dimension de la fondation ou de la pente du talus qui apparaissent nécessaires en cours d'exécution font l'objet d'un ordre de service.

existants, les radiers à nervures inférieures pour lesquels il faut éviter un desserrement des terres.

10.2. Protection contre les eaux et épaissements

* Ladite protection concerne :

- les eaux de ruissellement superficielles extérieures au périmètre de ouvrages dont il convient d'empêcher la pénétration dans la fouille; à cet effet, la crête des fouilles est ceinturée, s'il y a lieu, par des rigoles recueillant ces eaux et les évacuant à une distance convenable des fouilles,
- les eaux d'infiltrations ou de nappes souterraines qu'il convient de collecter et d'évacuer.

Dans le cas de fouilles de grandes dimensions dans les terrains peu perméables, la protection concernera également les eaux de ruissellement intérieures.

Lorsque les épaissements directs peuvent compromettre la stabilité du fond de fouille, des talus ou des parois, il y a lieu de recourir à des techniques appropriées, comme par exemple les rabattements.

** La stabilité des ouvrages environnants implique parfois la réinjection des eaux d'épauement dans le sol.

*** Par stabilité du talus, on entend la stabilité locale et celle vis-à-vis d'un phénomène de grand glissement, notamment dû à une surcharge au voisinage de la crête.

***.* Par stabilité du fond de fouille, on entend la sécurité vis-à-vis d'un phénomène de soulèvement ou de renard.

***.** Par matériel d'épauement, on entend : pompes, moteurs, transformateurs, lignes de transport d'énergie.

. La nature de certains terrains et celle des ouvrages voisins, ainsi que certaines installations dans les ouvrages à construire peut conduire à exclure toute remontée d'eau quelle qu'en soit la cause. Dans ces cas, le marché fixe les dispositions complémentaires concernant la fourniture d'énergie de secours.

10.2. Protection contre les eaux et épaissements

L'entrepreneur est tenu de procéder à la protection des fouilles (*) contre les eaux et aux épaissements nécessaires pour maintenir les eaux à un niveau compatible avec l'avancement et la bonne exécution des travaux.

Il s'agit d'assurer notamment :

- la stabilité des ouvrages environnants (**),
- la stabilité des talus (***) et du fond de fouilles (**.*),
- la stabilité de l'ouvrage proprement dit pendant les diverses phases de construction.

Les sols qui évoluent rapidement au contact de l'air ou de l'eau sont protégés en vue de maintenir la qualité du terrain d'assise. Les mesures que l'entrepreneur entend adopter à cet effet sont soumises au visa du maître d'œuvre.

Les installations et le matériel affectés aux épaissements (**.*) comprennent les engins de secours permettant de maintenir ces épaissements à un niveau compatible avec l'exécution des travaux et avec la sécurité du chantier.

Sauf dispositions contraires du marché, cette obligation ne s'étend pas à la fourniture d'énergie de secours (**.*).

Sauf dispositions différentes du marché, les installations de protection contre les venues d'eaux, ainsi que celles relatives aux épaissements, sont maintenues jusqu'à ce que les bétons susceptibles d'être noyés présentent une résistance suffisante à l'action de l'eau (**.*.**) et que la stabilité des ouvrages ou parties des ouvrages réalisés soit assurée.

..* L'action de l'eau sur les bétons dont il s'agit ici est d'ordre mécanique (érosion, délavage). L'importance du problème de l'eau dans le cadre des fondations superficielles peut varier considérablement en fonction de la façon dont les problèmes ont été traités à l'amont, et, particulièrement, les terrassements généraux.

Article 11 : Tolérances d'implantation.

Article 12 : Mise en œuvre.

12.1 Préparation et acceptation du fond de fouille

Dans le cas de fouilles de grandes dimensions, l'ensemble des travaux de préparation est conduit par zones de manière à respecter l'enchaînement requis entre les diverses opérations. De même, l'acceptation de fouilles importantes ou délicates peut se faire par parties ou par étapes.

12.1.1. Constatations contradictoires

12.1.2. Préparation du fond de fouille

Article 11 : Tolérances d'implantation.

Si elles ne sont pas fixées par le marché, les tolérances sont fixées par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur.

Article 12 : Mise en œuvre.

12.1. Préparation et acceptation du fond de fouille

12.1.1. Constatations contradictoires

En vue de procéder aux constatations contradictoires de la nature et de la qualité des terrains rencontrés, l'entrepreneur avertit le maître d'œuvre, au moins 24 heures à l'avance, de la date à laquelle sera atteinte la cote prévue pour la fondation.

A l'issue de ces constatations, le maître d'œuvre arrête les conditions dans lesquelles seront effectuées les opérations de préparation et d'acceptation de la fouille.

12.1.2. Préparation du fond de fouille

L'entrepreneur procède à l'enlèvement ou à la purge de tous les éléments, blocs, poches ou lentilles, susceptibles de provoquer des désordres et au comblement des vides dans les conditions fixées par le marché ou arrêtées par le maître d'œuvre à l'issue des constatations contradictoires.

12.1.3. Acceptation du fond de fouille

L'attention est attirée sur l'importance que revêt l'acceptation du fond de fouille. En cours de travaux, il convient donc de s'assurer, au besoin par des essais en place, que les terrains d'assise correspondent bien à ceux prévus au marché.

12.1.4. Finition du fond de fouille

Dans le cas des sols meubles, cette opération est à réaliser par un procédé ne remaniant pas le sol.

* Cette amélioration, applicable essentiellement aux sols sensibles, peut consister par exemple, en un apport de matériaux résistants et poreux, en un traitement superficiel à la chaux, etc.

** Dans le cas de sols sensibles ou gonflants, l'acceptation précède ces opérations de manière à permettre l'enchaînement rapide des travaux qui suivent.

*** Pour certains terrains, le gel en cours de travaux peut nécessiter l'augmentation de la profondeur du décapage de finition.

12.1.5. Protection du fond de fouille

Ces exigences techniques conduisent à comprendre dans le même marché la finition du fond de fouille et la mise en œuvre du béton de propreté ou du dispositif de protection.

12.2. Béton de propreté

Le béton de propreté assure momentanément, d'une part, une protection du sol contre les actions climatiques (pluies, gel), mécaniques (circulation de chantier) et, d'autre part, une protection des armatures contre les salissures. Tout autre dispositif de protection doit assurer les mêmes fonctions.

On peut se passer du béton de propreté :

12.1.3. Acceptation du fond de fouille

Sauf dispositions contraires indiquées par le marché ou arrêtées à l'issue des constatations contradictoires, l'acceptation du fond de fouille est faite après les opérations de préparation décrites ci-dessus.

12.1.4. Finition du fond de fouille

La finition du fond de fouille est exécutée après les travaux de préparation. Elle comprend :

- le décapage final jusqu'à la cote prévue dans des conditions permettant d'éviter l'ameublissement du sol d'assise,
- s'il y a lieu, une amélioration temporaire du fond de fouille destinée à éviter sa dégradation jusqu'à la mise en œuvre du dispositif de protection (*).

Pour les sols meubles sensibles ou gonflants, cette finition doit suivre immédiatement les travaux de terrassements et de préparation du fond de fouille (**).

Pour les fouilles exécutées à sec, les travaux de finition ne peuvent être entrepris par temps de gel (***).

12.1.5. Protection du fond de fouille

La protection du fond de fouille est réalisée dès l'achèvement des travaux de finition (*). Elle peut être obtenue :

- par un béton de propreté pour les fouilles exécutées à sec,
- par le béton de la fondation dans le cas d'une fondation au rocher,
- par un béton mis en œuvre sous l'eau,
- par tout autre dispositif de protection agréé par le maître d'œuvre.

12.2. Béton de propreté

Sauf dispositions contraires du marché, une épaisseur d'au moins 5 cm de béton de propreté est obligatoire. Sa mise en œuvre suit immédiatement les travaux de finition de fond de fouille. Son niveau d'arase est celui prévu au projet pour la base des semelles ou longrines de fondation.

- soit si le sol est un rocher sain (on peut ajouter un mortier de collage, si l'étanchéité ou la tenue à des efforts parallèles à la fondation sont en jeu).
- soit si le massif n'est pas armé et que son exécution suit rapidement.

Dans certains cas, le béton projeté peut être employé comme béton de propreté.

12.3. Exécution des ouvrages de fondation

* Le bétonnage à pleine fouille convient en général pour les semelles de petites dimensions établies dans des sols présentant une cohésion suffisante.

** Dans le cas de hauteur de déversement importante les risques de ségrégation peuvent être accrus et justifient des mesures appropriées.

Article 13 : Essais et contrôles.

Article 14 : Plan d'assurance de la qualité.

* La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces est donnée ci-dessous à titre indicatif ; elle doit être adaptée et éventuellement complétée, en fonction des conditions particulières à chaque chantier :

Points d'arrêt

- niveaux d'assise des fonds de fouilles,
- remblaiement des poches purgées.

Points critiques

- mise en place de remblais autour des fondations,
- implantation,
- achèvement des coffrages, des ferrillages.

12.3. Exécution des ouvrages de fondation

Si le marché le prescrit, les ouvrages de fondation sont bétonnés soit à pleine fouille, soit entre blindages ou entre coffrages. Dans les autres cas, ils sont bétonnés selon les dispositions proposées par l'entrepreneur et visées par le maître d'œuvre (*).

Les modalités d'exécution du bétonnage sont soumises par l'entrepreneur au visa du maître d'œuvre (**).

Article 13 : Essais et contrôles.

S'ils ne sont pas fixés par le marché, le nombre, la nature et les modalités d'exécution des essais de contrôle éventuels sont fixés par le maître d'œuvre en cours d'exécution ou après celle-ci.

Article 14 : Plan d'assurance de la qualité.

La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces (*) est définie par le marché ou, à défaut, soumise par l'entrepreneur au maître d'œuvre.

Interfaces

- répartition des travaux entre terrassements généraux et fouilles pour fondations,
- interfaces avec les longrines et les structures portées.

CHAPITRE III FONDATIONS PAR PIEUX PRÉFABRIQUÉS

Article 15 : Domaine d'application.

15.1. Pieux en béton armé

15.2. Pieux tubulaires en béton précontraint

15.3. Pieux métalliques

15.4. Pieux métalliques enrobés

Article 16 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

16.1. Aciers

- * A la date de rédaction du présent fascicule, les normes en vigueur sont :
- NF EN 10-025 (tubes et profilés)
 - NF A 35-520 (palplanches).

CHAPITRE III FONDATIONS PAR PIEUX PRÉFABRIQUÉS

Article 15 : Domaine d'application.

Le présent chapitre s'applique aux fondations profondes pour lesquelles la partie résistante du fût est façonnée à l'avance et mise en place dans le sol dans les conditions définies ci-après :

15.1. Pieux en béton armé

Pieux battus ou vibronfoncés dont le fût est en béton armé.

15.2. Pieux tubulaires en béton précontraint

Pieux constitués d'éléments tubulaires en béton légèrement armé assemblés par précontrainte antérieurement au battage ou au vibrofonçage.

15.3. Pieux métalliques

Pieux battus ou vibronfoncés dont le fût est en acier. Leur section est :

- en forme de H (l'épaisseur de l'âme est égale à celle des ailes) ;
- en forme de tube ;
- en forme quelconque obtenue par soudage de palplanches par exemple.

15.4. Pieux métalliques enrobés

Pieux identiques aux pieux métalliques, mais dont la pointe comporte un sabot débordant. Au fur et à mesure du battage, un mortier est envoyé par un ou plusieurs tubes débouchant au voisinage du sabot, qui constitue l'enrobage en remplissant le vide laissé par le débord du sabot.

Article 16 : Nature, provenance et qualités des matériaux (*).

16.1. Aciers

Sauf dispositions différentes du marché, les pieux métalliques susceptibles d'être entés sont constitués d'acier Fe 360 (*) avec addition éventuelle de cuivre (**).

** Il y a lieu de noter que l'addition de cuivre aux aciers pour pieux métalliques peut avoir des effets néfastes lorsque ces pieux sont utilisés dans des terrains salins ou au contact de l'eau de mer.

16.2. Bétons et mortiers

16.2. Bétons et mortiers

Sauf dispositions différentes du marché, les prescriptions de l'article 3.1. sont complétées comme suit :

- La résistance caractéristique du béton est adaptée aux sollicitations qu'il subit en phase de construction, manutention et fonçage, ainsi qu'en phase de service. En l'absence de prescriptions du marché, cette résistance est définie par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur dans les conditions prescrites par les règles B.A.E.L. ou B.P.E.L.
- La grosseur D des granulats est inférieure ou égale à 20 mm pour ces mêmes pieux.
- Le mortier utilisé pour les pieux métalliques enrobés satisfait aux caractéristiques suivantes :
 - . il comporte un sable tel que $d_{85} < 4 \text{ mm}$ et $d_{100} < 8 \text{ mm}$,
 - . le dosage en ciment est au moins de 500 kg/m^3 ,
 - . le rapport E/C est inférieur à 0,5,
 - . un retardateur de prise est utilisé.

Article 17 : Dispositions constructives.

Article 17 : Dispositions constructives.

17.1. Pieux en béton armé

17.1. Pieux en béton armé

17.1.1. Sabots d'extrémité, dispositifs de lancement et de manutention

17.1.1. Sabots d'extrémité, dispositifs de lancement et de manutention

Sauf dispositions différentes du marché, la partie inférieure de chaque pieu est munie d'un sabot centré sur l'axe du pieu et solidarisé au pieu par un dispositif agréé par le maître d'œuvre.

S'il n'est pas prévu par le marché, un dispositif de lancement peut, si nécessaire, être soumis par l'entrepreneur à l'agrément du maître d'œuvre.

L'incorporation au pieu d'un tel dispositif ne doit affaiblir ni la résistance ni la symétrie de toutes les sections transversales qu'il concerne. Le débouché du dispositif à la pointe ou à son voisinage doit être tel que la zone ameublie par l'injection d'eau ne soit pas dissymétrique.

17.1.2. Fabrication

17.1.2. Fabrication

Les pieux sont fabriqués par lots sur des aires appropriées, chaque pieu portant une marque indiquant le numéro du lot et la date de bétonnage ; tous les pieux d'un lot sont identiques. Le stockage des pieux est réalisé dans des conditions permettant d'éviter toute déformation permanente.

En l'absence de prescriptions spéciales du marché les délais minimaux de durcissement des pieux, avant leur mise en œuvre, sont fixés compte tenu d'essais d'information relatifs à la résistance du béton effectués dans les conditions définies par le fascicule 65-A du C.C.T.G. Ces délais font l'objet d'un mémoire technique justificatif proposé par l'entrepreneur au visa du maître d'œuvre.

17.1.3. Entures

17.1.3. Entures

Sauf prescriptions différentes du marché, le recours à l'enture est exceptionnel et soumis à l'autorisation du maître d'œuvre.

L'exécution des entures fait l'objet des précautions suivantes :

- dégarnissage de la tête sur une longueur égale au recouvrement minimal des armatures longitudinales ;
- surfaces de contact des bétons traitées comme une reprise de béton armé ;
- dans la zone d'enture, l'espacement des armatures transversales est le même que celui des extrémités du pieu ;
- les faces de la partie entée sont alignées avec celles du pieu initial.

17.2. Pieux tubulaires en béton précontraint

17.2. Pieux tubulaires en béton précontraint

17.2.1. Sabots d'extrémité

17.2.1. Sabots d'extrémité

Sauf dispositions différentes du marché, les pieux tubulaires foncés à base ouverte ne comportent pas de renforcement d'extrémité hormis les armatures de frettage.

17.2.2. Fabrication

17.2.2. Fabrication

Les pieux sont fabriqués par lots sur des aires appropriées, chaque pieu portant une marque indiquant le numéro du lot et la date de bétonnage ; tous les pieux d'un lot sont identiques. Le stockage des pieux est réalisé dans des conditions permettant d'éviter toute déformation permanente.

* L'attention est attirée sur l'importance de l'uniformité de la qualité du béton particulièrement au voisinage des faces d'extrémité.

** Les colles actuellement utilisées de façon courante sont des résines époxydiques.

17.2.3. Entures

17.3. Pieux métalliques

Lorsque le pieu est constitué de plusieurs éléments préfabriqués assemblés par précontrainte, les faces en contact des différents éléments successifs sont perpendiculaires aux génératrices (*).

Le procédé de fabrication des différents éléments assure une qualité de contact entre les éléments successifs de nature à éviter toute concentration de contrainte susceptible d'aboutir à des fissurations ou ruptures, même localisées, du béton. S'il n'est pas fixé par le marché, ce procédé est soumis par l'entrepreneur au visa du maître d'œuvre.

Sauf dispositions différentes du marché, les faces en contact de deux éléments successifs sont enduites de colle avant assemblage. Les caractéristiques de cette colle et notamment ses propriétés de résistance et d'étanchéité sont soumises par l'entrepreneur à l'agrément du maître d'œuvre (**).

Les armatures assurant une précontrainte du pieu par post-tension sont injectées par un coulis dans les conditions définies par le fascicule 65-A du C.C.T.G.

Sauf dispositions différentes du marché, les délais minimaux de durcissement du béton nécessaire à l'exécution des opérations suivantes :

- mise en précontrainte,
- manutention,
- fonçage,

sont fixés sur la base d'épreuves d'information relatives à la résistance du béton, effectuées dans les conditions définies par le fascicule 65-A du C.C.T.G.

17.2.3. Entures

Sauf dispositions différentes du marché, les entures sont interdites.

17.3. Pieux métalliques

Sauf dans le cas de pieux foncés par vérinage, un seul des éléments d'un même pieu peut être d'une longueur inférieure à 5m.

En vue d'obtenir un alignement correct de deux éléments consécutifs soudés en position, ces derniers sont maintenus pendant le soudage par un carcan ou gabarit dont les caractéristiques sont soumises au visa du maître d'œuvre.

Les éléments consécutifs soudés à plat sont posés sur des appuis dont la répartition et le nombre limitent suffisamment la déformation pour obtenir un alignement correct.

* L'attention est attirée sur l'importance que revêt la qualité des soudures des pieux métalliques pour la sécurité des ouvrages qu'ils supportent.

Sauf dispositions différentes du marché, la soudure est effectuée dans les conditions correspondant à la qualité 2 de la norme NF P 22-471 (*). Elle doit reconstituer au minimum la section du plus mince des éléments assemblés. Conformément au fascicule 66 du C.C.T.G., le mode opératoire de soudage est soumis au visa du maître d'œuvre.

** Cette prescription ne vise pas les renforts de métal dur débordant faiblement la section de pointe et destinés à permettre la pénétration du pieu dans des couches très résistantes.

Les pieux dont le fût est constitué par un profilé et dont la force portante résulte pour partie du frottement latéral ne comportent en pointe ni sabot ni plaque obturant partiellement ou totalement leur section droite (**).

Si la pointe du pieu est munie d'un sabot (ou d'une trousse) sa section ne doit pas être supérieure à 1,2 fois celle définie par le périmètre extérieur du profilé.

*** Le fascicule 62, titre V, du C.C.T.G. donne des indications sur les épaisseurs sacrifiées à la corrosion à considérer en fonction de l'agressivité des terrains.

La protection des pieux contre la corrosion est définie soit par le marché soit par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur lorsque l'agressivité du sol ou des eaux le justifie (***).

17.4. Pieux métalliques enrobés

17.4. Pieux métalliques enrobés

La pointe du pieu comporte un sabot débordant qui assure un enrobage minimum de 4 cm du métal du fût.

Le mortier d'enrobage est mis en œuvre au niveau du sabot au fur et à mesure du fonçage du pieu. Le mortier doit remplir complètement le vide annulaire créé par le débordement du sabot pendant tout le fonçage.

Sauf dispositions différentes du marché, le procédé de mise en œuvre du pieu et la composition et les caractéristiques des composants du mortier, sont soumis par l'entrepreneur au visa du maître d'œuvre.

Les dispositions de l'article 17.3. ci-dessus sont applicables à la partie métallique du fût.

Article 18 : Implantation.

18.1. Plan de pilotage

18.2. Tolérances

Les tolérances d'implantation dépendent des caractéristiques des pieux, de leurs conditions de mise en œuvre, de la nature des terrains traversés et des moyens d'absorber, s'il y a lieu, les sollicitations secondaires dues à l'excentricité des actions (longrines, chevêtres ou massifs de fondation).

Article 18 : Implantation.

18.1. Plan de pilotage

Sauf prescriptions différentes du marché, l'entrepreneur établit un plan de pilotage et le soumet au visa du maître d'œuvre.

Outre l'implantation de l'ensemble des pieux, au niveau de la plate-forme de travail, ce plan définit au minimum pour chaque pieu :

- le numéro d'identification du pieu,
- les dimensions transversales, la constitution et, s'il y a lieu, le numéro d'identification du type d'armature ou du fût proprement dit,
- l'inclinaison et l'orientation du pieu,
- la cote probable de la pointe,
- la cote de la plate-forme de travail,
- le niveau caractéristique de l'eau, s'il y a lieu,
- la cote de recépage,
- le numéro d'ordre de mise en œuvre.

18.2. Tolérances

Les tolérances d'implantation sont telles que les pieux ne puissent être soumis à des sollicitations plus défavorables que celles pour lesquelles ils ont été justifiés.

En outre, sauf dispositions différentes du marché, elles ne peuvent dépasser les valeurs suivantes en site terrestre :

- Planimétrie au niveau de la cote de recépage :
 - . $\max(h/8, 0,04 \text{ m})$ pour les profilés H battus (h étant la hauteur de la section droite du profilé),
 - . $\max(B/8, 0,04 \text{ m})$ pour les profilés métalliques fermés battus (B étant le diamètre du cercle inscrit dans le profilé),
 - . 0,15 m pour les autres types de pieux.
- Direction : 5%.

En site aquatique, si elles ne sont pas définies par le marché, ces tolérances sont fixées par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur.

Article 19 : Mise en œuvre.

19.1. Manutention

19.2. Exécution

* Dans le cas de sols thixotropiques (sols crayeux notamment), il est souvent nécessaire de procéder à un rebattage de certains pieux après un délai de repos suffisant, en vue de contrôler le refus de manière significative.

** Le refus est mesuré généralement en fin de battage sur trois volées de dix coups de mouton, en tenant compte du rendement du mouton et de la perte d'énergie due à l'emploi d'un casque ou, le cas échéant, d'un faux pieu.

Article 19 : Mise en œuvre.

19.1. Manutention

Les opérations de manutention des pieux sont justifiées vis-à-vis des règlements de calcul et de sécurité en vigueur.

Ces opérations font l'objet de plans, notices et notes de calculs soumis par l'entrepreneur au visa du maître d'œuvre.

19.2. Exécution

L'ordre de mise en œuvre des différents pieux est impérativement celui défini par le plan de pilotage visé à l'article 18.1.

Lorsque le contact direct de l'organe de mise en œuvre est susceptible de dégrader la tête du pieu, notamment en cas de battage, l'emploi d'un casque est obligatoire. Ses caractéristiques sont soumises au visa du maître d'œuvre.

Sauf dispositions différentes du marché, lorsqu'il est nécessaire de procéder au rebattage de certains pieux (*), l'entrepreneur soumet au visa du maître d'œuvre le délai minimal devant être respecté entre le battage et le rebattage.

Les pieux sont mis en œuvre jusqu'à ce que leur pointe atteigne la cote déterminée par l'étude géotechnique préalable en vérifiant que :

- le refus en cas de mise en œuvre par battage (**),
- la vitesse d'enfoncement dans le cas de mise en œuvre par vibro-fonçage,
- la pression de vérinage en cas de mise en œuvre au vérin,

correspondent aux prévisions.

L'entrepreneur informe le maître d'œuvre et propose à son visa les dispositions à prendre lorsque les conditions précédentes ne sont pas remplies ou lorsque la sévérité de la mise en œuvre risque d'altérer la résistance du pieu. En outre, tout pieu qui présente en cours de mise en œuvre une amorce de rupture est remplacé après avoir été soit arraché, soit abandonné, selon la décision prise par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur.

Dans le cas où le pieu est lancé sur une certaine longueur, la cote d'arrêt du lançage est fixée soit par le marché, soit par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur. En outre, la suite de la mise en œuvre comporte le contrôle du critère d'arrêt suivant les modalités précédentes.

19.3. Arasement et recépage des têtes de pieux

19.3. Arasement et recépage des têtes de pieux

Chaque pieu est recépi au niveau défini par le plan de pilotage, c'est-à-dire que sa tête est dégarnie ou préparée en vue de l'exécution de la suite des ouvrages. Ce recépage doit éliminer la partie du pieu altérée par l'opération de mise en œuvre.

Dans le cas de pieux en béton armé, la hauteur minimale de béton éliminée est au moins égale à 2,5 fois la largeur du pieu. Sauf dispositions différentes du marché, la longueur d'armatures dégarnie est au moins égale à la longueur de scellement droit telle qu'elle est définie par les règles B.A.E.L.

Si l'exécution de ces opérations ne permet pas de respecter le niveau défini au plan de pilotage, les mesures à prendre sont fixées par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur.

Dans le cas des pieux tubulaires battus à pointe ouverte, (en acier ou béton précontraint), il est nécessaire :

- d'enlever les terrains de mauvaises caractéristiques sans décompresser le sol en-dessous,
- de remplir le tube de gravier sur toute sa hauteur après avoir éliminé les terrains de caractéristiques médiocres à l'intérieur du tube, sans détériorer le bouchon de base.

Article 20 : Essais et contrôles.

Article 20 : Essais et contrôles.

20.1. Constats relatifs à l'exécution

20.1. Constats relatifs à l'exécution

Sauf dispositions différentes du marché, l'entrepreneur soumet au visa du maître d'œuvre au fur et à mesure du déroulement de l'exécution des constats en deux exemplaires indiquant notamment pour chaque pieu :

- le numéro d'identification du pieu relevé sur le plan de pilotage, ses dimensions et son inclinaison,
- la date et l'heure de début et de fin d'exécution,
- le numéro d'identification de l'atelier d'exécution et les caractéristiques du matériel de mise en œuvre (énergie, type de marteau, ...),
- la longueur de pénétration dans le sol de la pointe du pieu, arrondie au décimètre le plus proche,
- le niveau de l'arase à partir de la plate-forme de travail,
- les critères d'arrêt définis par l'article 19.2. ci-dessus,

- les incidents éventuels,
- la hauteur du terrain à l'intérieur du pieu dans le cas de pieux tubulaires à pointe ouverte.

En outre, un exemplaire du plan de pilotage est tenu à jour sur le chantier par l'entrepreneur par report des indications suivantes :

- dates de mise en œuvre des pieux,
- écarts d'implantation, d'orientation et d'inclinaison éventuellement supérieurs aux tolérances définies à l'article 18.2. ci-dessus.

20.2. Vérification de l'implantation des pieux

20.3. Essais d'information

* Le présent article ne concerne pas les éventuels essais de chargement statique effectués préalablement aux travaux en vue de déterminer la portance des pieux envisagés. Il ne concerne pas non plus les essais du même type éventuellement décidés en cours d'exécution.

Il est à noter par ailleurs, qu'il y est souhaitable d'effectuer les essais de chargement statique sur des pieux non utilisés dans la structure en raison des phénomènes d'écrouissage du sol que l'intensité des chargements pratiqués implique.

** L'exploitation rationnelle des résultats de cet essai suppose une connaissance aussi précise que possible du rendement du mouton. Le contrôle de ce rendement peut être effectué par prise de vue cinématographique.

*** Cette formule, homogène, est valable dans tout système cohérent d'unités.

Pour certains matériels (mouton automatique par exemple), le terme M.g.h est à remplacer par l'énergie de battage caractéristique du mouton.

20.2. Vérification de l'implantation des pieux

Tous les pieux et puits donnent lieu avant la mise en œuvre de la structure dont ils constituent la fondation à une vérification contradictoire de l'implantation, effectuée à la cote théorique de recépage par le maître d'œuvre en présence de l'entrepreneur.

20.3. Essais d'information (*)

Sauf dispositions différentes du marché, les constats d'exécution définis ci-dessus sont complétés par les essais ci-après. Ces essais sont effectués par l'entrepreneur au minimum à raison de un par 20 pieux ou fraction de 20 pieux par ouvrage, avec, dans le cas des ponts, au moins un par appui.

Les résultats correspondants font l'objet de rapports soumis au visa du maître d'œuvre au fur et à mesure du déroulement des travaux. Le choix des pieux d'essai est fixé par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur.

Les essais d'information comprennent pour chaque pieu concerné :

- **Lorsqu'il y a mise en œuvre par battage (**),** une courbe de battage complète établie en portant en ordonnées les profondeurs et en abscisses la résistance dynamique q_d calculée par la formule des Hollandais sans coefficient de réduction :

$$q_d = \frac{M}{M + P} \frac{M.g.h}{e} (***)$$

Dans laquelle :

q_d : résistance dynamique

M : masse du mouton

g : accélération de la pesanteur

h : hauteur de chute du mouton

P : masse des pièces mobiles intéressées au battage

e : enfoncement moyen par coup de mouton déduit de l'enfoncement total obtenu par volée de dix coups.

Sur les 3 derniers mètres, on relève tous les mètres le refus élastique e_1 et on porte sur le graphique de battage les 4 points représentatifs obtenus par la formule de Crandall sans coefficient de réduction :

$$q_d = \frac{M}{M + P} \frac{M \cdot g \cdot h}{e + e_1/2} (***)$$

- **Lorsqu'il y a mise en œuvre par vibrofonçage**, une courbe de fonçage complète établie en portant en ordonnées les profondeurs et en abscisses les temps par unité de longueur foncée.
- **Lorsqu'il y a mise en œuvre au vérin**, une courbe de vérinage complète établie en portant en ordonnée les profondeurs et en abscisse la force totale de vérinage.

20.4. Essais de contrôle

20.4. Essais de contrôle

S'ils ne sont pas fixés par le marché, le nombre, la nature et les modalités d'exécution des essais de contrôle éventuels sont fixés par le maître d'œuvre en cours d'exécution ou après celle-ci.

Article 21 : Plan d'assurance de la qualité.

Article 21 : Plan d'assurance de la qualité.

* La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces est donnée ci-dessous à titre indicatif; elle doit être adaptée et éventuellement complétée, en fonction des conditions particulières à chaque chantier.

La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces (*) est définie par le marché ou, à défaut, soumise par l'entrepreneur au maître d'œuvre.

Points d'arrêt

- essais de contrôle éventuels.

Points critiques

- implantation des emplacements de pieux,
- opération de rebattage,
- battage du premier pieu de chaque zone de réalisation.

Interfaces

- points de référence nécessaires aux implantations,
- liaison avec les semelles, longrines et structures portées,
- coordination avec les terrassements généraux.

CHAPITRE IV FONDATIONS PAR PIEUX EXÉCUTÉS EN PLACE ET PUIITS

Article 22 : Domaine d'application.

22.1. Pieux battus pilonnés

22.2. Pieux battus moulés

Ce procédé ne peut être utilisé que dans les sols suffisamment cohérents et situés au-dessus des nappes phréatiques.

22.3. Pieux forés simples

22.4. Pieux forés tubés

22.5. Pieux forés à la tarière creuse

Ce type de pieu ne peut convenir que dans des terrains ne contenant pas d'obstacles susceptibles d'empêcher la pénétration de la tarière. La nature et l'importance des obstacles franchissables dépend de la puissance de la machine.

CHAPITRE IV FONDATIONS PAR PIEUX EXÉCUTÉS EN PLACE ET PUIITS

Article 22 : Domaine d'application.

Le présent chapitre s'applique aux fondations profondes exécutées en place définies ci-après :

22.1. Pieux battus pilonnés

Pieux réalisés au moyen d'un tube muni à sa base d'un bouchon de béton enfoncé par battage sur ce bouchon. Le béton est ensuite introduit dans le tube par petites quantités successivement pilonnées à l'aide d'un mouton de battage au fur et à mesure de l'extraction du tube.

22.2. Pieux battus moulés

Pieux réalisés au moyen d'un tube, fermé à sa base par un dispositif provisoire, et enfoncé par battage sur le tube ou sur le dispositif d'obturation. Ce tube est ensuite rempli totalement de béton avant son extraction.

22.3. Pieux forés simples

Pieux réalisés par mise en œuvre du béton à l'aide d'une colonne de bétonnage dans un forage exécuté sans soutènement des parois.

22.4. Pieux forés tubés

Pieux réalisés par mise en œuvre du béton à l'aide d'une colonne de bétonnage dans un forage dont le maintien des parois est assuré par un tubage provisoire foncé par vibration, battage ou vérinage, éventuellement avec louvoisement.

22.5. Pieux forés à la tarière creuse

Pieux réalisés toujours verticalement au moyen d'une tarière à axe creux vissée dans le sol sans extraction notable du terrain ; la tarière est ensuite extraite du sol sans dévisser pendant que, simultanément, du béton est injecté par l'axe creux de la tarière, prenant la place du sol extrait.

Par ailleurs, ce type de pieu ne permet que très difficilement de contrôler la nature des terrains traversés, surtout lorsqu'il n'y pas d'enregistrement des paramètres de forage (Cf article 27.3.). De ce fait, la reconnaissance géotechnique doit être suffisamment dense, en fonction de l'hétérogénéité du site, afin d'assurer une conformité satisfaisante entre la portance réelle du pieu et la portance calculée.

Dans certains cas, la base de la tarière est prolongée en partie inférieure par un élément de tarière dont le diamètre est inférieur à celui de la tarière (sols cohérents notamment).

22.6. Pieux forés boue

22.7. Puits

Les puits ont des dimensions transversales conformes à la législation du travail. À titre indicatif, à l'heure actuelle, les puits de section circulaire ont un diamètre supérieur ou égal à 1,20 m, les puits de section quelconque ont une largeur minimale de 0,80 m et une section minimale de 1,1 m².

22.8. Fondations profondes composites

A titre d'exemple, on peut citer :

- pieux dont la réalisation est commencée à l'aide de la technique puits ou pieux forés tubés et poursuivie à l'aide des techniques pieux forés simples ou forés boue,
- poteaux préfondés constitués par un fût métallique ou de béton armé scellé à sa partie inférieure dans un pieu exécuté en place.

Article 23 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

23.1. Aciers

Cette prescription n'a pas pour but de recommander la soudure bout à bout des barres.

Le diamètre nominal des pieux est celui des pales de la tarière à proximité de la pointe.

22.6. Pieux forés boue

Pieux réalisés par mise en œuvre du béton à l'aide d'une colonne de bétonnage dans un forage dont le maintien des parois est assuré par une boue de forage.

22.7. Puits

Fondations dont l'exécution exige la présence d'hommes au fond du forage. Les parois du forage sont soutenues par un blindage. Le forage est bétonné à sec et le blindage éventuellement récupéré.

22.8. Fondations profondes composites

Lorsqu'une fondation profonde est réalisée à l'aide d'un des procédés d'exécution du présent article associé à d'autres procédés relevant, soit du présent article, soit du chapitre III « Pieux préfabriqués », les prescriptions du C.C.T.G. correspondant à ces procédés ne s'appliquent que pour autant qu'elles soient cohérentes ou rendues telles, soit par le marché, soit par des dispositions arrêtées par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur.

Article 23: Nature, provenance et qualités des matériaux.

23.1. Aciers

Sauf dispositions contraires du marché les aciers utilisés dans la confection des cages d'armatures des pieux sont garantis soudables par leur fiche d'identification.

La soudure par points permet l'assemblage des armatures longitudinales et transversales, favorise la rigidité des cages et facilite aussi le maintien de cages constituées de plusieurs éléments assemblés par recouvrement.

23.2. Béton

* Il s'agit là d'un dosage minimal ; pour les ouvrages d'art, le dosage est en général voisin de 400 kg/m³.

** Pour des bétons de forte ouvrabilité, la mesure de la maniabilité du béton au cône d'Abrams peut être insuffisamment précise. Dans ce cas, l'emploi d'appareils plus adaptés, tels que le maniabilimètre, peut être envisagé.

*** Il est rappelé que le fonctionnement correct de la colonne de bétonnage nécessite un béton dont l'affaissement soit voisin de 18 cm.

23.3. Boue de forage

* La boue de forage se compose d'eau, de bentonite, et éventuellement d'une autre argile, de ciment et d'additifs. Dans les cas spéciaux, la bentonite peut être remplacée par des biopolymères.

23.2. Béton

Sauf dispositions différentes du marché, les prescriptions de l'article 3.1 sont complétées comme suit :

- Le dosage minimal en ciment du béton est de :
 - . 250 kg/m³ pour les puits non armés,
 - . 300 kg/m³ pour les puits armés,
 - . 350 kg/m³ pour les pieux (*).
- Le rapport E/C est inférieur ou égal à 0,6.
- La grosseur D des granulats est inférieure ou égale à :
 - . 1/4 de la plus petite dimension de la maille de la cage d'armatures,
 - . 1/2 de l'enrobage des armatures,
 - . 25 millimètres,
 - . 1/6 du diamètre de l'axe creux pour les pieux forés à la tarière creuse.
- Le béton possède une ouvrabilité adaptée à la géométrie des pieux et aux conditions de mise en œuvre. Cette ouvrabilité est contrôlée à l'aide d'un appareil agréé par le maître d'œuvre. Lorsque l'appareil utilisé est le cône d'Abrams (**), les affaissements mesurés sont :
 - . inférieurs à 5 cm pour les pieux battus pilonnés,
 - . compris entre 10 et 16 cm pour les pieux battus moulés et forés simples,
 - . supérieurs à 16 cm pour les pieux forés tubés et forés sous boue (***),
 - . compris entre 15 et 22 cm pour les pieux forés à la tarière creuse.
- Le bétonnage de la totalité de chaque pieu doit être possible avant tout début de prise du béton déjà mis en œuvre. Si la longueur des pieux est trop importante pour que cette exigence puisse être satisfaite, l'entrepreneur justifie auprès du maître d'œuvre les modalités adoptées pour le bétonnage.

23.3. Boue de forage (*)

La boue doit être adaptée aux caractéristiques des sols et des eaux rencontrés en cours d'exécution, de façon à assurer la stabilité des parois du forage pendant son exécution et permettre un bétonnage correct.

L'entrepreneur doit disposer sur le chantier d'un laboratoire où les paramètres de la boue peuvent être mesurés à tout instant, ainsi que d'un matériel de prélèvement de la boue dans l'excavation.

Sauf stipulations différentes du marché, les paramètres à mesurer sont au minimum les suivants :

- la densité,
- la viscosité mesurée au cône de Marsh (base 1 litre),
- la teneur en sable,
- le filtrat,
- l'épaisseur du cake.

Sauf stipulations différentes du marché :

- Une boue neuve, avant toute utilisation, doit avoir les caractéristiques suivantes :
 - . densité comprise entre 1,01 et 1,05 ;
 - . viscosité Marsh supérieure à 35 secondes ;
 - . teneur en sable nulle ;
 - . filtrat inférieur à 30 cm³ ;
 - . cake inférieur à 3 mm.
- La boue récupérée en cours d'excavation et de bétonnage peut être réutilisée, à l'exception de la boue altérée par le ciment (**), si elle présente après traitements appropriés les caractéristiques suivantes :
 - . densité inférieure à 1,20 ;
 - . viscosité Marsh comprise entre 35 et 90 secondes ;
 - . teneur en sable inférieures à 5%, des valeurs supérieures pouvant être acceptées sur justification vis-à-vis de la décantation ;
 - . filtrat inférieur à 40 cm³ ;
 - . cake inférieur à 5 mm.

** L'altération de la boue par le ciment résultant du bétonnage impose d'éliminer généralement les deux à trois derniers mètres surmontant le béton.

Article 24 : Dispositions constructives.

24.1. Généralités

24.2. Armatures et gaines

Article 24 : Dispositions constructives.

24.1. Généralités

Les dispositions constructives générales sont régies par le fascicule 62, titre V, du C.C.T.G. (Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil) (*). avec les compléments ci-après.

24.2. Armatures et gaines

Les cages d'armatures sont munies de dispositifs de levage qui permettent leur manutention sans nuire à leur intégrité.

* Conformément au fascicule 65-A du C.C.T.G., la continuité mécanique des armatures est réalisée par recouvrement, par soudure ou par manchonnage.

Lorsque la cage d'armatures est constituée de plusieurs tronçons, leur assemblage est effectué avant ou pendant sa descente dans le forage, en tenant compte des sollicitations auxquelles la cage est soumise au cours de sa mise en œuvre et du bétonnage (*).

Lorsque la partie inférieure de la cage d'armatures est façonnée en panier, le passage à travers ce panier de la ou des colonnes de bétonnage jusqu'au fond de l'excavation doit être possible.

En cas d'utilisation de gaines perdues et en l'absence de prescriptions du marché, la nature, les dimensions, le mode d'assemblage de ces gaines et le mode de remplissage éventuel de l'espace annulaire situé entre la gaine et les parois du forage sont fixés par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur.

Article 25 : Implantation.

25.1. Plan de pilotage

25.2. Distances entre les axes des pieux

Cette prescription a pour objectif d'éviter les désordres que la mise en œuvre (par battage notamment) d'un pieu peut causer aux pieux voisins surtout dans le cas très fréquent où leur béton constitutif est très jeune, voire en deçà du phénomène de prise.

Article 25 : Implantation.

25.1. Plan de pilotage

Sauf prescriptions différentes du marché, il incombe à l'entrepreneur d'établir un plan de pilotage et de le soumettre au visa du maître d'œuvre.

Outre l'implantation de l'ensemble des pieux ou puits, au niveau de la plateforme de travail, ce plan définit au minimum pour chaque pieu ou puits :

- le numéro d'identification,
- les dimensions transversales, la constitution et, s'il y a lieu, le numéro d'identification du type d'armature ou du fût proprement dit,
- l'inclinaison et l'orientation,
- la cote probable de la pointe,
- la cote de la plate-forme de travail,
- la cote théorique de recépage et la cote théorique d'arase,
- le numéro d'ordre de mise en œuvre.

25.2. Distances entre les axes des pieux

Sauf dispositions différentes du marché, la distance entre axes de deux pieux voisins du type battu, pilonné ou battu-pilonné est au moins égale à 1,5 fois la somme des diamètres des deux pieux. Pour les pieux battus ou pilonnés présentant une base élargie, les diamètres à prendre en compte pour le respect de cette condition sont au plus égaux à 1,6 fois le diamètre nominal du pieu.

25.3. Tolérances

* Les tolérances d'implantation dépendent des caractéristiques des pieux et puits, de leurs conditions de mise en œuvre, de la nature des terrains traversés et des moyens d'absorber s'il y a lieu les sollicitations secondaires dues à l'excentricité des actions (longrines, chevêtres ou massifs de fondation).

** Il est rappelé qu'en vertu du fascicule 62, titre V, du C.C.T.G., ces pieux sont verticaux et ne subissent que des sollicitations engendrant des contraintes de compression.

Article 26 : Mise en œuvre.

26.1. Manutention, stockage et mise en place des cages d'armatures

25.3. Tolérances (*)

Sauf dispositions différentes du marché (dans le cas d'arase correspondant au niveau du plan de travail), les tolérances d'implantation ne peuvent dépasser les valeurs suivantes en site terrestre :

- Planimétrie au niveau de la cote théorique de recépage : 0,15 m.
- Direction : 5%.

Dans le cas particulier de pieux de section circulaire en béton non armé (**), exécutés en site terrestre, et sauf dispositions plus contraignantes du marché, les tolérances sont fixées comme suit au niveau de la cote de recépage :

- Planimétrie : le huitième du diamètre du pieu ou puits, ou 0,15 m si cette dernière valeur est plus restrictive.
- Direction : 3% dans le cas général, ou 2% si plus de 3 pieux d'un même appui présentent une inclinaison parasite dans la même direction.

En site aquatique, en cas d'arase basse, si elles ne sont pas définies par le marché, ces tolérances sont fixées par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur.

Article 26 : Mise en œuvre.

26.1. Manutention, stockage et mise en place des cages d'armatures

Les tronçons de cages d'armatures sont manutentionnés et stockés sur une aire appropriée, avec soin et à l'aide d'un matériel adéquat, de telle sorte qu'ils ne subissent aucune salissure, dégradation ou déformation préjudiciable à leurs qualités.

Sauf dispositions différentes du marché, les cages d'armatures ne reposent pas sur le fond du forage mais sont suspendues par leurs dispositifs de levage. D'autres dispositions peuvent être tolérées sous réserve de justifications soumises à l'approbation du maître d'œuvre. Ces justifications doivent garantir l'absence de flambement des armatures et, plus généralement, toute déformation préjudiciable de celles-ci, notamment dans le cas des pieux battus pilonnés et des pieux forés à la tarière creuse.

26.2. Dispositions communes au bétonnage des pieux ou puits

26.2.1. Généralités

* Le curage est l'opération qui consiste à nettoyer le fond de l'excavation par suppression de l'épaisseur de sol remanié et enlèvement des particules de sol qui se déposent en cours de forage, et à renouveler, s'il y a lieu, la boue contenue dans l'excavation. Les opérations de nettoyage du fond de l'excavation et de renouvellement de la boue peuvent dans certains cas s'effectuer simultanément.

Ces opérations ont pour but :

- d'assurer un bon contact « sol en place - béton en pointe »,
- d'assurer la stabilité des parois de l'excavation entre la fin du forage et la fin du bétonnage,
- d'assurer au béton les qualités requises.

26.2.2. Modes de bétonnage

* L'alimentation de la colonne de bétonnage peut être dépendante ou non d'une pompe à béton.

26.2. Dispositions communes au bétonnage des pieux ou puits

26.2.1. Généralités

Un pieu ou un puits ne peut être bétonné si sa géométrie (dimensions, implantation, inclinaison, direction) ne respecte pas les tolérances imposées. Dans ce cas, l'entrepreneur soumet sans délai à l'agrément du maître d'œuvre les dispositions qu'il compte prendre pour remédier aux conséquences de cet état de fait, avant de procéder au bétonnage éventuel.

À l'exception des pieux exécutés à la tarière creuse, aucune fondation profonde dont l'exécution relève de la technique des pieux forés ou des puits ne peut être bétonnée avant curage du fond du forage ou du fond du puits par une méthode conforme aux dispositions du présent fascicule ou ayant reçu l'agrément du maître d'œuvre (*).

26.2.2. Modes de bétonnage

L'entrepreneur soumet au maître d'œuvre les modalités de la mise en œuvre du béton à sec, sous l'eau ou sous boue en fonction du terrain et des conditions hydrologiques de celui-ci ainsi que des venues d'eau par le fond ou par les joints entre éléments.

Lorsque le bétonnage est réalisé à sec, la mise en place du béton est effectuée avec une benne à fond ouvrant ou une colonne de bétonnage si la profondeur est supérieure à 3 m.

Lorsque la mise en œuvre est réalisée au moyen d'une benne à fond ouvrant, le mécanisme ne doit permettre son ouverture qu'au contact du béton précédemment coulé.

Lorsque la mise en œuvre est réalisée sous l'eau ou sous boue, le bétonnage est effectué avec une colonne de bétonnage (*). Toutes précautions sont prises pour éviter le délavage ou la contamination du béton d'amorçage par le liquide de forage. Le bétonnage est ensuite conduit de sorte que l'extrémité de la colonne se trouve toujours plongée d'au moins 2 mètres dans le béton frais.

Le diamètre intérieur d'une colonne de bétonnage est au minimum de 15 cm. Son diamètre extérieur est inférieur à la moitié du diamètre (ou de la largeur) du forage.

26.3. Mise en œuvre des pieux battus pilonnés

26.3.1. Caractéristiques du tube

26.3.2. Dispositif de fonçage

26.3.3. Conduite du fonçage

26.3.4. Conduite du bétonnage

26.3.5. Courbe de bétonnage

26.3. Mise en œuvre des pieux battus pilonnés

26.3.1. Caractéristiques du tube

Le tube primaire est d'une seule pièce par construction. Deux rallonges au plus sont utilisées. L'épaisseur du tube primaire doit être suffisante pour éviter toute déformation sensible au cours du fonçage.

Le tube et ses rallonges éventuelles, d'une part, le bouchon ou l'obturateur, d'autre part, constituent un ensemble étanche.

26.3.2. Dispositif de fonçage

L'énergie du dispositif de fonçage doit être suffisante pour que, compte tenu des données géotechniques de base, la pointe des pieux atteigne la profondeur définie au projet.

26.3.3. Conduite du fonçage

Pendant le fonçage, l'étanchéité de l'ensemble tube rallonge-bouchon ou obturateur doit être vérifiée. Si une présence d'eau ou de terre est constatée en fond de tube, le pieu est re-exécuté et le maître d'œuvre informé sans délai.

26.3.4. Conduite du bétonnage

Le bétonnage est réalisé à sec, par déversements successifs, avec pilonnage. La garde minimale du béton doit être maintenue à l'intérieur du tube à une hauteur telle qu'elle interdise toute introduction à la base de celui-ci d'eau ou de terre. Cette garde est en outre supérieure à la moitié du diamètre du tube. Une marque peinte sur le câble du pilon permet de vérifier cette condition.

Une base élargie peut être réalisée dans certains terrains en créant artificiellement, par pilonnage, un hors profil important à la base du pieu. La section de la base élargie est estimée à partir du volume de béton mis en place.

26.3.5. Courbe de bétonnage

Sauf dispositions différentes du marché, l'entrepreneur établit une courbe de bétonnage pour :

- un pieu sur 10 dans le cas de chantiers de bâtiment,
- chaque pieu dans le cas de chantiers d'ouvrages d'art.

26.3.6. Dommages aux pieux voisins en cours de battage et de bétonnage

Indépendamment des distances minimales entre axes de pieux voisins prévues à l'article 25.3. l'ordre d'exécution des divers pieux d'une même fondation est essentiel. En particulier, dans un groupe de pieux, il est recommandé de terminer par les pieux extérieurs.

26.4. Mise en œuvre des pieux battus moulés

26.4.1. Conduite du bétonnage

26.4.2. Courbe de bétonnage

S'il n'est pas fixé par le marché, le nombre minimum de points de cette courbe est fixé par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur.

26.3.6. Dommages aux pieux voisins en cours de battage et de bétonnage

Le fonçage du tube et le bétonnage de chaque pieu sont conduits en vue d'éviter tous dommages aux pieux voisins et notamment des remontées du béton frais, une descente anormale de la cage d'armatures ou des poussées sensibles sur le béton en phase de prise ou de début de durcissement.

Si des remontées de béton sont constatées, l'entrepreneur avertit sans délai le maître d'œuvre et propose à son agrément les dispositions qu'il envisage de prendre pour remédier à ces désordres.

En outre, les pieux faisant l'objet de ces désordres doivent subir des contrôles fixés par le maître d'œuvre en vue de déterminer s'ils peuvent être conservés tels quels, renforcés ou re-exécutés.

26.4. Mise en œuvre des pieux battus moulés

Les dispositions de l'article 26.3. ci-dessus sont applicables, à l'exception de l'article 26.3.4., qui est remplacé par le suivant :

26.4.1. Conduite du bétonnage

Le bétonnage est réalisé à sec sur toute la hauteur. La mise en place du béton est faite à la benne si la profondeur est supérieure à 3 mètres ou au tube plongeur.

Le béton d'ouvrabilité moyenne est placé dans le tube de façon qu'à l'extraction de celui-ci, il remplisse le pieu jusqu'à la cote d'arase. Si le tube n'est pas assez long pour contenir un volume de béton correspondant aux hors profils, le supplément de béton est ajouté après un relevage du tube de la hauteur suffisante. Le bas du tube est maintenu à 1 m au moins sous le niveau du béton, sauf au niveau de la cote de recépage.

26.4.2. Courbe de bétonnage

Les dispositions de l'article 26.3.5. ci-dessus sont applicables.

26.5. Mise en œuvre des pieux forés simples

26.5.1. Essai de tenue de parois

* Conformément au C.C.A.G., les essais supplémentaires sont à la charge de l'entrepreneur lorsqu'ils sont prévus par le marché.

26.5.2. Conduite du forage

26.5.3. Conduite du bétonnage

* Le temps $T/2$ restant constitue une sécurité vis-à-vis des aléas de bétonnage.

26.5. Mise en œuvre des pieux forés simples

26.5.1. Essai de tenue de parois

Sauf dispositions différentes du marché, un essai de tenue de parois de forage est exécuté selon les modalités ci-après. Avant le début du chantier, 3 forages de même diamètre et longueur que les pieux les plus importants prévus au projet sont exécutés puis placés sous surveillance en vue de s'assurer qu'il ne se produit pas d'éboulement pendant un temps T égal à deux fois la durée prévue pour le bétonnage, sans être inférieur à 4 heures. Ces forages sont implantés en dehors des emplacements prévus pour les pieux définitifs. Ils sont remblayés après les essais, de façon à ne pas nuire aux fondations proches ou aux ouvrages existants ou prévus.

Au cours du chantier, le maître d'œuvre peut exiger que ces essais soient répétés en cas de variations importantes de la nature du terrain (*).

26.5.2. Conduite du forage

Le forage d'un pieu ne peut être exécuté qu'après la prise du béton du pieu voisin lorsque leur distance entre nus des pieux les plus proches est inférieure à la somme de leurs diamètres. L'utilisation d'une virole en tête est obligatoire pour éviter l'éboulement du forage en partie supérieure. L'extraction de la virole après bétonnage doit pouvoir se faire sans variation brusque du niveau de béton.

26.5.3. Conduite du bétonnage

La mise en œuvre du béton est effectuée au moyen d'un tube plongeur. Les moyens mis en œuvre doivent permettre de terminer le bétonnage en un temps inférieur à $T/2$ à compter de la fin du forage (*).

Sauf dispositions différentes du marché, l'entrepreneur établit une courbe de bétonnage pour chaque pieu. S'il n'est pas fixé par le marché, le nombre minimum de points de cette courbe est fixé par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur.

26.6. Mise en œuvre des pieux forés tubés

26.6.1. Conduite du forage

* Ces forages ont également pour but d'éviter la mise en pression éventuelle d'eau dans les poches en question.

26.6.2. Conduite du bétonnage

26.6. Mise en œuvre des pieux forés tubés

26.6.1. Conduite du forage

Pendant le forage la base du tube est toujours située au-dessous du fond du forage. Toutefois, lors de la pénétration ou la traversée de bancs durs, il est admis, notamment lors de l'emploi d'un trépan, que la base du tube soit légèrement plus haute que le fond du forage à condition que cette situation ne risque pas d'entraîner de désordres, notamment en présence de couches pulvérulentes. Si de tels risques existent, l'entrepreneur soumet à l'agrément du maître d'œuvre les mesures envisagées pour les éviter.

Pendant le forage, compte tenu de l'aspiration de l'outil, la garde de sol et d'eau à l'intérieur du tubage doit permettre d'obtenir une surpression à la base du tube.

Le forage d'un pieu ne peut commencer qu'après la prise du béton du pieu voisin lorsque la distance entre nus des génératrices les plus proches est inférieure à la somme des diamètres des deux pieux considérés.

De même, des opérations de fonçage par battage ou vibration ou de trépannage ne peuvent être commencées que lorsque le béton des pieux satisfaisant cette même condition a subi un durcissement jugé suffisant par le maître d'œuvre.

Lorsque le forage traverse une couche pulvérulente immergée située sous une couche de terrain cohérent, l'entrepreneur vérifie qu'il n'y a pas de création de poches autour du tubage. Sauf dispositions différentes du marché, il effectue à cette fin contre les tubages des 3 premiers pieux du chantier un forage sensitif de petit diamètre débouchant dans la couche pulvérulente (*).

En outre, lorsque la courbe de bétonnage fait apparaître la formation de telles poches, l'entrepreneur soumet sans retard au maître d'œuvre les dispositions qu'il entend prendre pour éviter le renouvellement de ces anomalies.

26.6.2. Conduite du bétonnage

Sauf précautions spéciales contre la décantation, le forage est curé moins de 2 heures avant le début du bétonnage.

S'il y a présence d'eau dans le forage, on utilise un tube plongeur. Dans ce cas, le niveau de l'eau dans le forage doit être supérieur au niveau statique le plus élevé des nappes traversées pendant tout le bétonnage.

Sauf dispositions différentes du marché, l'entrepreneur établit une courbe de bétonnage pour chaque pieu. S'il n'est pas fixé par le marché, le nombre minimum de points de cette courbe, est fixé par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur.

26.7. Mise en œuvre des pieux forés à la tarière creuse

26.7.1. Matériels

* Il est rappelé qu'en vertu des dispositions du fascicule 62, titre V du C.C.T.G., les pieux doivent être ferrillés sur toute leur longueur dans ce cas.

26.7. Mise en œuvre des pieux forés à la tarière creuse

26.7.1. Matériels

On distingue deux catégories de matériel :

- la tarière creuse continue sans enregistrement spécifique des paramètres de forage et de bétonnage, mais avec visualisation de la pression du béton mesurée au droit du col de cygne.
- la tarière creuse continue avec enregistrement spécifique des paramètres de forage et de bétonnage (profondeur, vitesse d'avancement, couple, pression du béton, quantité de béton), équipée ou non d'un dispositif de bétonnage rétractable.

Dans le cas des ouvrages d'art, seul l'emploi d'une tarière avec enregistrement des paramètres et munie d'un dispositif de bétonnage rétractable est autorisé (*).

La tarière est normalement d'une seule pièce. Pour les grandes profondeurs, deux rallonges au plus sont utilisées. Une rallonge sans pales d'une longueur maximale de 3 m est également autorisée en tête.

La partie basse de la tarière est munie d'un système d'obturation pour éviter l'entrée de sol pendant le vissage. Ce système peut être constitué par un verrouillage mécanique ou par un bouchon expulsé par la pression lors du bétonnage.

26.7.2. Conduite du bétonnage

* De légères rotations dans le sens du vissage peuvent être admises en cas de difficulté de remontée de l'outil.

26.7.2. Conduite du bétonnage

Dans le cas où la tarière est munie d'un bouchon, il est interdit de la remonter de plus de 10 cm avant le début de bétonnage. Si le bouchon ne peut être expulsé, le pieu doit être refait.

Après l'expulsion du bouchon ou le déverrouillage des lumières de bétonnage, l'alimentation en béton ne peut être interrompue pendant l'extraction de la tarière, qui est effectuée normalement sans rotation (*).

** Dans certains terrains inconsistants, il peut être impossible de conserver la pression de 20 kPa. Dans ce cas, des dispositions particulières doivent être prises.

26.7.3. Dommages aux pieux voisins

* Indépendamment des distances minimales entre axes de pieux voisins prévues à l'article 25.2. l'ordre d'exécution des divers pieux d'une même fondation est essentiel. En particulier, dans un groupe de pieux, il est recommandé de terminer par les pieux extérieurs. Les risques de désordres dans les pieux voisins sont particulièrement à craindre lorsque les pieux traversent des couches de terrain mou ou peu consistant.

** Parmi les dispositions qu'il est possible d'adopter, on peut signaler la modification de l'ordre d'exécution des pieux et la diminution de la pression du béton.

26.8. Mise en œuvre des pieux forés à la boue

26.8.1. Contraintes liées aux pieux voisins

26.8.2. Viroles et murettes-guides

L'extraction est immédiatement arrêtée si l'alimentation en béton est interrompue ou si la pression du béton mesurée en partie haute de la tarière descend au-dessous de 20 kPa (**).

La pression dans le béton doit être maintenue tant que la base de la tarière n'atteint pas le niveau théorique de recépage.

Sauf dispositions particulières du marché, le bétonnage des pieux est exécuté jusqu'au niveau de la plate-forme de travail.

26.7.3. Dommages aux pieux voisins

L'ordre d'exécution des pieux est défini en fonction des risques de désordres dans les pieux voisins, dont le béton n'aurait pas encore suffisamment durci (*). Si des variations du niveau du béton dans les pieux voisins sont constatées, l'entrepreneur avertit sans délai le maître d'œuvre et propose à son agrément les dispositions qu'il envisage de prendre pour remédier à ces désordres (**).

En outre, les pieux faisant l'objet de ces désordres doivent subir des contrôles fixés par le maître d'œuvre en vue de déterminer s'ils peuvent être conservés tels quels, renforcés ou re-exécutés.

26.8. Mise en œuvre des pieux forés à la boue

26.8.1. Contraintes liées aux pieux voisins

Le forage d'un pieu ne peut être exécuté qu'après la prise du béton du pieu voisin lorsque leur distance entre nus est inférieure à la somme de leurs diamètres.

26.8.2. Viroles et murettes-guides

Dans le cas de pieux de section circulaire, l'utilisation d'une virole en tête est obligatoire pour prévenir l'éboulement du forage en partie supérieure. L'extraction de la virole après bétonnage doit pouvoir se faire sans variation brusque du niveau du béton.

Dans le cas de barrettes, la partie supérieure de l'excavation doit être délimitée et protégée par des murettes-guides ou dispositif équivalent (coffrages

métalliques récupérés par exemple) sur une profondeur au moins égale à la largeur nominale de la barrette.

26.8.3. Niveau de la boue

* Cette disposition concerne aussi bien les nappes libres que celles dites captives.

26.8.4. Fluctuations limites du niveau de la boue

26.8.5. Perte de boue

* Lorsque les reconnaissances préalables permettent de détecter des anomalies potentielles, par exemple vides naturels de dissolution, cavités artificielles, terrains très ouverts, etc., le marché définit les mesures éventuelles à mettre en œuvre.

26.8.6. Conduite du bétonnage

26.8.3. Niveau de la boue

Le niveau de la boue dans le forage et par conséquent le niveau de la plateforme de travail à partir de laquelle sont exécutés les pieux, est situé au moins 1,00 m au-dessus du niveau statique (effectif ou rabattu) le plus élevé des nappes traversées ou approchées par le forage au cours de son exécution (*).

26.8.4. Fluctuations limites du niveau de la boue

Pendant le forage, la boue dans l'excavation est maintenue à un niveau qui ne descend jamais en dessous de la base de la virole ou des murettes-guides.

Au cours des fluctuations du niveau de la boue dues aux opérations de forage, le supplément de charge visé à l'article 26.8.3. ci-dessus doit rester supérieur à 0,50 m.

26.8.5. Perte de boue (*)

Si, au cours du forage, une perte subite et importante de boue se produit, il est procédé immédiatement au remplissage de l'excavation avec de la boue, éventuellement chargée de produits colmatants. Si cette opération s'avère infructueuse ou impossible, le remblaiement de l'excavation est entrepris sans délai.

L'entrepreneur est tenu de signaler sans délai l'incident au maître d'œuvre et de lui soumettre les dispositions qu'il compte prendre.

Sauf dispositions différentes du marché, l'entrepreneur doit disposer à tout instant d'une réserve de boue immédiatement utilisable au moins égale au volume théorique de la plus grande excavation en cours d'exécution.

26.8.6. Conduite du bétonnage

L'équipement du forage suit immédiatement le curage du fond de forage prescrit par l'article 26.2.1. Les caractéristiques de la boue en fond de forage sont mesurées et notées. Si elles ne sont pas conformes aux prescriptions de l'article 23.3., on procède à un recyclage complémentaire jusqu'à obtention de caractéristiques correctes.

La durée séparant la fin du curage et le début du bétonnage ne peut excéder trois heures. Toutefois, une durée supérieure peut être admise, soit par le marché, soit par le maître d'œuvre, à la suite de propositions de l'entrepreneur justifiant, dans le cas de cages d'armatures complexes, l'impossibilité pratique de réaliser l'équipement du forage dans un tel délai. Dans ce cas, le début du bétonnage ne peut avoir lieu plus de trois heures après un prélèvement de boue ayant mis en évidence des caractéristiques conformes aux prescriptions de l'article 23.3.

Sauf dispositions différentes du marché, l'entrepreneur établit une courbe de bétonnage pour chaque pieu. S'il n'est pas fixé par le marché, le nombre minimum de points de cette courbe est fixé par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur.

26.9. Mise en œuvre des puits

26.9.1. Conduite du forage

* Cette clause concerne le cas des puits pour lesquels les justifications de résistance ou de stabilité tiennent compte de réaction horizontales ou de frottement latéral du sol. Elle concerne également le cas où des ouvrages voisins seraient particulièrement sensibles aux tassements induits par la putrescibilité du blindage abandonné.

26.9. Mise en œuvre des puits

26.9.1. Conduite du forage

L'exécution de puits sous la nappe phréatique dans des sols peu cohérents est interdite, sauf si la nappe est rabattue à l'extérieur du puits.

Sauf stipulations différentes du marché, les dispositions constructives, la résistance et le mode de mise en place du blindage sont soumis par l'entrepreneur au visa du maître d'œuvre.

La mise en place est conduite de façon à éviter la décompression du terrain.

Les blindages ou parties de blindages éventuellement laissés en place sont imputrescibles, à moins qu'il ne soit établi que leur altération n'engendre aucun inconvénient pour la résistance des puits et pour les ouvrages voisins existants ou projetés (*).

Sauf dispositions différentes du marché, la traversée de carrières s'opère par la construction d'une ceinture en maçonnerie de moellons destinée à soutenir le ciel de carrière et à servir de coffrage au béton du puits.

Lorsqu'il y a risque de dégagements gazeux nocifs ou de rencontre de sols instables, en l'absence de dispositions particulières du marché, on applique la procédure définie à l'article 2.2.

Lorsque des venues d'eau sont constatées au cours du forage du puits, le forage ne peut être poursuivi que dans les conditions ci-après :

- lors de la traversée de sols très cohérents ou rocheux étant le siège de venues d'eau par des fissures, des moyens de pompage suffisants sont disposés en fond de forage ;
- la traversée de sols moyennement cohérents et peu perméables n'est autorisée que si l'entraînement des parties fines du sol peut être efficacement empêché.

Un puits ne peut être muni d'une base élargie que dans des sols de cohésion suffisante. Le diamètre de la base est limité au double du diamètre du puits. La variation des sections du puits au droit de l'élargissement doit être progressive.

26.9.2. Conduite du bétonnage

26.9.2. Conduite du bétonnage

Après curage du fond du puits, le béton est mis en place, soit par un système de tubes ou gouttières, de façon à ne pas provoquer d'éboulement des parois du puits ni de ségrégation du béton, soit à l'aide de bennes spéciales à ouverture automatique telles que l'ouverture ne se fasse que lorsque la benne est plongée dans la coulée précédente.

Sauf précision contraire du marché, le béton est vibré.

Le blindage ou soutènement, ne peut être retiré avant la mise en place du béton que dans les zones stables. Il ne peut être abandonné que sous le respect des dispositions de l'article 26.9.1. ci-dessus.

26.10. Arasement et recépage des têtes de pieux et puits

26.10. Arasement et recépage des têtes de pieux et puits

L'arasement du béton des pieux et puits est conduit de façon que le béton situé sous la cote théorique de recépage soit d'une qualité suffisante.

Lorsque le niveau théorique de recépage se trouve au-dessous de la plateforme de travail à une distance de Z mètres, la différence entre la cote d'arase réelle et le niveau de recépage théorique ne doit pas excéder :

- 0,3 (Z + 1) mètres si Z est inférieur à 5 mètres,
- 1,8 mètres si Z est supérieur à 5 mètres.

Le recépage est exécuté après durcissement suffisant du béton, il est conduit en vue d'éliminer tout béton de qualité insuffisante et poursuivi jusqu'à ce que la tête des pieux ou des puits atteigne le niveau théorique de recépage.

Si l'élimination du béton de qualité insuffisante amène le niveau réel de recépage au-dessous du niveau théorique, l'entrepreneur reconstitue le pieu ou le puits jusqu'à ce dernier niveau suivant un procédé soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

Article 27 : Essais et contrôles.

27.1. Constats relatifs à l'exécution

Article 27 : Essais et contrôles.

27.1. Constats relatifs à l'exécution

Sauf dispositions différentes du marché, l'entrepreneur soumet au visa du maître d'œuvre au fur et à mesure du déroulement de l'exécution des constats en deux exemplaires indiquant notamment pour chaque pieu ou puits :

- le numéro d'identification du pieu ou puits relevé sur le plan de pilotage, ses dimensions et son inclinaison,
- la date et l'heure de début et de fin de chaque phase d'exécution fonçage ou forage, injection, descente de la cage d'armatures ou de l'élément préfabriqué, bétonnage,
- le numéro d'identification de l'atelier d'exécution,
- la cote de la plate-forme de travail et la longueur de pénétration dans le sol de la pointe du pieu ou puits, arrondie au décimètre le plus proche,
- le niveau de l'arase à partir de la plate-forme de travail,
- la quantité de béton utilisée, sa composition et sa maniabilité, ainsi que la courbe de bétonnage éventuelle.
- pour les pieux dont l'exécution nécessite un fonçage par battage les refus correspondant aux trois dernières volées de 10 coups de mouton,
- pour les pieux forés et les puits, la nature des différentes couches et les profondeurs auxquelles elles ont été rencontrées,
- les incidents éventuels.

En outre, un exemplaire du plan de pilotage est tenu à jour sur le chantier par l'entrepreneur par report des indications suivantes :

- dates d'exécution des pieux,
- écarts d'implantation, d'orientation et d'inclinaison éventuellement supérieurs aux tolérances définies à l'article 25.3.,
- dates des fins de bétonnage.

27.2. Vérification de l'implantation des pieux et puits

27.3. Essais d'information

* Le présent article ne concerne pas les éventuels essais de chargement statique effectués préalablement aux travaux en vue de déterminer la portance des pieux envisagés. Il ne concerne pas non plus les essais du même type éventuellement décidés en cours d'exécution.

Il est à noter par ailleurs, qu'il y est souhaitable d'effectuer les essais de chargement statique sur des pieux non utilisés dans la structure en raison des phénomènes d'écrouissage du sol que l'intensité des chargements pratiqués implique.

27.4. Essais de contrôle

Article 28 : Plan d'assurance de la qualité.

* La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces est donnée ci-dessous à titre indicatif ; elle doit être adaptée et éventuellement complétée, en fonction des conditions particulières à chaque chantier.

27.2. Vérification de l'implantation des pieux et puits

Tous les pieux et puits donnent lieu avant la mise en œuvre de la superstructure dont ils constituent la fondation à une vérification contradictoire de l'implantation effectuée à la cote théorique de recépage, par le maître d'œuvre, en présence de l'entrepreneur

27.3. Essais d'information (*)

Sauf dispositions différentes du marché, les constats d'exécution définis ci-dessus sont complétés par des essais d'information. Ces essais sont effectués par l'entrepreneur au minimum à raison de un par 20 pieux ou fraction de 20 pieux par ouvrage, avec, dans le cas des ponts, au moins un par appui.

Les résultats correspondants font l'objet de rapports soumis au visa du maître d'œuvre au fur et à mesure du déroulement des travaux. Le choix des pieux d'essais est fixé par le maître d'œuvre. Ces essais d'information comprennent pour chaque pieu concerné :

- **Lorsqu'il y a mise en œuvre par battage**, une courbe de battage établie conformément aux prescriptions de l'article 20.3. relatif aux pieux préfabriqués.
- **Lorsqu'il y a mise en œuvre par forage** :
 - . Un échantillon de terrain, même très remanié, mais caractéristique de chaque couche traversée, est conservé par l'entrepreneur jusqu'à la réception des travaux de façon à pouvoir être mis à tout instant à la disposition du maître d'œuvre.
 - . Chaque échantillon est conservé à l'abri du gel dans un emballage étanche portant le numéro d'identification du pieu du plan de pilotage et la profondeur du prélèvement par rapport à la plate-forme de travail.

27.4. Essais de contrôle

Le nombre, la nature et les modalités d'exécution des essais de contrôle éventuels sont fixés par le marché. A défaut, ils sont fixés par le maître d'œuvre en cours d'exécution ou après celle-ci.

Article 28 : Plan d'assurance de la qualité.

La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces (*) est définie par le marché ou, à défaut, soumise par l'entrepreneur au maître d'œuvre.

Points d'arrêt

- forage du pieu après traitement du sol,
- essais de contrôle éventuels.

Points critiques

- implantation des emplacements de pieux,
- forage du premier pieu de chaque zone de réalisation,
- démarrage d'un traitement de sol éventuel.

Interfaces

- points de référence nécessaires aux implantations,
- liaisons avec les semelles, longrines et structures portées,
- coordination avec les terrassements généraux.

CHAPITRE V FONDATIONS PAR CAISSONS

Article 29 : Domaine d'application.

Article 30 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

* La qualité des remblais peut dépendre de la destination de l'ouvrage.

** Compte tenu de leur destination et des conditions locales.

Article 31 : Dispositions constructives.

* Article 28 du C.C.A.G-Travaux.

** Par mode d'extraction des déblais, il faut entendre notamment les moyens de réaliser, s'il y a lieu, l'encastrement du caisson dans le sol de fondation.

CHAPITRE V FONDATIONS PAR CAISSONS

Article 29 : Domaine d'application.

Les caissons faisant l'objet du présent titre comprennent:

- les caissons simplement échoués,
- les caissons havés.

Ils sont supposés être mis en d'œuvre, verticalement.

Article 30 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

Sauf dispositions différentes du marché, les remblais (*) dans les ouvrages, ou autour de ceux-ci, sont d'une qualité au moins équivalente à celle des sols excavés.

Si elles ne sont pas définies par le marché, les provenances et qualités des enrochements et des matériaux de la fondation des caissons échoués sont agréées par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur (**).

Article 31 : Dispositions constructives.

Sauf dispositions différentes du marché, l'entrepreneur soumet au visa du maître d'œuvre, dans le cadre des prescriptions du C.C.A.G. (*), une note technique et descriptive établie sur la base des données de l'article 2.1. et des renseignements complémentaires qu'il pourra recueillir. Cette note définit :

- les dispositions concernant le type de caissons, leur dimensionnement, leurs conditions de construction, de lancement, de mise en place, de lestage, de fonçage, leurs déplacements dans le sens vertical, et, s'ils sont mobiles, dans le sens horizontal;
- les justifications relatives aux conditions de stabilité et de flottabilité des caissons dans les phases de construction, de mise en œuvre et d'utilisation ;
- la composition et les caractéristiques des bétons;
- le mode d'extraction des déblais (**);
- le mode d'exécution des maçonneries et bétons nécessaires;

*** En particulier les phases d'exécution : hauteur de remplissage, moyens de compactage.

- les qualités et le mode de mise en œuvre des remblais (***) ;
- en tant que de besoin, les dispositions prises pour assurer la jonction des caissons.

Dans le cas des caissons échoués, la note technique devra, en particulier, définir la méthode proposée pour préparer et niveler l'assise de fondation compte-tenu des tolérances admises.

Article 32 : Implantation.

32.1. Généralités

32.2. Tolérances

* Ces tolérances par rapport à la position théorique prévue sont déterminées en fonction de la destination des ouvrages. Elles portent sur le niveau, la verticalité et l'implantation des caissons et tiennent compte, s'il y a lieu, des tolérances d'implantation admises pour les ouvrages au-dessus d'une cote déterminée.

Article 33 : Mise en œuvre.

33.1. Dispositions communes

Article 32 : Implantation.

32.1. Généralités

Outre les prescriptions de l'article 5., toutes dispositions sont prises pour mettre les caissons à la place assignée, les y maintenir et, s'il y a lieu, pour les descendre verticalement.

32.2. Tolérances

Si elles ne sont pas définies par le marché, les tolérances d'implantation sont fixées par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur (*).

Dans le cas des caissons échoués, si elles ne sont pas fixées par le marché, les tolérances de nivellement de l'assise sont fixées par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur.

De même, s'ils ne sont pas définis par le marché, les moyens à retenir pour effectuer les implantations et mesures, ainsi que le mode et le moment de vérification des tolérances sont soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

Article 33 : Mise en œuvre.

33.1. Dispositions communes

Avant de commencer le lestage sur place d'un caisson ou d'entreprendre toute opération de descente, l'entrepreneur en informe le maître d'œuvre pour lui permettre de vérifier les conditions d'établissement et d'aménagement de ce caisson ainsi que les installations accessoires.

Le remblaiement à l'intérieur des caissons ne peut être entrepris qu'avec l'agrément du maître d'œuvre.

Si le remplissage est effectué avec du béton mis en œuvre sous l'eau, il doit satisfaire aux prescriptions relatives à l'emploi du béton immergé.

Pour les travaux exécutés en site aquatique, si elle n'est pas fixée par le marché, la cote de protection au-dessus de laquelle les hausses ou l'arase doivent toujours être maintenues est soumise par l'entrepreneur à l'approbation du maître d'œuvre.

Pour les travaux exécutés avec sujétions de marée, toutes dispositions sont prises pour protéger le béton frais et les aciers de toute dégradation que pourrait occasionner l'eau.

33.2. Dispositions particulières aux caissons havés

33.2. Dispositions particulières aux caissons havés

Sauf dispositions différentes du marché, la plate-forme de travail est dressée au préalable à l'emplacement de chaque caisson.

Pendant la durée de la descente, la répartition des charges est réglée méthodiquement à chaque instant de manière à ne pas compromettre la stabilité et l'intégrité des ouvrages.

* Pour faciliter la descente, on peut citer l'emploi de boues thixotropiques.

Si le terrain est hétérogène ou peu consistant, des dispositions spéciales sont prises soit pour faciliter la descente (*) du caisson, soit pour éviter toute descente inopinée et tout déversement. Si la rencontre d'un tel terrain est à craindre, ces dispositions sont définies au préalable dans la note technique visée à l'article 31.

Lorsque les caissons sont surélevés au fur et à mesure de leur descente, toutes précautions utiles sont prises pour que le matériel d'extraction des déblais ne puisse détériorer les bétons de surélévation en cours de durcissement.

L'entrepreneur informe le maître d'œuvre lorsque le niveau prévu pour l'arrêt de chaque caisson est atteint ; le maître d'œuvre fixe alors le niveau définitif de la fondation.

Le remplissage des caissons doit suivre rapidement et ne peut être entrepris qu'avec l'accord du maître d'œuvre ; il est exécuté sur la hauteur prescrite par ce dernier et, autant que possible, sans interruption.

Article 34 : Essais et contrôles.

Article 34 : Essais et contrôles.

S'ils ne sont pas fixés par le marché, le nombre, la nature et les modalités d'exécution des essais de contrôle éventuels sont fixés par le maître d'œuvre en cours d'exécution ou après celle-ci.

Article 35 : Plan d'assurance de la qualité.

Article 35 : Plan d'assurance de la qualité.

* La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces est donnée ci-dessous à titre indicatif ; elle doit être adaptée et éventuellement complétée, en fonction des conditions particulières à chaque chantier.

La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces (*) est définie par le marché ou, à défaut, soumise par l'entrepreneur au maître d'œuvre.

Points d'arrêt

- niveau définitif de la fondation,
- caissons échoués : nature de l'assise de la fondation.

Points critiques

- remblaiement à l'intérieur du caisson,
- implantation des emplacements de caisson.

Interfaces

- interfaces avec les structures,
- points de référence nécessaires aux implantations.

CHAPITRE VI PALPLANCHES ET RIDEAUX DE PALPLANCHES

Article 36 : Domaine d'application.

* Le mot « palplanches » est employé indifféremment dans le présent chapitre pour les palplanches proprement dites que pour les palplanches spéciales, y compris les raccords et autres composants réalisés à partir de palplanches.

** Les caissons de palplanches isolés, utilisés comme élément d'une fondation profonde relèvent du chapitre III « Fondations par pieux préfabriqués ».

De même, les palplanches constituées d'autres matériaux et notamment béton armé, ne relèvent pas du présent chapitre.

Dans les deux cas, certaines dispositions de ce chapitre peuvent leur être appliquées. Il appartient au marché de s'y référer.

Article 37 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

* Les normes définissant les aciers pour palplanches métalliques sont regroupées dans le « recueil de normes et produits sidérurgiques » publié par l'AFNOR.

Les aciers laminés pour palplanches à module obtenues par laminage à chaud relèvent en général de la norme NF A 35-520.

Les aciers laminés pour palplanches à module obtenues par profilage à froid relèvent en général de la norme NF EN 10-025.

** Ces autres aciers peuvent être assemblés à des palplanches pour former des composants directement intégrables dans les rideaux. Il s'agit généralement de larges plats, de tôles, de profilés et autres laminés marchands. Les produits tels que les liernes, les dispositifs d'étalement, les tirants d'ancrage, etc. entrent également dans la constitution des ouvrages sans être pré-assemblés à ces derniers.

CHAPITRE VI PALPLANCHES ET RIDEAUX DE PALPLANCHES

Article 36 : Domaine d'application.

Le présent chapitre concerne les ouvrages réalisés en palplanches métalliques (*) :

- qu'ils soient :
 - . en palplanches à module sous la forme de rideaux ou d'enceintes (**),
 - . en palplanches plates sous la forme de gabions circulaires ou cellulaires,
 - . issus de la combinaison de ces formes élémentaires ;
- qu'il s'agisse de tout ou partie d'un ouvrage définitif ou provisoire.

Article 37 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

Les aciers, autres que ceux des palplanches (*), assemblés ou non à des palplanches, sont définis par référence aux spécifications qui leur correspondent (**).

Sauf dispositions contraires du marché les aciers définis par référence aux normes françaises homologuées en vigueur sont commandés sans contrôle spécifique et font l'objet d'un relevé de contrôle ou d'une attestation de conformité à la commande (***).

Sauf dispositions contraires du marché les conditions de réception sont fixées par la norme du produit.

Les palplanches, produits, et composants doivent porter des inscriptions indélébiles permettant l'identification de la société et de l'usine productrice, ainsi que l'identification du profil auquel ils appartiennent.

*** Les normes qui définissent les aciers pour palplanches métalliques laissent le choix entre :

- les commandes sans contrôle spécifique des produits, qui donnent lieu soit à un relevé de contrôle soit à une attestation de conformité à la commande,
- les commandes avec contrôle spécifique des produits qui donnent lieu généralement à un certificat de contrôle des produits par l'usine (C.C.P.U.).

L'attention est attirée sur le fait que la norme NF A 35-520 prescrit que les palplanches destinées au soudage sur chantier doivent faire l'objet d'accords particuliers à la commande.

***.* Des dispositions différentes peuvent être prévues par exemple pour certains ouvrages dans lesquels la résistance des palplanches n'est que peu sollicitée et, notamment, pour de simples écrans d'étanchéité entièrement noyés dans le sol, lorsque la nature et les caractéristiques des terrains à traverser permettent une pénétration aisée des palplanches.

Le réemploi de palplanches plates nécessite de grandes précautions. Le marché précise les moyens de contrôle de l'aptitude des serrures à transmettre les efforts de traction.

Article 38: Dispositions constructives.

38.1. Généralités

*Le module et la nuance des palplanches ne doivent pas seulement résulter de la justification de l'ouvrage proprement dit. Ils doivent également être déterminés en tenant compte des conditions de mise en œuvre et des sollicitations qu'elles entraînent.

L'une des causes les plus fréquentes d'incidents lors de la mise en œuvre de palplanches est le manque d'informations sur les possibilités de pénétration lors de l'établissement des projets. Lorsque ni les renseignements obtenus au cours de la campagne de reconnaissance des sols, ni l'expérience acquise au cours de travaux analogues sur le site ne permettent de lever le doute sur les possibilités de pénétration, il convient d'envisager l'opportunité d'exécuter une campagne d'essais de fonçage de palplanches suffisamment tôt pour que ses résultats puissent être joints au dossier d'études de sols défini à l'article 2.1.

Lorsque des palplanches, des produits, ou des composants de même profil mais de nuance ou de qualité d'acier différente, sont prévus au marché ils doivent porter des inscriptions indélébiles permettant l'identification des nuances et qualités d'acier.

Sauf dispositions contraires du marché, les palplanches utilisées pour des ouvrages définitifs sont neuves (**.*).

Dans les cas où des palplanches de réemploi sont utilisées, leur origine et leur nuance sont justifiées par l'entrepreneur. En outre, leur état doit être tel qu'elles satisfassent aux prescriptions du présent fascicule.

Article 38 : Dispositions constructives.

38.1. Généralités

S'ils ne sont pas définis par le marché, les profils, nuances et longueur des palplanches, la répartition de celles-ci dans les ouvrages, les dispositions adoptées pour les ancrages et les étalements éventuels, sont fixés par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur (*).

38.2. Compatibilité électrochimique

38.3. Assemblages

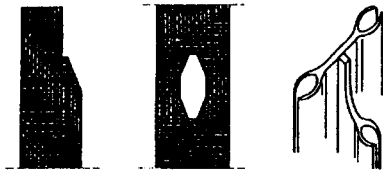
*Si plusieurs palplanches (ou paires de palplanches) successives d'un même rideau doivent être entées il convient, dans la mesure du possible, d'éviter que ces entures se situent dans la section du rideau la plus sollicitée, et de prévoir un décalage du niveau de l'enture entre deux palplanches (ou paires de palplanches) successives.

**Il est rappelé que les soudures doivent être réalisées dans des conditions permettant d'éviter tout refroidissement brusque de celle-ci.

Par ailleurs, les cordons de soudure sur palplanches à module ne doivent pas être amorcés transversalement à celles-ci.

38.4. Composants spéciaux

* Ainsi il y a lieu, par exemple, de prévoir une coupe biaisée de la palplanche de renfort dans le cas des palplanches renforcées partiellement en caissons, ou une coupe en biseau des extrémités des éclisses de renforcement ou d'enture des palplanches renforcées par des plats ou entées.



38.2. Compatibilité électrochimique

Lorsque des éléments métalliques constitués de nuances d'acier différentes sont utilisés dans le même ouvrage, les dispositions nécessaires pour assurer leur compatibilité vis-à-vis de la corrosion sont fixées par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur si elles ne sont pas définies par le marché.

38.3. Assemblages

Les assemblages destinés à l'exécution des palplanches spéciales, ainsi que les entures (*) ou renforts locaux sont réalisés par soudure ou par rivure.

Ceux destinés à la réalisation de caissons sont exécutés par soudure. La soudure et la rivure sont conçues et réalisées dans les conditions prescrites par le fascicule 66 du C.C.T.G.

La soudure est effectuée dans les conditions correspondant à la qualité 2 de la norme NF P 22-471 (**).

38.4. Composants spéciaux

S'ils ne sont pas réalisés à l'usine productrice, les palplanches spéciales d'angle et de raccord, les caissons de palplanches et autres composants analogues peuvent être réalisés par l'entrepreneur dans les conditions définies à l'article 38.3. ci-dessus. Dans ce cas, les conditions d'exécution sont soumises par l'entrepreneur à l'agrément du maître d'œuvre. Pour les palplanches plates, les raccords sont par contre impérativement réalisés par l'usine productrice.

Toute palplanche spéciale doit présenter une résistance et une rigidité compatibles avec les palplanches voisines de sorte qu'elle ne constitue pas dans l'ouvrage une zone de moindre résistance ou de concentration d'efforts.

Les palplanches spéciales, caissons de palplanches et autres composants ne doivent pas présenter de variations trop brusques de section, susceptibles de provoquer des concentrations de contraintes (*).

38.5. Découpes

*Par exemple les coupes à angle droit dans une palplanche de raccord ne doivent pas comporter d'angle vif mais au contraire un arrondi de raccordement assez largement dimensionné. Cette disposition permet, par ailleurs, une variation progressive de la section.

Les trous percés au chalumeau sont exécutés suivant les schémas ci-dessous de telle manière que les bords ne présentent pas d'amorce de fissure.



38.6. Mise en place des dispositifs de soutien et d'appui

* Les butons et étrésoillons sont réalisés en bois, en acier ou en béton. Ils s'appuient sur le rideau par l'intermédiaire de liernes horizontales.

Le butonnage peut être réalisé en pied de blindage par une dalle de béton ; les blindages circulaires sont généralement étayés par des cerces métalliques ou en bois.

** Les tirants passifs, constitués de barres d'acier ordinaire ou à extrémités refoulées, sont généralement posés et maintenus par un ancrage arrière. Celui-ci peut être un bloc ou une plaque de béton, une croix de profilés ou un contre-rideau de palplanches métalliques.

Les tirants actifs sont constitués d'armatures à haute limite élastique ils sont placés dans un forage, scellés dans le sol puis mis en tension.

*** Des moments de flexion ou des efforts de cisaillement parasites au niveau de la tête des tirants d'ancrage, induits notamment par le tassement des terres retenues et le flambement ou le ripage de butons mal contreventés ou mal calés sont les principales causes d'incidents graves.

38.5. Découpes

Les coupes dans les palplanches et les trous doivent être exécutés de telle manière que les bords coupés ne présentent aucune amorce de fissure (*).

38.6. Mise en place des dispositifs de soutien et d'appui

Le présent article concerne les dispositifs assurant la stabilité des ouvrages réalisés en palplanches à module.

Ils sont constitués par :

- les butons ou étrésoillons (*),
- les tirants provisoires ou définitifs (**).

On distingue les tirants passifs (non précontraints) et les tirants actifs ou précontraints.

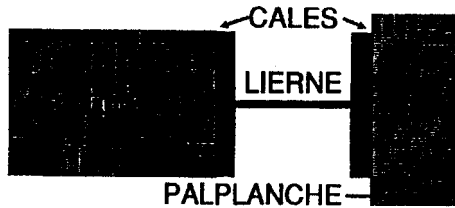
Lorsque la stabilité des ouvrages est assurée au moyen de butons ou de tirants, les dispositifs d'appui de ces organes sont conçus et réalisés conformément aux dispositions des fascicules du C.C.T.G. dont ils relèvent. En outre, leur conception et leur exécution sont conduites :

- en vue d'éviter tout phénomène d'instabilité élastique ;
- afin d'assurer un contact avec les palplanches qui permette une transmission des sollicitations compatible avec la résistance des palplanches et n'engendrant pas de déformations permanentes locales ;
- de manière à éviter toutes sollicitations parasites dans les tirants ou butons susceptibles de nuire à leur résistance ou à leur stabilité (***) .

38.6.1. Étaisements

* Un bon contact doit être assuré entre les palplanches et les liernes, par exemple au moyen de cales en bois dur, métalliques ou en béton.

De même, les butons doivent être bien calés sur les liernes.



Il est précisé que la fixation des liernes aux palplanches par soudure est à éviter pour les ouvrages définitifs.

** Le calcul de cette précontrainte tient compte des phases de pose des différents niveaux d'étaisement.

Les butons fonctionnant en compression doivent être calculés en tenant compte du flambement.

38.6.2. Tirants

* En l'absence de dispositions réglementaires, le marché rendra contractuelles les « recommandations concernant la conception, le calcul, l'exécution et le contrôle des tirants d'ancrage » établies par le bureau Sécuritas, encore appelées « Règles TA 86 ».

** L'emploi de tirants à extrémités refoulées et d'attaches articulées est recommandé pour éviter les efforts parasites dans les filetages d'extrémité.

38.6.3. Corps d'ancrage rapportés

38.6.1. Étaisements

Les liernes ou cadres d'étaisement sont :

- maintenus à leur niveau prévu le long du rideau par des supports liés aux palplanches (*),
- fixés à celles-ci lorsque les sollicitations qui leur sont appliquées tendent à les éloigner des rideaux.

Lorsqu'il est utile ou nécessaire d'éviter toute décompression du sol derrière les rideaux, les butons sont mis en précontrainte de compression par des vérins à vis ou hydrauliques (**).

38.6.2. Tirants (*)

Dans le cas de tirants passifs, on doit éviter tout effort parasite dans le corps des barres et aux attaches lors de la mise en chargement (**).

38.6.3. Corps d'ancrage rapportés

Les phases de construction sont telles que la stabilité des corps d'ancrage soit constamment assurée, en particulier vis-à-vis de la butée du sol qu'ils mobilisent.

Lorsque cette butée est procurée par un remblai, celui-ci doit être soigneusement compacté.

Article 39 : Implantation.

39.1. Généralités

39.2. Tolérances

* Il convient d'observer que les contraintes géométriques liées à la destination de l'ouvrage peuvent, pour certains ouvrages provisoires, être aussi sévères voire plus sévères que pour certains ouvrages définitifs.

La fixation des tolérances eu égard aux conditions d'exécution, doit tenir compte, en particulier, de la nature du site et des caractéristiques du terrain. Par exemple, les tolérances adoptées en site aquatique sont, en général, moins sévères que celles pouvant être exigées en site terrestre. De même, en terrain hétérogène, les tolérances peuvent être moins sévères que celles relatives au terrain homogène.

Article 40 : Mise en œuvre.

40.1. Plan de mise en œuvre

Article 39 : Implantation.

39.1. Généralités

Les dispositions de l'article 5. s'appliquent aux ancrages, étaitements et liaisons aux autres structures.

39.2. Tolérances

Si elles ne sont pas fixées par le marché, les tolérances sont fixées par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur en vue d'assurer la compatibilité entre les contraintes géométriques liées à l'ouvrage et les conditions d'exécution (*).

Elles portent sur :

- l'implantation de l'ouvrage,
- la verticalité des palplanches dans le plan de l'ouvrage,
- la verticalité des palplanches dans le plan perpendiculaire à l'ouvrage.

Article 40 : Mise en œuvre.

40.1. Plan de mise en œuvre

Qu'il s'agisse d'ouvrages définitifs ou d'ouvrages provisoires, l'entrepreneur établit un plan de mise en œuvre détaillé et le soumet au visa du maître d'œuvre. Outre l'implantation des rideaux de palplanches et des caissons éventuels, le plan précise :

- la cote du terrain à la mise en œuvre des palplanches,
- les niveaux caractéristiques de l'eau, s'il y a lieu,
- le nombre et la position des palplanches d'un même type, de même nuance d'acier et de même longueur,
- la cote théorique du pied des palplanches et des caissons de palplanches éventuels, leur cote d'arase et leur longueur,
- les dessins de détail des palplanches spéciales et autres composants, et des assemblages spéciaux s'il y a lieu,
- les axes qui matérialisent la position des liernes, cadres, butons et tirants d'ancrages éventuels,
- pour les ouvrages provisoires, les contours extérieurs de l'ouvrage définitif ou de la partie de cet ouvrage à construire et pour lequel l'exécution de l'ouvrage provisoire est prévue.

40.2. Programme de fonçage

* Le programme de fonçage ne peut se réduire à une prévision susceptible d'être rectifiée en cours d'exécution.

Ce programme doit, par exemple, préciser :

- le fonçage de chaque palplanche (ou paire de palplanches) d'une seule traite ou non jusqu'à sa cote définitive, fonçage par panneaux et longueur des panneaux, ...
- la numérotation des palplanches ou des panneaux suivant l'ordre de fonçage, nombre de palplanches mises en fiche avant fonçage, phases de fonçage et matériel envisagés pour chacune de ces phases, ...
- les modalités particulières d'exécution, par exemple, sous gabarit réduit du fait de la présence d'un ouvrage tel un tablier de pont, raccordement à un ouvrage existant, ...

** Les principales techniques de fonçage dans le sol de palplanches ou d'autres produits ou composants sont le battage, le lançage, le vérinage et le vibrofonçage, le lançage étant presque toujours exécuté préalablement, ou simultanément avec les autres techniques.

Le choix des procédés de fonçage doit tenir compte, outre les données géotechniques, des observations qui figurent éventuellement dans le dossier géotechnique et qui peuvent porter sur la présence de blocs, d'anciennes maçonneries, de couches peu épaisses de sol dur ou rocheux, ou sur les conditions de fonçage de palplanches observées sur des chantiers voisins dans les mêmes formations ou dans des formations analogues. Il y a lieu également d'adapter les installations et le matériel de fonçage au site concerné en tenant compte des ouvrages existants pouvant être endommagés par le fonçage.

40.3. Transport, manutention et stockage

Il est recommandé de conduire le stockage avec méthode en vue d'éviter toute erreur lorsque des palplanches différentes doivent être utilisées sur un même chantier (longueurs, profils ou nuances différents).

40.2. Programme de fonçage

L'entrepreneur, établit un programme de fonçage détaillé et le soumet au visa du maître d'œuvre avant le commencement des travaux. Ce programme indique les conditions dans lesquelles il prévoit la mise en œuvre des rideaux de palplanches et des caissons éventuels (*). Ce programme peut, en tant que de besoin, être adapté en cours d'exécution en fonction des constatations faites sur le chantier ; il indique notamment :

- les procédés de fonçage envisagés (**),
- les principales phases d'exécution et les matériels prévus,
- les dispositions particulières adoptées au droit des points singuliers de l'ouvrage.

40.3. Transport, manutention et stockage

Toutes les opérations de transport, de manutention et de stockage des palplanches sont conduites avec soin à l'aide d'un matériel approprié de façon à n'engendrer aucune déformation permanente ni aucune fissuration des éléments et à éviter toute détérioration des revêtements éventuels.

40.4. Dispositifs et gabarits de guidage

* Les dispositifs de guidage sont généralement constitués de pièces en bois de fort équarrissage ou de poutrelles métalliques de fort module s'appuyant sur des supports stables. Ils matérialisent l'implantation des rideaux, guident les palplanches durant leur fonçage et permettent souvent, dans les terrains difficiles, une meilleure pénétration des palplanches.

** Les gabarits de guidage ont le même rôle que les dispositifs. Ils sont réalisés en charpente métallique et sont constitués par au moins deux niveaux de cerces de guidage distantes de deux à quatre mètres, selon la hauteur du gabion. Ces deux niveaux sont pourvus de manchons verticaux qui permettent le passage de pieux-guides (ou béquilles) qui assurent la stabilité de l'ensemble. Les pieux-guides doivent être implantés avec précision et fichés avec une excellente verticalité.

Le diamètre des cerces est choisi de telle sorte que leur longueur corresponde à un nombre entier de palplanches, en admettant une tolérance de largeur utile de $\pm 5\%$.

40.5. Battage

* Le choc direct des moutons sur la tête du profil à foncer est susceptible de dégrader celle-ci.

** Ces dispositions concernent notamment le guidage du casque de battage, s'il est utilisé, et le centrage des engins de fonçage sur les palplanches.

Il y a lieu, en particulier, de veiller à ce que les engins de fonçage ne risquent pas de déformer des palplanches plates ou plus généralement des palplanches à faible module.

*** Lorsque des casques sont utilisés, ils doivent avoir une forme adaptée au profil des palplanches et être convenablement guidés le long des mâts ou des jumelles. Les martyrs dont ils sont munis doivent être remplacés lorsque leur écrasement devient irrégulier car ils n'assurent plus une transmission uniforme de l'énergie de battage.

40.4. Dispositifs et gabarits de guidage

Sauf dispositions contraires du marché :

- Les palplanches à module incorporées aux rideaux ou aux enceintes rectangulaires sont guidées pendant leur mise en œuvre par au moins un dispositif de guidage horizontal à un ou plusieurs niveaux, stables et indépendants du matériel de fonçage (*).
- Les palplanches plates ou à module incorporées dans des enceintes ou gabions circulaires sont guidées durant leur mise en œuvre par un gabarit de guidage(**).

Le principe de fonctionnement, la mise en place, le mode de fixation, et les dispositions de détail concernant ces dispositifs sont à soumettre par l'entrepreneur à l'agrément du maître d'œuvre.

40.5. Battage

Sauf dispositions contraires du marché, lorsque le fonçage est réalisé par battage à l'aide d'un mouton, l'emploi d'un casque de battage ou d'un dispositif analogue, éventuellement solidaire de l'engin de battage, est obligatoire (*).

Le casque de battage ou le dispositif de remplacement, doit être adapté à la section du profil à foncer de manière à permettre une bonne répartition de l'énergie développée par l'engin de battage sur cette section.

Les dispositions de ce casque ou du dispositif de remplacement, doivent être soumises au visa du maître d'œuvre (**).

Toutes les dispositions doivent être prises pour que durant la mise en œuvre des palplanches, les engins d'enfoncement n'engendrent pas d'efforts ou de vibrations parasites dommageables à la qualité de l'ouvrage (**).

40.6. Suivi de l'enfoncement

* Pour les ouvrages provisoires de dimensions modestes et quand l'environnement et la sécurité de la fouille ne sont pas en jeu, on pourra simplifier le carnet de fonçage.

** Il est à noter qu'un temps de fonçage ou un refus final très différent pour plusieurs profils successifs, par rapport au temps de fonçage ou au refus des profils précédemment mis en œuvre, peut constituer une anomalie que l'entrepreneur doit signaler au maître d'œuvre puisqu'elle peut indiquer une zone de forte discontinuité de résistance du sol non décelée au cours de la reconnaissance.

*** Pour les sols constitués de couches non horizontales, ces distances sont d'environ 10 m. Pour un sol homogène ou un sol constitué de couches horizontales elles sont supérieures ou à égales à 100 m.

Il y a lieu d'observer que certaines déviations sont inhérentes au terrain traversé et non à la technique de fonçage employée.

Dans de tels cas, les tolérances imposées doivent être compatibles avec les contraintes géométriques liées à l'ouvrage, d'une part, les difficultés inhérentes au terrain, d'autre part.

Des difficultés de pénétration de palplanches, lorsqu'elles ont presque atteint leur cote définitive, si elles ne résultent pas d'une inadéquation des moyens utilisés, ne portent pas toujours préjudice à la résistance et à la stabilité de l'ouvrage.

Une attention toute particulière doit toutefois être portée, s'il y a lieu, aux phénomènes liés aux circulations d'eau ou aux gradients hydrauliques d'un côté à l'autre des rideaux de palplanches.

***.* Les dispositions en question sont par exemple: pré-fouille, forages, de décompression du terrain autour et en pied du profil, lançage, ...

40.6. Suivi de l'enfoncement

Le carnet de fonçage est un document tenu par l'entrepreneur. Sauf dispositions différentes du marché (*), ce document précise :

- le profil, la nuance et la longueur de la palplanche, de la paire de palplanches, du caisson de palplanches ou de tout autre composant mis en œuvre et sa disposition définie sur le plan de fonçage,
- les types d'engins de fonçage utilisés, les changements éventuels d'engins en cours de fonçage et la fiche approximative correspondante, les arrêts et leur cause, les difficultés rencontrées, les anomalies constatées et d'une manière générale tous les incidents qui ont pu survenir (**),
- les cotes de la tête et du pied des palplanches,
- des mesures de l'enfoncement faites au début du chantier et ensuite à des distances fixées par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur (***),
- lorsque l'enfoncement est exécuté par battage au moyen d'un mouton à simple effet, d'un trépideur ou d'un mouton Diesel pour toute la hauteur de fiche, le nombre de coups nécessaires pour chaque enfoncement de 10 ou 20 cm.

Toute palplanche qui présente en cours de fonçage, une déformation incompatible avec son emploi, une amorce de rupture ou un dégrafage, fait l'objet, soit d'un remplacement après arrachage, soit de dispositions confortatives soumises par l'entrepreneur à l'agrément du maître d'œuvre.

Toute palplanche ou ensemble de palplanches qui s'écarte en cours de fonçage des tolérances d'implantation ou de verticalité imposées au marché est immédiatement arraché. Si l'incident se reproduit, l'entrepreneur soumet au visa du maître d'œuvre les dispositions qu'il propose en vue de remédier à cette situation.

Sauf dispositions contraires du marché, les palplanches sont foncées jusqu'à ce que leur pied atteigne la cote théorique prévue. Lorsque cette cote ne peut être atteinte, l'entrepreneur en informe par écrit le maître d'œuvre en vue de fixer, s'il y a lieu, les nouvelles dispositions à prendre (**.*).

Lorsque le marché fixe une valeur du refus et que celui-ci n'est pas obtenu à la cote stipulée, ou s'il est obtenu prématurément, l'entrepreneur en informe par écrit le maître d'œuvre en vue de fixer, s'il y a lieu, les dispositions à prendre (**.*).

40.7. Lançage

* Le lançage produit une diminution plus ou moins durable de la compacité du sol au voisinage immédiat de la palplanche ; le recours au lançage jusqu'à la cote définitive ne doit donc être que très exceptionnel. Le maître d'œuvre ne doit l'accepter que dans des situations favorables, lorsqu'il possède une bonne expérience des terrains concernés, qui doivent se refermer autour du profil immédiatement après son enfoncement. Ces conditions ne peuvent être remplies que dans le cas des sols granulaires fins et moyens.

40.8. Refus

* Il n'y a lieu généralement de fixer une valeur du refus ou des conditions de refus en fin de fonçage que pour les palplanches destinées à supporter des charges verticales importantes. A cet égard, il est rappelé que les composantes verticales des forces appliquées par les tirants actifs peuvent être importantes et nécessiter de ce fait leur prise en compte vis-à-vis de la portance.

Dans les cas courants, le contrôle de la valeur du refus au battage peut être effectué sur trois volées de dix coups de mouton, ou sur les trente derniers centimètres de fonçage, le nombre de coups étant relevé tous les dix centimètres. Quelle que soit la méthode de contrôle du refus, il convient de faire trois mesures.

40.9. Conduite des terrassements

* Il est rappelé que chaque phase de terrassement doit faire l'objet d'une étude préalable de stabilité et de résistance, conformément à l'article 4. En particulier, l'excavation d'une tranchée est exécutée en une ou plusieurs phases pour la pose d'étaisements ou de tirants forés. Chaque phase ne doit pas être descendue plus bas que le niveau prévu. La stabilité du rideau doit aussi rester assurée juste avant la mise en place des dispositifs d'appui.

40.7. Lançage

Sauf disposition contraire du marché, le recours au lançage ne dispense pas de terminer l'enfoncement par battage, vibrofonçage ou vérinage (*).

40.8. Refus

S'ils ne sont pas fixés par le marché, les ouvrages ou parties d'ouvrages pour lesquels il y a lieu de fixer une valeur du refus en fin de battage, ou les conditions de refus en cas d'utilisation d'autres moyens de fonçage, sont fixés par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur (*).

Il en va de même des valeurs des refus ou des conditions de refus en fin de fonçage ainsi que des méthodes qu'il convient d'utiliser pour les déterminer et les contrôler.

40.9. Conduite des terrassements (*)

Lorsqu'en cours d'exécution, les déformations constatées de l'ouvrage traduisent un comportement anormal de celui-ci ou que des désordres paraissent affecter le sol environnant, l'entrepreneur, après avoir pris les éventuelles mesures de sécurité qui s'imposent, en avertit le maître d'œuvre sans délai en vue de fixer les nouvelles dispositions à prendre.

La mise en œuvre et le compactage des remblais, s'il y a lieu, sont conduits en vue de limiter les déformations des rideaux, d'éviter de détériorer les tirants d'ancrage ou leur protection éventuelle, ou d'engendrer dans ces derniers des sollicitations parasites dont l'importance soit susceptible de nuire à leur résistance.

40.10. Recépage

Article 41 : Essais et contrôles.

* Les relevés de fonçage complets permettent de s'assurer de la plus ou moins bonne concordance de l'exécution avec les résultats de la reconnaissance des sols et de vérifier la portance des profils concernés.

Les paramètres à noter sont : le type des engins de fonçage, le poids, la hauteur de chute, la fréquence de vibration, etc.

Il est conseillé de prévoir un relevé de fonçage complet au début de l'exécution de chaque ouvrage. Des relevés complémentaires de fonçage complets doivent être entrepris si le suivi de la mise en œuvre fait apparaître des anomalies. Le nombre et la localisation de ces relevés sont fixés en fonction de la nature et de la densité des sondages ou essais de reconnaissance des sols, de l'homogénéité ou de l'hétérogénéité du sol et du pendage éventuel de ses couches.

Article 42 : Plan d'assurance de la qualité.

* La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces est donnée ci-dessous à titre indicatif ; elle doit être adaptée et éventuellement complétée, en fonction des conditions particulières à chaque chantier.

40.10. Recépage

Tout recépage ne peut être entrepris qu'après accord écrit du maître d'œuvre. Toutefois, les recépages qui s'avèrent nécessaires au cours de la mise en œuvre des palplanches, s'ils n'ont pas effet de réduire de plus de 20 cm la longueur d'origine de celles-ci, sont dispensés de cette procédure sous réserve que les recépages en question soient consignés au carnet de fonçage.

Article 41 : Essais et contrôles.

Sauf dispositions différentes du marché, les contrôles sont constitués par des relevés de fonçage complets (*) qui comportent, outre les renseignements énumérés à l'article 40.7. :

- le temps de fonçage ou le nombre de coups pour un enfoncement donné mesuré tout au long du fonçage de la palplanche ou du caisson de palplanches considéré,
- les paramètres des engins de fonçage nécessaires à l'exploitation des résultats obtenus.

S'ils ne sont pas fixés par le marché, le nombre et la localisation des relevés de fonçage complets sont fixés par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur.

Lorsque des rideaux de palplanches ou des caissons de palplanches incorporés à des rideaux sont destinés à supporter des charges verticales, le nombre et la répartition des contrôles de leur capacité portante est défini comme suit :

- Rideaux de palplanches supportant des charges considérées comme réparties : contrôles effectués sur des palplanches dont l'espacement est fixé, soit par le marché, soit par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur.
- Palplanches ou caissons de palplanches supportant des charges considérées comme concentrées : contrôles effectués sur tous les éléments porteurs.

Article 42 : Plan d'assurance de la qualité.

La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces (*) est définie par le marché ou, à défaut, soumise par l'entrepreneur au maître d'œuvre.

Points d'arrêt

Points critiques

- implantation des palplanches et caissons de palplanches,
- recépage,
- démarrage du battage de chaque zone de réalisation,
- traitement de sol,
- opérations de rebattage,
- incidents en cours de fonçage.

Interfaces

- liaison (éventuelle) avec les semelles, longrines et structures portées,
- points de référence nécessaires aux implantations,
- coordination avec les terrassements généraux.

CHAPITRE VII PAROIS MOULÉES DANS LE SOL

Article 43 : Domaine d'application.

* Il ne s'applique pas, notamment, aux parois jouant un rôle d'étanchéité seule, pour lesquelles une adaptation de la plupart des articles est nécessaire.

Article 44 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

Article 45 : Dispositions constructives.

45.1. Forme des panneaux, joints

* Le débit de fuite admissible est fixé en considération des impératifs de la construction et de la destination de l'ouvrage.

Les dispositions complémentaires à mettre en œuvre pour améliorer l'étanchéité sont à prévoir au marché et notamment au bordereau des prix.

On peut être amené à prévoir, si la destination de l'ouvrage l'exige, des dispositifs d'exhaure pour pallier une arrivée d'eau accidentelle.

45.2. Armatures

45.2.1. Généralités

CHAPITRE VII PAROIS MOULÉES DANS LE SOL

Article 43 : Domaine d'application.

Le présent chapitre s'applique aux parois moulées dans le sol qui jouent des rôles de soutènement ou de portance (*).

Article 44 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

Les dispositions de l'article 23. concernant les pieux forés boue sont applicables.

Article 45 : Dispositions constructives.

45.1. Forme des panneaux, joints

La forme des panneaux est définie de manière à assurer à l'ouvrage les qualités requises, y compris au niveau des joints entre panneaux. En particulier, lorsque tout ou partie de la hauteur des parois devant être dégagée peut se trouver dans la nappe, l'étanchéité des parois au droit des joints doit être telle que le débit de fuite reste inférieur au niveau fixé par le marché (*).

Les dispositions adoptées à cette fin, les hauteurs des parois concernées, et le mode de réalisation des joints, s'ils ne sont pas fixés par le marché, sont fixés par l'entrepreneur, qui les soumet au visa du maître d'œuvre.

45.2. Armatures

45.2.1. Généralités

Sauf dispositions différentes du marché, les parois sont armées sur toute leur hauteur. Le ferrailage minimum est celui défini par le fascicule 62, titre V, du C.C.T.G. (Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil) (*) pour les pieux exécutés en place.

De plus, lorsque la paroi assure un rôle d'étanchéité, l'écartement des armatures transversales n'excède pas 25 cm.

45.2.2. Tubes

* Quelle que soit leur destination, les tubes doivent être rigides, étanches, et protégés durant les travaux contre toute détérioration susceptible de nuire à leur utilisation.

45.2.3. Enrobage

45.2.4. Dispositions relatives à la manutention et au bétonnage

* Conformément au fascicule 65-A du C.C.T.G., la continuité mécanique des armatures est réalisée par recouvrement ou par manchonnage.

** Les aciers de liaison visés concernent, par exemple, ceux destinés à reporter l'action d'un tirant ou d'un buton sur la largeur d'un panneau.

45.2.2. Tubes

Les tubes d'auscultation, d'injection etc., sont placés de façon à ne pas nuire au bon enrobage des armatures (*).

45.2.3. Enrobage

Sauf dispositions différentes du marché, l'épaisseur du béton qui enrobe les armatures est au moins égale à 4 cm ; cette épaisseur est portée à 7 cm en site moyennement agressif ou agressif et à 9 cm en site marin. Cet enrobage est obtenu à l'aide de centreurs dont la répartition et le nombre sont adaptés aux dimensions et à la géométrie de la cage d'armatures. Ces centreurs doivent présenter une résistance à la corrosion au moins égale à celle du béton de la paroi.

45.2.4. Dispositions relatives à la manutention et au bétonnage

Outre les justifications relatives à la résistance de la paroi finie, la conception des cages d'armatures et, en particulier, le choix des diamètres des fers, doit leur assurer une rigidité suffisante pour limiter les déformations lors des opérations de manutention, ainsi que tout risque de flambement pendant le bétonnage. Cette rigidité doit être améliorée par adjonction de barres obliques disposées et fixées de façon à obtenir un contreventement effectif de la cage.

Les cages d'armatures sont munies de dispositifs de levage qui permettent leur manutention sans nuire à leur intégrité.

Lorsque les cages d'armatures sont constituées de plusieurs tronçons dans le sens vertical, leur assemblage est effectué avant ou pendant leur descente dans le forage, en tenant compte des sollicitations auxquelles les cages sont soumises au cours de leur mise en œuvre et du bétonnage (*).

Lorsque les armatures d'un panneau sont constituées dans le sens horizontal de plusieurs cages, l'entrepreneur soumet au visa du maître d'œuvre les dispositions qu'il compte prendre pour effectuer la mise en place de ces différentes cages et assurer, s'il y a lieu, les liaisons nécessaires entre celles-ci (**).

Lorsque la partie inférieure de la cage d'armatures est façonnée en panier, le passage à travers ce panier de la ou des colonnes de bétonnage jusqu'au fond de l'excavation doit être possible.

45.2.5. Armatures en attente et réservations

- * Les liaisons peuvent être assurées par :
- des armatures en attente qui sont dépliées,
- des manchonnages,
- des barres scellées après dégagement des parois.

45.3. Mise en place des dispositifs de soutien ou d'appui

Article 46 : Implantation.

46.1. Généralités

46.2. Plan de panneautage

* L'attention est attirée sur le fait qu'une étude soignée du panneautage, et en particulier, une bonne adaptation de la longueur et de l'ordre d'exécution des panneaux aux conditions locales de sol, de site et d'environnement, est une condition essentielle pour assurer la qualité des parois et limiter les aléas d'exécution.

45.2.5. Armatures en attente et réservations

Lorsque des armatures en attente sont repliées le long d'une face, elles sont attachées à la cage d'armatures de manière à empêcher tout mouvement au cours des opérations de manutention et de bétonnage. De même, les dispositifs d'ancrage pour tirants ou tous autres éléments introduits dans l'excavation en même temps que la cage d'armatures et susceptibles de mouvements au cours du bétonnage sont rigidement solidarités aux aciers constituant la cage d'armatures.

Par ailleurs, tous ces éléments rapportés sont conçus de sorte à ne pas constituer de zones de rétention de boue ou de béton pollué lors du bétonnage du panneau.

45.3. Mise en place des dispositifs de soutien ou d'appui

Les prescriptions de l'article 38.6 relatives à la mise en place des dispositifs de soutien et d'appui des ouvrages réalisés en palplanches à module sont applicables sauf en ce qui concerne l'utilisation de tirants passifs, qui doit rester exceptionnelle.

Article 46 : Implantation.

46.1. Généralités

Les dispositions de l'article 5. s'appliquent aux ancrages, étaitements et liaisons aux autres structures.

46.2. Plan de panneautage (*)

Aussi bien pour les ouvrages provisoires que définitifs, l'entrepreneur établit un plan de panneautage et une note explicative détaillée qu'il soumet au visa du maître d'œuvre. Outre l'implantation et les dimensions de chaque panneau, ces documents précisent et justifient les conditions de leur exécution, et notamment leur mode et leur ordre d'exécution, ainsi que les travaux préalables nécessaires à l'exécution de ces panneaux.

46.3. Tolérances

* Les tolérances ne peuvent être fixées indépendamment des conditions d'exécution et doivent tenir compte de la nature du site, des caractéristiques des terrains rencontrés et de la profondeur des parois. Il convient de noter que les contraintes géométriques peuvent être aussi sévères, voire plus sévères, pour certains ouvrages provisoires que pour certains ouvrages définitifs.

** Le cumul des tolérances d'implantation et d'inclinaison des parois peut conduire à des écarts assez importants au pied de la hauteur dégagée. Il convient d'en tenir compte dans certains cas pour respecter des contraintes géométriques liées à la destination de l'ouvrage.

*** Le bon recouvrement entre deux panneaux adjacents, outre l'esthétique de l'ouvrage conditionne bien entendu son étanchéité.

***.* La tolérance de planéité des parements dépend directement de la destination de l'ouvrage et conditionne généralement le choix des traitements de surface prévus pour les ouvrages définitifs.

Article 47 : Mise en œuvre.

47.1. Dispositifs de guidage et d'alignement

* Les dispositifs d'alignement des panneaux et de guidage des outils sont souvent constitués de deux murets parallèles, appelés murettes-guides. Ces murettes permettent de matérialiser l'implantation des parois, de guider les outils de forage, notamment pour l'exécution des premiers mètres, et de maintenir les terres de surface, qui ont tendance à s'ébouler du fait de leur nature, de la circulation d'engins lourds, du choc des outils de forage, etc. Elles servent aussi, dans une certaine mesure, de réservoir de boue en cas de perte brutale.

La précision de l'implantation de la paroi, sa verticalité, et la précision du positionnement de la cage d'armatures, dépendent directement de la rigueur avec laquelle les murettes-guides sont réalisées.

** Cette prescription vise à la fois les remblais derrière les murettes-guides, lorsqu'il y en a, qui doivent être stables, et ces dernières, qui peuvent être soumises à des efforts importants notamment lorsque des engins lourds circulent à proximité ou lors de l'extraction des tubes-joints. Il y a lieu généralement de butonner les murettes entre elles.

46.3. Tolérances

Si elles ne sont pas fixées par le marché (*), les tolérances concernant l'exécution de chaque panneau sont les suivantes :

- L'implantation de la paroi dans la direction perpendiculaire à son plan ne doit pas différer de plus de 2 cm de sa position théorique, au niveau des murettes-guides.
- L'inclinaison de chaque panneau doit être inférieure à 1% (**).
- Le décalage entre deux panneaux adjacents au niveau de leur joint commun ne peut excéder 5 cm sur la partie dégagée des parois (**).
- Les excroissances ou hors profils des faces vues par rapport à leur plan moyen (ledit plan moyen devant respecter les tolérances ci-dessus) ne peuvent dépasser 8 cm pour les bosses et 2 cm pour les creux (**.*).

Article 47 : Mise en œuvre.

47.1. Dispositifs de guidage et d'alignement

Sauf dispositions différentes du marché l'exécution en surface de dispositifs d'alignements des panneaux et de guidage des outils de forage est obligatoire (*).

La précision d'implantation de ces dispositifs et la précision avec laquelle est définie leur cote d'arase sont fixées de manière à assurer respectivement le respect des tolérances d'implantation des parois et de positionnement des cages d'armatures.

Ces dispositifs sont conçus et réalisés de manière à résister, sans déformations incompatibles avec les tolérances ci-dessus, aux efforts auxquels ils sont soumis durant l'exécution (**).

47.2. Exécution de l'excavation

47.2.1. Maintien des parois de l'excavation

* Par terrains meubles, il faut entendre ceux susceptibles de s'ébouler ou de s'altérer sous l'action de l'eau.

47.2.2. Niveau de la boue

47.2.3. Fluctuations limites du niveau de la boue

47.2.4. Perte de boue

47.2.5. Conduite de l'excavation.

47.2. Exécution de l'excavation

47.2.1. Maintien des parois de l'excavation

Sauf dispositions différentes du marché, les parois des excavations sont maintenues par une boue de forage pendant leur exécution et jusqu'à la fin de leur bétonnage. Toutefois, une exécution à sec des panneaux peut être tolérée pour ceux qui ne se situent pas à proximité immédiate d'ouvrages ou de constructions existants, et sous réserve :

- que des justifications particulières soient soumises au visa du maître d'œuvre en ce qui concerne la stabilité des parois,
- qu'en terrain meuble (*), l'excavation soit effectuée au-dessus du niveau piézométrique de la ou des nappes,
- que la mise à disposition immédiate de boue en quantité suffisante soit assurée en cas de besoin.

47.2.2. Niveau de la boue

47.2.3. Fluctuations limites du niveau de la boue

47.2.4. Perte de boue

Les dispositions des articles 26.8.3, 26.8.4 et 26.8.5 relatives aux pieux forés à la boue sont applicables, étant entendu que les dispositifs de guidage et d'alignement tiennent lieu de virole ou murettes guides.

En outre, sauf justifications particulières visées par le maître d'œuvre, le niveau de la boue dans la tranchée ne descend pas à plus de 50 cm sous le niveau supérieur du dispositif de guidage et d'alignement.

47.2.5. Conduite de l'excavation.

Le creusement d'une excavation ne peut être entrepris qu'après la prise du béton du ou des panneaux adjacents. L'utilisation du trépan ou de tout matériel susceptible de provoquer des désordres dans les panneaux déjà bétonnés ne peut être envisagée que lorsque le béton de ces derniers présente une résistance suffisante pour supporter sans dommage les efforts consécutifs à l'utilisation de ces matériels.

Lorsque des différences sont constatées entre les caractéristiques ou les niveaux des couches de sol rencontrées et ceux attendus d'après les informa-

* Cette recommandation est particulièrement importante pour les enceintes travaillant en voûte et pour celles devant assurer une étanchéité.

47.2.6. Mise en œuvre des tubes-joints ou joints préfabriqués

47.3. Manutention, stockage et mise en place des cages d'armatures

47.4. Conduite du bétonnage

* Il résulte notamment de l'article 26.2.1. qu'un panneau ne peut être bétonné avant curage du fond du forage.

** Il peut être nécessaire d'utiliser plusieurs colonnes de bétonnage en fonction de la longueur du panneau.

47.5. Arasement et recépage des panneaux

tions fournies par les documents visés à l'article 2.1 et que ces différences sont de nature à remettre en cause les hypothèses prises en compte pour justifier l'ouvrage, l'entrepreneur le signale sans délai au maître d'œuvre en vue de fixer avec lui, s'il y a lieu, de nouvelles dispositions à prendre.

Les surfaces de contact de l'excavation en cours de creusement avec le ou les panneaux adjacents déjà bétonnés sont nettoyées en vue d'assurer un bon contact entre ces panneaux au niveau des divers joints (*).

47.2.6. Mise en œuvre des tubes-joints ou joints préfabriqués

Lorsque le procédé d'exécution requiert l'emploi de tubes-joints ou de joints préfabriqués descendus après ou pendant la mise en place dans l'excavation de la cage d'armatures, l'entrepreneur soumet au visa du maître d'œuvre les dispositions qu'il compte prendre pour éviter la détérioration de la cage.

47.3. Manutention, stockage et mise en place des cages d'armatures

Les dispositions de l'article 26.1. relatives aux pieux exécutés en place sont applicables.

47.4. Conduite du bétonnage

Les dispositions de l'article 26.2. relatives aux dispositions communes au bétonnage des pieux (*), ainsi que les dispositions de l'article 26.8.6. relatives au bétonnage des pieux forés à la boue sont applicables (**).

47.5. Arasement et recépage des panneaux

L'arasement du béton des panneaux est conduit de sorte que le béton situé sous la cote théorique de recépage ait les qualités requises.

Le recépage est exécuté après durcissement suffisant du béton ; il est conduit en vue d'éliminer tout béton de qualité insuffisante et poursuivi jusqu'à ce que la tête des panneaux atteigne le niveau théorique de recépage.

Si l'élimination du béton de qualité insuffisante amène le niveau réel de recépage au-dessous du niveau théorique prévu, l'entrepreneur est tenu de reconstituer le panneau jusqu'à ce dernier niveau à l'aide d'un procédé soumis au visa du maître d'œuvre.

47.6. Conduite des terrassements autour des parois

47.6. Conduite des terrassements autour des parois

Les phases de terrassement autour des parois, celles d'épuisement des eaux ou de rabattement des nappes, de butonnage ou d'ancrage éventuelles sont conduites conformément aux hypothèses prises en compte dans les justifications. Toute modification des phases d'exécution initialement prévues ne peut être entreprise qu'avec l'accord du maître d'œuvre et sous réserve de justifications particulières établies par l'entrepreneur et soumises au visa du maître d'œuvre.

Lorsqu'en cours d'exécution les déformations de l'ouvrage traduisent un comportement anormal, ou que des désordres paraissent affecter le sol environnant, l'entrepreneur, après avoir pris les éventuelles mesures de sécurité qui s'imposent, en avertit immédiatement le maître d'œuvre en vue de fixer les dispositions à prendre.

47.7. Traitement des parements

47.7. Traitement des parements

La nature, les caractéristiques et la quantité des produits utilisés pour le traitement des parements dégagés sont soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

Article 48: Essais et contrôles.

Article 48 : Essais et contrôles.

48.1. Constats relatifs à l'exécution

48.1. Constats relatifs à l'exécution

Sauf dispositions différentes du marché, l'entrepreneur fournit au maître d'œuvre des constats en deux exemplaires indiquant notamment, pour chaque panneau, sitôt son exécution terminée :

- son numéro d'identification, tel qu'il a été défini sur le plan de panneau-tage et ses principales caractéristiques géométriques,
- la date et l'heure de début et de fin des principales phases d'exécution du panneau (creusement de l'excavation, curage, équipement de l'excavation, bétonnage),

* On entend par surconsommation anormale celle qui ne résulte pas de la seule surlargeur des outils.

** Cet alinéa concerne les incidents et anomalies de faible importance constatés en cours d'exécution, qui ne peuvent remettre en cause les hypothèses de calcul prises en compte dans les justifications ou la qualité des travaux. Ils ne nécessitent pas de ce fait d'être signalé sans délai au maître d'œuvre. C'est par exemple le cas d'une faible perte de boue en cours d'excavation, rapidement stabilisée, des différences de faible importance entre les cotes des principales couches de sol telles qu'elles ressortent de l'exploitation du dossier géotechnique et celles réellement constatées, etc.

48.2. Vérification de l'implantation des parois

48.3. Essais d'information

- la cote de la plate-forme de travail, s'il y a lieu celle du toit du substratum et la cote d'arrêt de l'excavation,
- s'il y a lieu les zones où l'emploi du trépan ou un changement d'outil a été nécessaire,
- la courbe de bétonnage réelle, superposée à la courbe de bétonnage théorique et assortie, s'il y a lieu, d'explications relatives aux surconsommations anormales (*),
- les incidents éventuels et les anomalies constatés en cours d'exécution du panneau (**).

En outre, un exemplaire du plan de panneautage est tenu à jour sur le chantier par l'entrepreneur par report des indications suivantes :

- dates d'exécution des panneaux,
- écarts d'implantation, d'orientation et d'inclinaison éventuellement supérieurs aux tolérances définies à l'article 46.3.

48.2. Vérification de l'implantation des parois

Toutes les parois donnent lieu avant la mise en œuvre de la superstructure à une vérification contradictoire de l'implantation effectuée à la cote théorique de recépage par le maître d'œuvre en présence de l'entrepreneur

48.3. Essais d'information

Sauf dispositions différentes du marché, les constats d'exécution définis ci-dessus sont complétés par des essais d'information. Ces essais sont effectués par l'entrepreneur. Leur nombre est fixé soit par le marché, soit par le maître d'œuvre.

Les résultats correspondants font l'objet de rapports soumis au visa du maître d'œuvre au fur et à mesure du déroulement des travaux. Le choix des lieux d'essais est fixé par le maître d'œuvre. Pour chaque essai d'information :

- Un échantillon de terrain, même très remanié, mais caractéristique de chaque couche traversée, est conservé par l'entrepreneur jusqu'à la réception des travaux de façon à pouvoir être mis à tout instant à la disposition du maître d'œuvre.
- Chaque échantillon est conservé à l'abri du gel dans un emballage étanche portant le numéro d'identification du pieu du plan de pilotage et la profondeur du prélèvement par rapport à la plate-forme de travail.

48.4. Essais de contrôle

48.4. Essais de contrôle

S'ils ne sont pas fixés par le marché, le nombre, la nature et les modalités d'exécution des essais de contrôle éventuels sont fixés par le maître d'œuvre en cours d'exécution ou après celle-ci.

Article 49 : Plan d'assurance de la qualité.

Article 49 : Plan d'assurance de la qualité.

* La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces est donnée ci-dessous à titre indicatif ; elle doit être adaptée et éventuellement complétée, en fonction des conditions particulières à chaque chantier.

La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces (*) est définie par le marché ou, à défaut, soumise par l'entrepreneur au maître d'œuvre.

Points d'arrêt

- démarrage d'une excavation de la paroi après traitement de sol,
- essais de contrôle éventuels.

Points critiques

- démarrage de la première excavation dans chaque zone de réalisation,
- implantation des parois,
- recépage,
- traitement de sol.

Interfaces

- liaison avec les semelles, longrines et structures portées,
- points de référence nécessaires aux implantations,
- coordination avec les terrassements généraux.

CHAPITRE VIII

PAROIS PRÉFABRIQUÉES SCELLÉES DANS LE SOL

Article 50 : Domaine d'application.

* Il ne s'applique pas, notamment, aux parois jouant un rôle d'étanchéité seule, pour lesquelles une adaptation de la plupart des articles est nécessaire.

Article 51 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

51.1. Fluide de forage

* Les caractéristiques du coulis juste avant mise en œuvre des éléments préfabriqués conditionnent le bon déroulement de cette opération.

51.2. Coulis ou béton de scellement

CHAPITRE VIII

PAROIS PRÉFABRIQUÉES SCELLÉES DANS LE SOL

Article 50 : Domaine d'application.

Le présent chapitre s'applique aux parois préfabriquées en béton scellées dans le sol qui jouent des rôles de soutènement ou de portance (*).

Article 51 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

51.1. Fluide de forage

Le fluide de forage doit être adapté aux caractéristiques des sols et des eaux rencontrés en cours d'excavation, de façon à assurer la stabilité des parois du forage, à permettre une mise en œuvre correcte des panneaux préfabriqués et, s'il y a lieu, du coulis de scellement.

L'entrepreneur doit disposer sur chantier d'un laboratoire où les paramètres caractéristiques des coulis liquides et des boues, s'il y a lieu, peuvent être mesurés à tout instant, ainsi que d'un matériel de prélèvement de coulis ou de boue à n'importe quel niveau dans les excavations avant insertion des éléments préfabriqués (*).

Sauf dispositions différentes du marché, les valeurs et tolérances des paramètres caractéristiques des coulis considérés comme fluide de forage sont soumises par l'entrepreneur au visa du maître d'œuvre.

S'il est fait emploi d'une boue de forage, les prescriptions de l'article 23.3 relatif aux pieux exécutés en place sont applicables.

51.2. Coulis ou béton de scellement

Sauf dispositions différentes du marché, l'étude du coulis ou béton de scellement est conduite suivant les prescriptions de l'article 5 dans le but de satisfaire aux conditions suivantes :

- assurer une fluidité adaptée à la géométrie des excavations et des éléments préfabriqués qui doivent y être introduits,

- permettre la pose dans l'excavation de la totalité des éléments préfabriqués qui y sont introduits avant tout début de prise,
- obtenir les qualités requises eu égard à la destination de l'ouvrage tant en phase provisoire qu'en phase définitive, à savoir résistance mécanique et perméabilité.

Sauf dispositions différentes du marché, les valeurs et tolérances des paramètres caractéristiques des coulis de scellement sont soumises par l'entrepreneur au visa du maître d'œuvre.

51.3. Béton constitutif des panneaux

51.3. Béton constitutif des panneaux

Sauf dispositions différentes du marché, les prescriptions de l'article 5.2. sont complétées par un dosage minimal en ciment du béton de 350 kg/m³.

51.4. Produits de traitement des parements

* Les produits employés sur les parements destinés à être dégagés ont généralement pour but de faciliter l'enlèvement du coulis de scellement. D'autres produits tels que, par exemple, des produits d'étanchéité, peuvent être utilisés.

51.4. Produits de traitement des parements

La nature, les caractéristiques et la quantité des produits utilisés pour le traitement des parements vus ou cachés des panneaux préfabriqués sont soumis à l'agrément du maître d'œuvre (*).

Article 52 : Dispositions constructives.

Article 52 : Dispositions constructives.

52.1. Forme des panneaux, joints

52.1. Forme des panneaux, joints

Les dispositions de l'article 45.1. relatif aux parois moulées dans le sol sont applicables.

52.2. Armatures

52.2. Armatures

Sauf dispositions différentes du marché, les dispositions de ferrailage sont régies par le fascicule 65-A du C.C.T.G., relatif à l'exécution des ouvrages en béton armé.

52.3. Mise en place des dispositifs de soutien ou d'appui

52.3. Mise en place des dispositifs de soutien ou d'appui

Les prescriptions de l'article 38.6 relatives à la mise en place des dispositifs de soutien et d'appui des ouvrages réalisés en palplanches à module sont applicables sauf en ce qui concerne l'utilisation de tirants passifs, qui doit rester exceptionnelle.

Article 53 : Implantation.

53.1. Généralités

53.2. Plan de panneautage

L'attention est attirée sur le fait qu'une étude soignée du panneautage, et, en particulier, une bonne adaptation de la longueur et de l'ordre d'exécution des excavations aux conditions locales de sol, de site et d'environnement, est une condition essentielle pour limiter les aléas d'exécution.

* Cette disposition ne concerne que les procédés qui consistent à réaliser les excavations sous boue thixotropique et à substituer à celle-ci un coulis ou du béton, avant ou après insertion des éléments préfabriqués.

** Par travaux préalables, on entend notamment les terrassements nécessaires à la préparation de la plate-forme de travail, l'exécution d'ouvrages provisoires de soutènement par exemple, les traitements des terrains en vue de les consolider ou de les étancher, les substitutions de terrains, etc.

53.3. Tolérances

* Il convient de noter que les contraintes géométriques peuvent être aussi sévères, voire plus sévères, pour certains ouvrages provisoires que pour certains ouvrages définitifs.

** Le cumul des tolérances d'implantation et d'inclinaison des parois peut conduire à des écarts assez importants au pied de la hauteur dégagée. Il convient d'en tenir compte dans certains cas pour respecter des contraintes géométriques liées à la destination de l'ouvrage.

Article 53 : Implantation.

53.1. Généralités

Les dispositions de l'article 5. s'appliquent aux ancrages, étaitements et liaisons aux autres structures.

53.2. Plan de panneautage

Aussi bien pour les ouvrages provisoires que définitifs, l'entrepreneur établit un plan de panneautage et une note explicative détaillée qu'il soumet au visa du maître d'œuvre. Outre les dimensions de chaque excavation et l'implantation et les dimensions de chacun des éléments préfabriqués, ces documents précisent et justifient les conditions d'exécution des parois, et notamment :

- Le mode et l'ordre d'exécution des excavations,
- s'il y a lieu, le mode de substitution de la boue de forage après exécution de chaque excavation, soit par un coulis, soit par du béton (*),
- l'ordre d'insertion des éléments préfabriqués dans les excavations lorsque celles-ci sont destinées à en recevoir plusieurs,
- la nature et le mode d'exécution des travaux préalables prévus, nécessaires à l'exécution des parois (**).

53.3. Tolérances

Si elles ne sont pas fixées par le marché (*), les tolérances concernant l'exécution de chaque panneau sont les suivantes :

- L'implantation du panneau dans la direction perpendiculaire à son plan ne doit pas différer de plus de 1 cm de sa position théorique au niveau des murettes-guides.
- L'inclinaison de chaque panneau doit être inférieure à 1% (**).
- Le décalage entre deux panneaux adjacents au niveau de leur joint commun ne peut excéder 2 cm sur la partie dégagée des parois.

Article 54 : Mise en œuvre.

54.1. Dispositifs d'alignement, de guidage et de suspension

Les dispositifs d'alignement des panneaux et de guidage des outils sont souvent constitués de deux murets parallèles, appelés murettes-guides. Ces murettes permettent de matérialiser l'implantation des parois, de guider les outils de forage, notamment pour l'exécution des premiers mètres, et de maintenir les terres de surface, qui ont tendance à s'ébouler du fait de leur nature, de la circulation d'engins lourds, du choc des outils de forage, etc. Elles servent aussi de support rigide et stable aux panneaux préfabriqués, suspendus dans les excavations jusqu'à la prise du coulis.

La précision de l'implantation de la paroi dépend directement de la rigueur avec laquelle les murettes-guides sont réalisées.

* Cette prescription vise à la fois les remblais derrière les murettes-guides, lorsqu'il y en a, qui doivent être stables, et ces dernières, qui peuvent être soumises à des efforts importants notamment lorsque des engins lourds circulent à proximité. Il y a lieu généralement de butonner les murettes entre elles, les butons étant ôtés localement lors de l'exécution de l'excavation et la mise en place des panneaux.

54.2. Exécution de l'excavation

54.2.1. Maintien des parois de l'excavation

54.2.2. Niveau du fluide de forage

54.2.3. Fluctuations limites du niveau du fluide de forage

54.2.4. Perte de fluide de forage

54.2.5. Conduite de l'excavation.

Article 54 : Mise en œuvre.

54.1. Dispositifs d'alignement, de guidage et de suspension

Sauf dispositions différentes du marché l'exécution en surface de dispositifs d'alignement des excavations et des panneaux préfabriqués et de guidage des outils de forage est obligatoire.

La précision d'implantation de ces dispositifs et la précision avec laquelle est définie leur cote d'arase sont fixées de manière à assurer le respect des tolérances d'implantation et de positionnement des panneaux préfabriqués.

Ces dispositifs sont conçus et réalisés de manière à résister, sans déformations incompatibles avec les tolérances ci-dessus, aux efforts auxquels ils sont soumis durant l'exécution (*), et, en particulier, au poids des éléments préfabriqués suspendus dans les excavations avant prise du coulis de scellement.

54.2. Exécution de l'excavation

54.2.1. Maintien des parois de l'excavation

54.2.2. Niveau du fluide de forage

54.2.3. Fluctuations limites du niveau du fluide de forage

54.2.4. Perte de fluide de forage

54.2.5. Conduite de l'excavation.

Les dispositions des articles 47.2.1. à 47.2.5. relatifs aux parois moulées dans le sol sont applicables, étant entendu que la boue de forage peut être remplacée par un coulis.

54.2.6. Curage de l'excavation

* La technique des parois préfabriquées ne nécessite généralement pas un curage du type de celui effectué pour les parois moulées dans le sol.

54.2.7. Substitution du coulis à la boue

54.3. Manutention, stockage et mise en œuvre des éléments préfabriqués

54.2.6. Curage de l'excavation

Sauf dispositions différentes du marché, les excavations sont nettoyées à l'issue de l'opération de creusement (*). Si elles ne sont pas fixées par le marché, les dispositions concernant le nettoyage, sont soumises par l'entrepreneur au visa du maître d'œuvre.

Dans le cas d'utilisation de boue, à l'issue de l'opération de nettoyage, les caractéristiques de la boue doivent continuer à assurer la stabilité de l'excavation et permettre sa substitution par le coulis de scellement dans les conditions définies à l'article 54.2.7. ci-après.

54.2.7. Substitution du coulis à la boue

Lorsque le procédé d'exécution utilise de la boue, celle-ci est remplacée par un coulis de scellement des éléments préfabriqués après nettoyage des excavations. Cette substitution s'effectue par des procédés permettant d'assurer un contact direct sol-coulis en fond d'excavation ainsi que la continuité du coulis, sans inclusion de boue, dans le reste de l'excavation.

Les moyens prévus pour assurer cette substitution et leurs conditions d'utilisation, sont soumis par l'entrepreneur au visa du maître d'œuvre.

Sauf dispositions différentes du marché, la durée écoulée entre la fin du nettoyage et le début de l'opération de substitution du coulis à la boue ne peut excéder trois heures.

54.3. Manutention, stockage et mise en œuvre des éléments préfabriqués

Tout élément préfabriqué qui présente avant son introduction dans l'excavation des dégradations susceptibles d'amoinrir, même localement mais de manière significative, la résistance de l'ouvrage, est remplacé. Dans les autres cas, l'élément préfabriqué peut faire l'objet de dispositions confortatives soumises par l'entrepreneur au visa du maître d'œuvre.

Les éléments préfabriqués sont introduits verticalement dans l'excavation, dans laquelle ils restent suspendus jusqu'à durcissement suffisant du coulis de scellement.

Lorsque la mise en œuvre d'un élément préfabriqué dans une excavation est gênée par un début de prise du coulis, l'élément est retiré et la partie d'excavation non encore équipée est excavée à nouveau en prenant les dispositions nécessaires, s'il y a lieu, pour assurer la réalisation du joint dans les conditions initialement prévues.

Les réglages nécessaires au positionnement définitif des éléments dans les excavations sont effectués avant tout début de prise du coulis.

54.4. Conduite des terrassements autour des parois

54.4. Conduite des terrassements autour des parois

Les dispositions de l'article 47.6. relatives aux parois moulées dans le sol sont applicables.

Article 55 : Essais et contrôles.

Article 55 : Essais et contrôles.

55.1. Constats relatifs à l'exécution

* Cet alinéa concerne les incidents et anomalies de faible importance constatés en cours d'exécution, qui ne peuvent remettre en cause les hypothèses de calcul prises en compte dans les justifications ou la qualité des travaux. Ils ne nécessitent pas de ce fait d'être signalé sans délai au maître d'œuvre. C'est par exemple le cas d'une faible perte de boue en cours d'excavation, rapidement stabilisée, des différences de faible importance entre les cotes des principales couches de sol telles qu'elles ressortent de l'exploitation du dossier géotechnique et celles réellement constatées, etc.

55.1. Constats relatifs à l'exécution

Sauf dispositions différentes du marché, l'entrepreneur fournit au maître d'œuvre des constats indiquant notamment, pour chaque panneau, sitôt son exécution terminée :

- son numéro d'identification, tel qu'il a été défini sur le plan de panneau-tage,
- la date et l'heure de début et de fin des principales phases d'exécution du panneau (creusement de l'excavation, curage, etc.),
- la cote de la plate-forme de travail,
- s'il y a lieu les zones où l'emploi du trépan ou un changement d'outil a été nécessaire,
- les incidents éventuels et les anomalies constatés en cours d'exécution du panneau (*).

55.2. Vérification de l'implantation des parois

55.2. Vérification de l'implantation des parois

55.3. Essais d'information

55.3. Essais d'information

55.4. Essais de contrôle

55.4. Essais de contrôle

Les dispositions des articles 48.2. à 48.4. relatives aux parois moulées dans le sol sont applicables.

Article 56 : Plan d'assurance de la qualité.

* La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces est donnée ci-dessous à titre indicatif ; elle doit être adaptée et éventuellement complétée, en fonction des conditions particulières à chaque chantier.

Points d'arrêt

- démarrage d'une excavation de la paroi après traitement de sol.

Points critiques

- démarrage de la première excavation dans chaque zone de réalisation,
- implantation des parois,
- traitement de sol.

Interfaces

- liaison avec les semelles, longrines et structures portées,
- point de référence nécessaire aux implantations,
- coordination avec les terrassements généraux.

Article 56 : Plan d'assurance de la qualité.

La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces (*) est définie par le marché ou, à défaut, soumise par l'entrepreneur au maître d'œuvre.

CHAPITRE IX PAROIS BERLINOISES

Article 57 : Domaine d'application.

* Dans le cas de profilés mis en place à l'intérieur d'un forage, la cavité du forage est, après cette mise en place, scellée au terrain par du béton de pieux forés, sur la hauteur de fiche et par de la grave-ciment, ou des cendres volantes, ou du coulis, ou quelquefois du béton, au-dessus de cette fiche.

** Ce blindage peut, par économie, n'être mis en place qu'au droit des horizons de terrains qui le nécessitent.

*** Ces plaques et ces longrines sont des éléments en bois, en métal ou en béton armé. Elles sont, quelquefois, remplacées par un voile de béton coulé en place ou projeté, le plus souvent armé au moyen d'un treillis soudé ou d'un grillage métallique.

***.* Lorsque des tirants sont utilisés, en l'absence de dispositions réglementaires, le marché rendra contractuelles les « recommandations concernant la conception, le calcul, l'exécution et le contrôle des tirants d'ancrage » établies par le bureau Sécuritas, encore appelées « Règles TA 86 ».

***.** Les parois « berlinoises » ou « parisiennes » sont en général provisoires mais elles peuvent quelquefois constituer des ouvrages à caractère définitif notamment lorsque tous leurs éléments constitutifs sont en béton armé préfabriqués, ou coulés ou projetés en place.

Le procédé des parois berlinoises est à exclure lorsque le niveau le plus bas de la partie terrassée pénètre dans une nappe d'eau située dans des terrains qui sont le siège de venues d'eau importantes.

CHAPITRE IX PAROIS BERLINOISES

Article 57 : Domaine d'application.

Le présent chapitre s'applique aux parois de soutènement et de blindage usuellement appelées « berlinoises » ou « parisiennes ».

Le procédé de la paroi berlinoise consiste à mettre en place dans le terrain, soit à l'intérieur de forages, soit par fonçage, au droit du périmètre de la future fouille, des profilés, généralement métalliques, verticaux, ou, quelquefois, légèrement inclinés.

Ces profilés sont espacés de un à quelques mètres les uns des autres (*). Le terrassement est conduit en blindant au fur et à mesure les parois au moyen de plaques de blindage (**) et, au besoin, de longrines prenant appui sur les ailes des profilés (***).

La stabilité de ces écrans est assurée par butonnage, étalement, ou par plusieurs nappes de tirants d'ancrage (**.*) scellées dans le terrain et fixées sur les profilés ou sur une lierne prenant appui sur ceux-ci.

Cette méthode est appelée « parisienne » lorsque les profilés sont remplacés par des poteaux préfabriqués en béton armé ou des pieux exécutés en place. Dans ce cas, le blindage est généralement assuré par un voile en béton armé coulé en place ou projeté (**.*).

Article 58 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

58.1. Béton ou coulis de scellement

* Lorsque, exceptionnellement, un béton ne peut être utilisé, ce qui est le cas, par exemple, du scellement au terrain d'éléments verticaux dans des forages de faible section, le scellement est réalisé au moyen d'un mortier ou d'un coulis à base de ciment.

Le dosage minimum en ciment de ces mortiers ou de ces coulis est de l'ordre de 500 kg/m³. Ils sont généralement mis en œuvre suivant une technique d'injection gravitaire.

58.2. Produits de comblement

* Les produits pour comblement généralement utilisés sont :

- des graves-ciments faiblement dosées en ciment,
- des coulis de cendres volantes,
- des coulis ou des mortiers à base d'argile, faiblement dosés en ciment.

Article 59 : Dispositions constructives.

59.1. Généralités

* Par caractéristiques des parois, il faut entendre, notamment :

- leur forme et leurs dimensions en plan et en élévation,
- les dispositions concernant leurs profilés et leurs éléments de blindage,
- la répartition des profilés en plan, et des éléments de blindage en profil et en coupe,
- les dispositions particulières adoptées aux angles des fouilles.

Article 58 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

58.1. Béton ou coulis de scellement

Sauf dispositions différentes du marché, l'étude du béton ou du coulis de scellement (*) des éléments verticaux est conduite suivant les prescriptions de l'article 56. dans le but de satisfaire aux conditions suivantes :

- assurer une fluidité adaptée à la géométrie des excavations et des éléments préfabriqués qui doivent y être introduits,
- permettre la pose et le réglage de l'élément dans l'excavation avant tout début de prise,
- obtenir les qualités de résistance requises par la destination de l'ouvrage, tant en phase provisoire qu'en phase définitive.

Sauf dispositions différentes du marché, les valeurs et tolérances des paramètres caractéristiques des bétons ou coulis de scellement sont soumises par l'entrepreneur au visa du maître d'œuvre.

58.2. Produits de comblement

Si elles ne sont pas définies par le marché, les natures et qualités des produits de comblement des cavités de forage au-dessus du scellement sont fixées par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur.

Le matériau de comblement doit posséder une cohésion en place suffisante pour ne pas s'ébouler au terrassement. Sauf disposition différente du marché, il doit également être suffisamment friable pour être terrassé commodément (*).

Article 59 : Dispositions constructives.

59.1. Généralités

S'ils ne sont pas fixés par le marché, la nature des parois, leur constitution, leur implantation, l'ensemble des caractéristiques nécessaires (*) à leur complète définition, les dispositions adoptées s'il y a lieu pour les ancrages, les étalements et les liaisons aux autres structures, sont fixés par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur.

Les dispositions constructives des pieux que constituent les profilés ou les structures foncées, profondées ou moulées dans le sol font l'objet des articles 17. et 24. Les dispositions relatives aux autres éléments sont régies par les fascicules du C.C.T.G. dont ils relèvent.

Les dispositions ci-dessus sont fixées de manière à conserver la stabilité des parois des fouilles au cours de l'excavation, à limiter les déformations du terrain à des valeurs susceptibles de n'engendrer aucun désordre dans les constructions et les ouvrages existants et à assurer à la paroi les qualités requises eu égard à leur destination ; elles tiennent compte des caractéristiques géologiques, géotechniques et hydrologiques définies dans les documents énumérés à l'article 2.1. et, s'il y a lieu, de l'influence des constructions et des ouvrages existants et des conditions particulières d'exécution imposées par le marché.

59.2. Éléments métalliques

59.2. Éléments métalliques

Les prescriptions de l'article 38. relatives aux dispositions constructives des palplanches sont applicables aux éléments métalliques intervenant dans la constitution ou le maintien des parois berlinoises.

59.3. Éléments en béton armé ou précontraint

59.3. Éléments en béton armé ou précontraint

Les dispositions des règles B.A.E.L., B.P.E.L. et du fascicule 65-A du C.C.T.G. s'appliquent aux éléments en béton armé ou précontraint intervenant dans la constitution et le maintien des parois berlinoises.

Les éléments en béton armé moulés dans le sol sont en outre conçus et exécutés suivant les dispositions relatives aux pieux exécutés en place du chapitre IV.

Lorsque des armatures en attente sont repliées dans une cage d'armatures ou un élément préfabriqué destiné à être descendu dans une excavation, elles sont soigneusement attachées aux aciers de la cage ou à l'élément auquel elles sont fixées.

De même, les dispositifs d'ancrage pour tirants, les réservations, ainsi que tous les autres éléments introduits dans une excavation en même temps qu'une cage d'armatures et susceptibles de bouger pendant le bétonnage ou la mise en place de produits de comblement, doivent être rigidement solidarités aux aciers constituant la cage d'armatures.

59.4. Éléments en béton projeté

* Les pièces annexes de ce fascicule pourront servir de guide à la rédaction du C.C.T.P.

59.5. Éléments en bois

* Il s'agit du document intitulé « Règles de calcul et de conception des charpentes en bois », encore appelé « Règles CB 71 ».

59.6. Dispositifs d'appui

* Des moments de flexion et des efforts de cisaillement parasites au niveau de la tête de tirants d'ancrage induits notamment par le flambement ou le ripage de butons mal contreventés ou mal calés sont les principales causes d'incidents graves.

59.7. Éléments en béton non armé

* Il s'agit du béton de scellement au terrain, de la base des éléments verticaux sur la hauteur de fiche, du béton banché non armé constituant quelquefois le blindage contre le terrain et du béton de comblement des cavités de forage au-dessus de leur scellement lorsque exceptionnellement une telle disposition est prévue.

59.4. Éléments en béton projeté

Les dispositions du fascicule 69 du C.C.T.G. (*) relatives au béton projeté contre des terres s'appliquent aux éléments de blindage en béton projeté, armé ou non.

59.5. Éléments en bois

Les dispositions du Document Technique Unifié relatif aux charpentes en bois (*) s'appliquent aux éléments en bois intervenant dans la constitution et le maintien des parois berlinoises.

59.6. Dispositifs d'appui

Lorsque la stabilité des ouvrages est assurée au moyen de butons ou de tirants, les dispositifs d'appui de ces organes sont conçus et réalisés conformément aux dispositions des fascicules du C.C.T.G. dont ils relèvent.

Leur conception et leur exécution sont conduites :

- afin d'assurer un bon contact avec la paroi, de sorte que les sollicitations transmises soient compatibles avec la résistance de celle-ci et n'engendrent pas de déformations locales permanentes,
- de manière à éviter toutes sollicitations parasites dans les tirants ou les butons susceptibles de nuire à la résistance ou la stabilité de la paroi (*).

Les liernes ou les cadres d'étaie sont :

- maintenus à leur niveau prévu par des supports liés aux éléments verticaux,
- solidarisés à ces éléments verticaux lorsqu'il existe un risque que certaines sollicitations tendent à les éloigner de la paroi.

59.7. Éléments en béton non armé

Sauf prescription différentes du marché, les dispositions du fascicule 64 du C.C.T.G., relatif aux ouvrages en maçonnerie, s'appliquent aux parties non armées (*) des parois berlinoises.

59.8. Scellement des éléments verticaux

Article 60 : Implantation.

60.1. Plan de pilotage

60.2. Tolérances

* Il convient d'observer que les contraintes géométriques peuvent être aussi sévères pour certains ouvrages provisoires que pour certains ouvrages définitifs.

La fixation des tolérances vis-à-vis des conditions d'exécution doit tenir compte en particulier de la nature du site et des caractéristiques des terrains.

Article 61 : Mise en œuvre.

61.1. Plan de mise en œuvre

59.8. Scellement des éléments verticaux

Lorsque le scellement est réalisé avec un béton, les dispositions constructives résultant de l'article 59.7 ci-dessus lui sont applicables.

Lorsque le scellement est réalisé avec un mortier ou un coulis, l'ancrage assuré doit être au moins aussi satisfaisant que celui qui serait obtenu au moyen d'un béton.

Article 60 : Implantation.

60.1. Plan de pilotage

L'implantation des pieux fait l'objet d'un plan de pilotage suivant les prescriptions de l'article 18. pour les pieux foncés dans le sol et de l'article 25. pour les pieux mis en place à l'intérieur d'un forage.

60.2. Tolérances

Si elles ne sont pas fixées par le marché, les tolérances sont fixées par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur en vue d'assurer la compatibilité entre les contraintes géométriques liées à l'ouvrage et les conditions d'exécution (*).

Elles portent notamment sur :

- l'implantation de l'ouvrage,
- la verticalité des parois dans le plan de l'ouvrage,
- la verticalité des parois dans le plan perpendiculaire à l'ouvrage,
- la rectitude des parements des blindages réalisés.

Article 61 : Mise en œuvre.

61.1. Plan de mise en œuvre

Qu'il s'agisse d'ouvrages définitifs ou d'ouvrages provisoires, l'entrepreneur établit un plan de mise en œuvre détaillé et le soumet au visa du maître d'œuvre. Outre l'implantation des parois, et des pieux ou profilés, ce plan précise :

- la cote du terrain naturel à la mise en œuvre,
- les toits des couches de terrain intéressées par les parois,
- la ou les nappes et les niveaux de circulation d'eau,
- les dispositifs de rabattement de nappe éventuels,
- les cotes théoriques du pied des éléments préfabriqués,
- la nature, les caractéristiques géométriques et mécaniques :
 - . des couches de terrain,
 - . des éléments de blindage avec leurs niveaux supérieur et inférieur,
 - . des butons,
 - . des tirants scellés dans le sol,
- les axes qui matérialisent, tant en coupe qu'en plan la position des liernes, des cadres, des butons et des tirants,
- pour les ouvrages provisoires, les contours extérieurs de l'ouvrage définitif ou de la partie de cet ouvrage à construire.

61.2. Programme de terrassement, de blindage et d'étaielement

61.2. Programme de terrassement, de blindage et d'étaielement

Il incombe à l'entrepreneur, d'établir un programme de terrassement, de blindage et d'étaielement détaillé et de le soumettre au visa du maître d'œuvre avant le commencement des travaux. Ce programme peut, en tant que de besoin, être adapté en cours d'exécution en fonction des constatations faites sur le chantier. Il indique notamment :

- la position en plan des parois et des plots de terrassement (par rapport à des éléments de repère),
- la géométrie en plan des plots de terrassement,
- la géométrie en coupe des tranches de terrassement,
- la nature et la géométrie en élévation et en coupe des tranches de blindage,
- le programme, par plot, des phases de terrassement,
- le programme, par plot, des phases de blindage,
- le programme, par plot de :
 - . la mise en place des butons et des étais,
 - . la mise en place et en tension des tirants,
- éventuellement le programme, par plot de :
 - . dépose des éléments de blindage ou de soutènement,
 - . dépose des butons et des étais,
 - . de détension des tirants,
- les dispositions adoptées pour les épaissements,
- les dispositions adoptées pour les rabattements de nappe.

61.3. Transport, manutention, stockage

* En outre, il est recommandé de conduire le stockage avec méthode en vue d'éviter toute erreur d'utilisation lorsque des éléments préfabriqués différents dans leur géométrie et leur résistance doivent être utilisés sur un même chantier (repérage des éléments).

61.4. Conduite des terrassements

* Chaque phase de terrassement doit faire l'objet d'une étude préalable de stabilité et de résistance, conformément à l'article 4. En particulier, l'excavation d'une tranchée est exécutée en une ou plusieurs phases pour la pose d'étaisements ou de tirants forés. Chaque phase ne doit pas être descendue plus bas que le niveau prévu. La stabilité de la paroi doit aussi rester assurée juste avant la mise en place des dispositifs d'appui.

61.5. Mise en place des dispositifs de soutien et d'appui

* Ces dispositifs sont constitués par des butons, des étais, des cadres, au besoin entretoisés, ou par des tirants d'ancrage scellés dans le sol. Ils appuient soit directement sur les éléments verticaux de la paroi, soit sur des appareils d'appui disposés sur ces éléments.

Ces dispositifs d'appui peuvent être des liernes, des cales et des chaises d'appui, en bois dur, en métal ou en béton, au besoin armé.

Article 62 : Essais et contrôles.

61.3. Transport, manutention, stockage

Toutes les opérations de transport, de manutention et de stockage des éléments préfabriqués, doivent être conduites avec soin à l'aide d'un matériel approprié de façon à n'engendrer aucune déformation permanente ni aucune fissuration de ces éléments et à éviter toute détérioration des attentes et des réservations (*).

61.4. Conduite des terrassements

Toute modification des phases d'exécution initialement prévues et justifiées par le calcul (*) ne peut être entreprise sans l'accord du maître d'œuvre.

Lorsqu'en cours d'exécution, les déformations constatées de l'ouvrage traduisent un comportement anormal de celui-ci ou que des désordres paraissent affecter le sol environnant, l'entrepreneur, après avoir pris les éventuelles mesures de sécurité qui s'imposent, en avertit le maître d'œuvre sans délai en vue de fixer les nouvelles dispositions à prendre.

Lorsque des venues d'eau apparaissent au cours du terrassement, des barbacanes constituées par des tubes sont réservées ou pratiquées à travers les blindages au droit des horizons qui sont le siège des venues d'eau.

61.5. Mise en place des dispositifs de soutien et d'appui (*)

Les butons ou les cadres sont calés sur les liernes ou directement sur l'élément vertical ou la chaise appui.

La limitation de la décompression des terres derrière les parois et assurée, s'il y a lieu, par la mise en précontrainte de compression des butons au moyen de vérins, la force de précontrainte étant fixée par un calcul tenant compte des phases de pose des différents lits d'étaisement.

Article 62 : Essais et contrôles.

Chaque élément constitutif de la paroi fait l'objet des essais et des contrôles définis par le fascicule du C.C.T.G. dont il relève ou par le marché.

Outre ces essais et contrôles, l'entrepreneur fournit au maître d'œuvre des constats relatifs à l'exécution, dont la teneur est définie ci-après.

Pour chaque tranche de blindage :

- le numéro d'identification tel qu'il a été défini sur le plan de terrassement, d'étaie et de blindage,
- la date et l'heure de début et de fin des principales phases d'exécution, à savoir :
 - . le terrassement,
 - . la purge,
 - . l'épinglage éventuel,
 - . la mise en place de treillis, de plaques et de longrines de blindage, de béton banché ou projeté,
- la cote de la plate-forme de travail.

Pour l'exécution des dispositifs de maintien d'appui, par phase d'étaie-ment :

- les numéros d'identification des divers éléments d'étaie et d'appui,
- la date et l'heure de début et de fin des principales phases d'exécution, à savoir :
 - . la pose de chaque buton ou de chaque groupe de butons ou de chaque cadre,
- . le calage de ces éléments,
- . le forage, la mise en place, le scellement et la mise en tension des tirants d'ancrage ou des groupes de tirants.

Par plot de dépose et pour chaque phase de dépose :

- les numéros d'identification des divers éléments déposés,
- la date et l'heure de début et de fin des principales phases de dépose, à savoir
 - . la dépose de blindages éventuels,
 - . la détension de chaque tirant ou de chaque groupe de tirants,
 - . la suppression du calage,
 - . la dépose de chaque élément d'étaie ou d'appui ou de chaque groupe de ces éléments.

* Il convient d'inclure ces dispositions dans le marché. Par ailleurs, outre les mesures de nivellement et de déplacement qui permettent de suivre les mouvements de la paroi, l'installation de dispositifs d'alerte en cas de chute peut être envisagée.

Suivant les dispositions de surveillance et de suivi prescrites par le marché (*) :

- des mesures de nivellement et de déplacement effectuées au droit de chaque plot intéressé, tant sur la paroi que sur les repères situés dans son environnement,
- les relevés des lectures dépouillées des appareils de mesure de la tension des tirants éventuellement équipés à cet effet,
- des incidents et des anomalies constatés au cours de chacune des principales phases d'exécution.

Article 63 : Plan d'assurance de la qualité.

* La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces est donnée ci-dessous à titre indicatif ; elle doit être adaptée et éventuellement complétée, en fonction des conditions particulières à chaque chantier.

Points d'arrêt

Points critiques

- implantation de la paroi.

Interfaces

- liaison avec les semelles, longrines et les structures portées (éventuelles),
- points de référence nécessaires aux implantations,
- coordination avec les terrassements généraux.

Article 63 : Plan d'assurance de la qualité.

La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces (*) est définie par le marché ou, à défaut, soumise par l'entrepreneur au maître d'œuvre.

CHAPITRE X RABATTEMENT DE NAPPE

Article 64 : Domaine d'application.

La technique du rabattement de la nappe aquifère peut être utilisée :

- soit comme procédé d'exécution de fondations, en abaissant le niveau piézométrique des nappes à un niveau tel qu'il permette l'exécution des travaux,
- soit comme procédé provisoire ou définitif destiné à réduire les pressions hydrostatiques auxquelles sont soumis certains ouvrages ou parties d'ouvrages.

Elle peut être employée seule ou, le cas échéant, combinée avec d'autres procédés, tels qu'écrans étanches, caissons, techniques de consolidation.

Elle est appliquée dans d'assez nombreux cas d'assèchement de fouilles en terrain moyennement perméable. Elle est particulièrement indiquée, voire dans certains cas nécessaire, lorsque l'épuisement direct ou l'existence de pressions hydrostatiques importantes est susceptible de compromettre la stabilité de la fouille, la stabilité ou la finalité des ouvrages et des installations voisines, ou d'être nuisible à la bonne exécution de l'ouvrage.

* Les puits de pompage sont des forages d'eau avec crépine à ouvertures calibrées avec, au besoin, un massif de gravier. Ils sont équipés d'un dispositif de pompage généralement constitué d'électropompes immergées. Ils sont surtout utilisés dans des chantiers d'assez longue durée et permettent un rabattement non limitatif dans des terrains pouvant être relativement perméables.

** Les pointes filtrantes sont mises en place par lançage ou introduites dans des forages. Elles sont constituées par une colonne d'exhaure de faible diamètre, avec une crépine à la base. Elles sont reliées, par un collecteur, à une ou plusieurs pompes à vide. Elles assurent un rabattement de l'ordre de 5 à 6 m, mais il est possible d'obtenir des rabattements supérieurs en disposant plusieurs étages de sondes filtrantes au fur et à mesure du terrassement. Elles peuvent être employées en terrain relativement peu perméable en raison de la forte densité des points d'exhaure et de l'essorage par le vide.

CHAPITRE X RABATTEMENT DE NAPPE

Article 64 : Domaine d'application.

La technique du rabattement de la nappe aquifère consiste essentiellement à abaisser le niveau piézométrique d'une ou plusieurs nappes souterraines en dessous d'une certaine cote à l'intérieur d'un périmètre donné.

Les procédés auxquels s'applique le présent chapitre sont les suivants :

- les puits de pompage (*),
- les pointes filtrantes (**),
- les tranchées drainantes (**).

*** Les tranchées drainantes sont des tranchées remplies de matériaux drainants dans lesquelles l'écoulement est gravitaire, les eaux étant ensuite relevées ou non par pompage. Une variante du procédé est constituée de drains continus horizontaux, généralement placés par une machine travaillant en continu, à la base d'une tranchée étroite. Les drains sont reliés à intervalles réguliers par un tube à un dispositif de pompage sous vide installé en surface. Ce procédé permet de rabattre le niveau piézométrique au ras d'un horizon imperméable. Il intervient le plus souvent en complément des autres dispositifs.

Certains autres procédés peuvent également être utilisés, de façon toutefois moins courante (drains subhorizontaux ou verticaux, puits de décharge, électro-osmose, etc.).

Article 65 : Documents d'étude.

* Le cas échéant il peut contenir, également, les résultats des mesures effectuées sur des installations de rabattements voisines de celles à réaliser.

Article 66 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

* Dans le cas d'un rabattement définitif, il est essentiel que le marché contienne de telles prescriptions.

Article 67 : Dispositions constructives.

- * Le marché fournit les renseignements suivants :
- cotes en contrebas desquelles doivent être maintenus les niveaux piézométriques des nappes après rabattement ;
 - dimensions limites des fouilles et périmètre à l'intérieur duquel doivent être implantées les installations de rabattement ;
 - durée du rabattement, compte tenu du programme général du déroulement des travaux ;
 - tolérances admissibles par rapport aux cotes, dimensions limites, périmètre et durée définis ci-dessus, ces données devant servir à définir les conditions de sécurité du chantier ;

Article 65 : Documents d'étude.

Dans le cadre d'application de l'article 2.1., le mémoire de synthèse géologique, géotechnique et hydrogéologique contient les informations disponibles concernant les résultats des essais de pompage (*).

Article 66 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

Sauf prescriptions différentes du marché, l'entrepreneur a, pour les rabattements provisoires (*), le libre choix des matériaux et produits à mettre en œuvre à cet effet.

Article 67 : Dispositions constructives.

Sauf prescriptions différentes du marché (*) l'entrepreneur établit, sur la base des données définies à l'article 65. ci-dessus et des renseignements complémentaires qu'il aura pu recueillir, une note technique définissant les installations qu'il propose de retenir et justifiant leurs caractéristiques.

Cette note comporte une partie distinguant les points qui intéressent la conception même de l'ouvrage :

- rappel des données et hypothèses prises en compte,
- méthodes de calcul utilisées,
- conception générale du projet, procédé choisi,

- débit maximum auquel les installations de l'entrepreneur doivent pouvoir faire face ;
- points de rejet des eaux d'exhaure ;
- conditions d'alimentation en énergie, et notamment :
 - . si l'énergie est fournie par le maître de l'ouvrage ou par l'entrepreneur,
 - . la nature de l'énergie,
 - . les points de branchement, avec tension et puissance disponibles,
 - . s'il y a lieu, de prévoir la fourniture d'énergie de secours (raccordement à des lignes différentes, mise à disposition de groupes électrogènes, réserves de carburant, etc.).
- dispositions particulières concernant les eaux superficielles, en tant que de besoin ;
- dispositions à prendre s'il y a lieu de maintenir les nappes à un niveau piézométrique déterminé dans certaines zones extérieures aux fouilles ;
- sensibilité des ouvrages et des installations aux effets du rabattement ;
- précautions particulières à prendre si nécessaire, en fonction de la nature des couches traversées et des caractéristiques des ouvrages, pour la mise en service des installations en début de travaux et leur repli en fin de travaux.

** Par dispositions spéciales relatives à certaines couches du sol, on entend par exemple :

- les dispositions résultant de la présence ou de la proximité de couches imperméables ou de perméabilité très différente,
- la réalisation d'écrans étanches ou d'un étage spécial de rabattement pour réduire localement le niveau piézométrique, notamment dans le cas d'une nappe artésienne.

*** Le marché précise si le dispositif de mesure et les mesures de débit font partie de l'entreprise ou sont à la charge du maître de l'ouvrage.

***.* Le marché précise le niveau maximum de la nappe à prendre en compte pour le calcul du surdimensionnement et les conditions de fonctionnement des rabattements pendant l'exécution des travaux et ultérieurement en cas de rabattements définitifs.

***.** Parmi les mesures de sécurité possibles, on peut noter le raccordement à des lignes différentes de distribution d'électricité et la mise à disposition de groupes électrogènes de secours.

- phases de rabattement,
- description des moyens correspondants,
- éventuellement dispositions spéciales relatives à certaines couches du sol (**) et au maintien des nappes aquifères à un niveau piézométrique donné à l'extérieur des fouilles,
- provenance et qualité des matériaux et matériels,
- dispositions et mesures envisagées pour contrôler le débit de l'installation (***),
- mesures de sécurité retenues au niveau de la conception (surdimensionnements, protection des ouvrages voisins, etc.) (**.*),
- mesures de sécurité retenues au niveau du fonctionnement (conditions d'entretien et de surveillance de l'ensemble du dispositif, alimentations électriques de secours, matériels de réserve, etc.) (**.*.*),
- dispositif de contrôle dans les conditions définies à l'article 68. ci-dessous.

Sauf prescriptions différentes du marché cette note est soumise au visa du maître d'œuvre dans le cas d'un rabattement provisoire et à son approbation dans le cas d'un rabattement définitif.

Sauf prescriptions différentes du marché définissant les circonstances et la durée d'un fonctionnement complémentaire, l'entrepreneur n'est pas tenu de maintenir ses installations de rabattement en fonctionnement en vue de l'exécution ultérieure de certains travaux ne faisant pas partie de son entreprise.

Article 68 : Contrôle de la mise en œuvre du rabattement.

* Des vérifications précises du comportement des nappes sont obligatoires lorsque le rabattement peut entraîner des dommages à l'extérieur des fouilles (tassements, abaissement du niveau des nappes, assèchement de sources ou puits, etc.).

Ces dispositifs sont, dans la mesure du possible, constitués de piézomètres. Ils peuvent être complétés par des observations directes, des mesures de débit, des tassomètres, etc.

Le contrôle du rabattement doit être particulièrement suivi par le maître d'œuvre au cas où il y a risque de dommages aux tiers.

Article 69 : Plan d'assurance de la qualité.

* La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces est donnée ci-dessous à titre indicatif ; elle doit être adaptée et éventuellement complétée, en fonction des conditions particulières à chaque chantier.

Points d'arrêt

Points critiques

Interfaces

- points de référence nécessaires aux implantations,
- coordination avec les terrassements généraux.

Article 68 : Contrôle de la mise en œuvre du rabattement.

Sauf dispositions différentes du marché, le comportement des nappes est vérifié par l'entrepreneur pendant toute la durée de leur rabattement, selon les dispositions qu'il a soumises au visa du maître d'œuvre, en ce qui concerne :

- la nature des dispositifs utilisés,
- la périodicité des relevés.

Toutefois, en cas de rabattement définitif, cette obligation cesse à la réception des travaux (*).

Article 69 : Plan d'assurance de la qualité.

La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces (*) est définie par le marché ou, à défaut, soumise par l'entrepreneur au maître d'œuvre.

CHAPITRE XI INJECTIONS EN FONDATIONS

Article 70 : Domaine d'application.

* Les vides peuvent avoir des dimensions variables, des plus grandes aux plus petites. Ils peuvent se situer dans le terrain de fondation ou dans les ouvrages de fondations eux-mêmes.

Les injections peuvent avoir :

- un caractère provisoire, lorsque le traitement a pour objet de permettre l'exécution d'une fondation,
- un caractère définitif, lorsque le traitement a pour objet d'améliorer les caractéristiques du terrain de fondation.

70.1. Traitement des terrains

* Les injections d'étanchement permettent la réalisation d'écrans réduisant les circulations souterraines (air, eau, hydrocarbures, ...).

** Les injections de consolidation ont pour objet d'améliorer les caractéristiques mécaniques du terrain.

*** Le remplissage des cavités a pour objet d'assurer leur consolidation et éventuellement leur étanchement.

70.2. Traitement des ouvrages

* Les injections de remplissage ont pour objet de remplir les vides créés autour des ouvrages de fondation lors de leur exécution.

** Les injections de collage ont pour objet de parfaire la liaison entre la fondation et le terrain. Elles sont généralement effectuées après exécution d'injections de remplissage.

*** Les injections de régénération ont pour objet d'améliorer les caractéristiques de résistance et d'étanchéité des ouvrages eux-mêmes.

CHAPITRE XI INJECTIONS EN FONDATIONS

Article 70 : Domaine d'application.

Le présent chapitre s'applique à la technique des injections, qui consiste à remplir les vides d'un milieu avec un produit liquide ou en suspension, appelé coulis, qui se solidifie plus ou moins rapidement dans le temps (*).

Pour le faire pénétrer, il est envoyé sous pression adaptée dans des forages qui traversent les terrains ou les ouvrages de fondation à traiter.

En fonction des objectifs recherchés on a recours aux types d'injections définis ci-après.

70.1. Traitement des terrains

Les traitements envisageables sont :

- étanchement (*),
- consolidation (**),
- remplissage de cavités (***)).

70.2. Traitement des ouvrages

Les traitements envisageables sont :

- remplissage (*),
- collage (**),
- régénération (***),
- joints de construction (***.*)).

***.* Ces injections ont pour objet d'assurer l'obturation des joints afin accroître l'étanchéité et la résistance de certains ouvrages en utilisant des dispositifs généralement mis en place à l'avance.

Article 71 : Documents d'études.

Article 71 : Documents d'études.

Dans le cadre d'application de l'article 2.1., le mémoire de synthèse géologique, géotechnique et hydrogéologique contient les informations disponibles concernant :

- la nature et l'état des terrains intéressés (granulométrie, anisotropie, minéralogie, degré de fissures, présence et dimensions de cavités, ...),
- leur hydrogéologie (coefficient de perméabilité, niveau piézométrique et évolution des nappes, chimie des eaux, température, ...),
- les résultats d'essais en place portant sur :
 - . la mesure des coefficients de perméabilité,
 - . les plots d'essais d'injection éventuels.

Article 72 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

Article 72 : Nature, provenance et qualités des matériaux.

* Les produits d'injection, coulis ou mortiers, peuvent être classés en deux catégories principales :

Sauf prescriptions différentes du marché, la provenance et les proportions des matières entrant dans la composition des produits à injecter (*) sont soumises au visa du maître d'œuvre par l'entrepreneur, après étude sur des produits préparés à l'aide du matériel de chantier et en tenant compte des conditions de terrain effectivement rencontrées (**).

- Les suspensions (stables ou instables), généralement à base de ciment :
 - suspension de ciment,
 - coulis argile ciment ou bentonite ciment,
 - mortier d'injection, coulis avec charge (sable, cendres volantes, filler),
 - coulis spéciaux :
 - . coulis à prise accélérée ou à rigidification contrôlée,
 - . coulis aérés, coulis gonflants, coulis mousse de ciment.
- Les liquides (solutions ou émulsions) :
 - gels, généralement à base de silicate de soude, permettant d'effectuer des injections d'étanchement et, selon la concentration en silicate et le choix du réactif (minéral ou organique), des injections de consolidation du terrain,
 - résines,
 - gels mixtes,
 - autres.

Les procédés et les matériels employés pour le dosage des constituants sont également soumis au visa du maître d'œuvre.

Leurs caractéristiques appartiennent généralement à la liste suivante :
décantation, ressuage, viscosité, densité, temps de prise, résistance mécanique.

** L'attention est attirée sur le fait qu'il peut être nécessaire d'ajuster sur chantier, après étude particulière, la composition des coulis en fonction des conditions de mise en œuvre : température et qualité de l'eau, qualités des matériaux utilisés.

Article 73 : Dispositions préalables.

* Le marché donne les précisions suivantes :

- But des injections, défini par rapport à la terminologie de l'article 70.
- Ouvrage traité :
 - géométrie de l'ouvrage,
 - s'il y a lieu, âge, nature et état des matériaux le constituant et sollicitations auxquelles il est soumis.
- Durabilité des injections à réaliser.
- Zones et volumes à traiter.
- Résultats à atteindre. Ces résultats peuvent en général être définis par référence à la liste suivante
 - Pour les injections d'étanchement par :
 - . la chute minimale du niveau piézométrique à travers l'écran,
 - . le débit résiduel admissible,
 - . dans certains cas, limite supérieure des coefficients de perméabilité à obtenir.
 - Pour les injections de consolidation par :
 - . les valeurs minimales de paramètres obtenus par des essais de laboratoire,
 - . les valeurs minimales de paramètres obtenus par des essais en place.
 - Pour le remplissage des cavités par :
 - . le degré de remplissage à atteindre,
 - . dans certains cas, les valeurs minimales de résistance du coulis à injecter.

Article 73 : Dispositions préalables.

Sauf prescriptions différentes du marché, l'entrepreneur soumet au visa du maître d'œuvre une note technique établie sur la base des données définies par les documents d'étude visés à l'article 71. ci-dessus et des renseignements qu'il aura pu recueillir ultérieurement (*).

Cette note technique comprend les parties suivantes :

- Rappel des données et hypothèses prises en compte :
 - . but des injections,
 - . description des terrains et de l'ouvrage à traiter,
 - . durabilité des injections,
 - . résultats à atteindre,
 - . zones et volumes à traiter.
- Conception générale du projet : pour chaque zone à traiter, maille d'implantation des forages, profondeur, équipement, méthode de perforation, ordre d'exécution.
- Méthode de mise en œuvre (**):
 - . ordre d'injection des forages,
 - . quantités maximales à injecter, éventuellement pression et débit limites d'injection pour chaque passe d'injection éventuelle,
 - . dispositions prévues en fonction des sujétions liées à l'environnement.

- Conditions d'alimentation en énergie et en eau.
- Conditions de rejet des effluents.
- Éventuellement, contraintes à respecter :
 - présence d'ouvrages dans le terrain à traiter, ou à proximité de celui-ci ;
 - préservation de la sécurité et du bon fonctionnement de l'ouvrage et des ouvrages voisins ;
 - préservation de la stabilité des terrains environnants ;
 - perturbations nuisibles à l'environnement telles que pollution de nappes ou perturbation dans l'écoulement des eaux.

** La mise en œuvre des injections est un problème délicat. Il convient d'adapter les méthodes et la technologie à chaque problème particulier.

Article 74 : Mise en œuvre des injections.

L'attention est attirée sur l'importance du contrôle de l'exécution, en raison de la difficulté de réaliser, dans bien des cas, un contrôle complet des résultats.

Dans les cas délicats, il convient de réaliser un état contradictoire des lieux et des ouvrages environnants avant le début des travaux.

Article 74 : Mise en œuvre des injections.

L'entrepreneur doit prendre toutes les dispositions nécessaires pour contrôler le volume, le débit et la pression des produits injectés, de manière à respecter le programme d'exécution visé à l'article 73. ci-dessus.

À cet effet, sauf stipulations contraires du marché, chaque appareil d'injection est équipé en permanence des dispositifs suivants :

- un manomètre indicateur,
- un manomètre enregistreur,
- s'il y a lieu, un limiteur de pression.

Pour chaque appareil d'injection, l'entrepreneur fournit un rapport sur lequel sont notés :

- la date et la durée de chaque travail,
- les numéros des forages traités et, s'il y a lieu, les profondeurs des passes injectées,
- la nature et les quantités des produits injectés,
- dans le cas où différentes passes sont exécutées pour une même nature d'injection, les pressions au début et à la fin de chaque passe.

L'entrepreneur conserve les diagrammes des pressions enregistrées, les tient à tout moment à la disposition du maître d'œuvre et les lui remet à la fin du chantier.

Article 75 : Contrôle des injections.

La liste des contrôles à réaliser doit être arrêtée dans chaque cas particulier en fonction de la nature des travaux et des objectifs à atteindre.

Les techniques et les modalités des contrôles sont définis par le marché.

L'entrepreneur devra en particulier proposer au maître d'œuvre la liste et la présentation des renseignements qu'il envisage de recueillir pour rendre compte des dispositions d'exécution des travaux et des résultats des contrôles qu'il aura effectués.

* Le marché précise les conditions (par qui et comment) dans lesquelles sont exécutées les différentes opérations de contrôle des résultats.

Article 76 : Plan d'assurance de la qualité.

* La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces est donnée ci-dessous à titre indicatif ; elle doit être adaptée et éventuellement complétée, en fonction des conditions particulières à chaque chantier.

Points d'arrêt

Points critiques

- essais de contrôle éventuels.

Interfaces

- points de référence nécessaires aux implantations,
- coordination avec les terrassements généraux.

Article 75 : Contrôle des injections.

Sauf dispositions différentes du marché, le contrôle des matériaux et les contrôles de l'exécution sont assurés par l'entrepreneur, selon des dispositions soumises au visa du maître d'œuvre.

L'entrepreneur doit disposer sur le chantier des moyens et des matériels nécessaires pour contrôler avec la fréquence fixée par le marché que la composition des produits est conforme à celle qui a été arrêtée.

Le contrôle des résultats est assuré par le maître d'œuvre (*). Il consiste à vérifier que les objectifs fixés sont atteints.

Article 76 : Plan d'assurance de la qualité.

La liste des points d'arrêt, des points critiques et des interfaces (*) est définie par le marché ou, à défaut, soumise par l'entrepreneur au maître d'œuvre.

Page laissée intentionnellement blanche

ANNEXE CONTRACTUELLE

DÉFINITION TECHNIQUE DES PRESTATIONS

SOMMAIRE

	Pages
CHAPITRE I. - DISPOSITIONS COMMUNES	111
Article 1. - Installations de chantier	111
Article 2. - Exécution	112
CHAPITRE II. - FONDATIONS DIRECTES SUR LE SOL	115
CHAPITRE III. - FONDATIONS PAR PIEUX PRÉFABRIQUÉS	115
Article 3. - Préfabrication des pieux	115
Article 4. - Mise en œuvre des pieux préfabriqués	115
CHAPITRE IV. - FONDATIONS PAR PIEUX EXÉCUTÉS EN PLACE ET PUITES	117
Article 5. - Exécution des pieux ou puits	117
CHAPITRE V. - FONDATIONS PAR CAISSONS	119
Article 6. - Installations particulières	119
Article 7. - Terrassements, maçonneries ou bétons, coulis et assise	119

	Pages
CHAPITRE VI. - PALPLANCHES ET RIDEAUX DE PALPLANCHES	121
Article 8. - Installation de l'atelier de fonçage	121
Article 9. - Fourniture et protection des palplanches	121
Article 10. - Mise en œuvre des palplanches	121
Article 11. - Tirants d'ancrage	122
CHAPITRE VII. - PAROIS MOULÉES	124
Article 12. - Exécution des tranchées	124
Article 13. - Exécution des parois	125
Article 14. - Finition des parois	125
CHAPITRE VIII. - PAROIS PRÉFABRIQUÉES SCELLÉES DANS LE SOL	126
Article 15. - Exécution des tranchées	126
Article 16. - Exécution des parois	126
Article 17. - Finition des parois	127
CHAPITRE IX. - PAROIS BERLINOISES	128
Article 18. - Exécution des éléments verticaux	128
Article 19. - Tirants d'ancrage	128
CHAPITRE X. - RABATTEMENT DE NAPPE	129
Article 20. - Installations particulières	129
Article 21. - Exécution des dispositifs de rabattement	130
Article 22. - Mise à disposition et fonctionnement des installations	131
Article 23. - Surveillance de l'installation de rabattement et contrôle des nappes	132

CHAPITRE XI. - INJECTIONS

- Article 24. - Perforation et équipement des forages**
- Article 25. - Exécution des injections**
- Article 26. - Contrôles**

132

132

132

133

Page laissée intentionnellement blanche

CHAPITRE I DISPOSITIONS COMMUNES

Les travaux de fondations ne constituent pas une finalité et sont donc associés à d'autres travaux pour la réalisation des ouvrages.

Cette imbrication nécessite une définition précise des tâches qui sont incorporées dans les prix de règlement, étant rappelé que, conformément à l'article 10.1 du C.C.A.G., les prix sont réputés comprendre toutes les dépenses et sujétions d'exécution normalement prévisibles.

Pour la fourniture et la mise en œuvre des bétons, coffrages, armatures, éléments préfabriqués, il est fait application du fascicule 65 du C.C.T.G., sauf dispositions différentes du présent fascicule.

Au cours de l'exécution des travaux, certaines quantités peuvent être différentes des estimations initiales, la répartition sur les prix des charges fixes pouvant s'en trouver bouleversée ; il convient donc de prévoir, autant que possible, des prix particuliers pour les charges fixes et, notamment, pour les dépenses d'installation de chantier et de matériel.

Article 1 : Installations de chantier.

Les dispositions du présent article complètent ou précisent les articles 31 et 37 du C.C.A.G. pour ce qui concerne la définition des prestations dans le cas particulier des travaux de fondation.

1.1. Installation générale et repliement des chantiers

Les installations de chantier et leur repliement font l'objet de prix forfaitaires dont l'échelonnement de paiement est normalement :

- 70% du forfait, après réalisation des installations,
- le solde après démontage, repli du matériel et remise en état des lieux.

S'il y a lieu, il est également possible de prévoir des prix distincts d'installation, de repliement et de déplacement sur le chantier.

1.2. Aménagement des zones de réalisation

* On entend par zone de réalisation, un ensemble de fondations implantées dans un périmètre où le déplacement d'un point d'exécution à l'autre

CHAPITRE I DISPOSITIONS COMMUNES

Article 1 : Installations de chantier.

1.1. Installation générale et repliement des chantiers

La prestation « installation générale et repliement des chantiers » comprend l'amenée, le montage, la mise à disposition, l'entretien, les déplacements sur le site, le démontage et le repli en fin de chantier de toutes les installations afférentes aux travaux, ainsi que la remise en état des lieux.

1.2. Aménagement des zones de réalisation (*)

Ces travaux concernent soit l'ensemble du chantier, soit, si le marché le prévoit, chacune des zones de réalisation en lesquelles ce dernier décompose le chantier.

n'implique pas de sujétions telles que changement de réseaux, distances importantes entre points, franchissement ou contournement d'obstacles importants.

** Cette prestation est rémunérée globalement à l'unité ou au mètre cube de terrassement.

1.3. Installation du matériel d'exécution

Les prestations (a), (b), (c) et (e) sont rémunérées à l'unité. La prestation (d) est rémunérée par unité de temps. Le marché précise l'échelonnement des paiements.

Il est prévu des prix différents suivant que ces prestations sont effectuées en site terrestre, en site aquatique ou en site comportant des sujétions particulières liées notamment au maintien des communications à travers ou à proximité du chantier.

* Lorsqu'elles existent, les installations de fabrication du béton et de façonnage des armatures sont comprises dans les prestations définies à l'article 1.1.

Article 2 : Exécution.

2.1. Terrassement des fouilles

Cette prestation est rémunérée à l'unité de volume nominale d'excavation.

Les prix tiennent compte de la nature des terrains ou de la présence de vestiges, des profondeurs d'extractions, des distances de transport et de la présence d'eau dans la fouille.

* Dans le cas où les frais d'épuisement des eaux normalement prévisibles ont une importance relative très faible, le marché précise que ces frais sont compris dans les prix unitaires des terrassements.

La prestation comprend (**) :

- l'exécution et l'entretien de la plate-forme de travail, et de ses accès,
- la remise en état des lieux correspondants.

1.3. Installation du matériel d'exécution

Ce matériel est l'ensemble du matériel nécessaire à l'exécution des travaux de fondation couverts par le présent fascicule du C.C.T.G., à l'exception des installations de fabrication du béton et de façonnage des armatures (*).

Si le marché le prévoit, il est décomposé en ateliers. On entend par atelier un sous-ensemble de matériels permettant d'exécuter tout ou partie des fondations prévues.

Les prestations afférentes à l'installation de ce matériel se décomposent comme suit, soit globalement, soit par atelier :

- a) amenée et montage en état de fonctionnement sur la ou les premières zones de réalisation ;
- b) entretien de l'ensemble pendant la durée des travaux ;
- c) déplacement d'une zone de réalisation à une autre ;
- d) s'il y a lieu, immobilisations lors d'arrêts ne résultant ni du fait ni de la faute de l'entrepreneur, seules étant prises en compte les immobilisations supérieures à une demi-journée ouvrable ;
- e) démontage et repli du matériel.

Article 2 : Exécution.

2.1. Terrassement des fouilles

Cette prestation comprend le terrassement des fouilles, l'évacuation des déblais aux décharges ou aux dépôts définis par le marché, ainsi que les reprises éventuelles.

Elle comprend aussi le profilage des parois et du fond de la fouille, leur protection contre les eaux de surface et l'évacuation de ces eaux.

Sauf dispositions contraires du marché, elle ne comprend pas l'épuisement des eaux (*).

2.2. Blindages et étaielements

Cette prestation est rémunérée à l'unité de surface blindée en ce qui concerne le blindage, à l'unité de masse pour le métal et à l'unité de volume pour les étaielements non métalliques.

2.3. Protection des parois des fouilles

Cette prestation est rémunérée à l'unité de surface protégée.

2.4. Épuisement des eaux

La prestation (a) est rémunérée à l'unité ; la prestation (b) est rémunérée suivant les commentaires de l'article 1.3. ; la prestation (c) est rémunérée à l'unité d'énergie consommée (kWh).

2.5. Remblaiement des fouilles

Cette prestation est rémunérée à l'unité de volume de remblai mis en place.

2.6. Coffrage

Cette prestation est rémunérée à l'unité de surface coffrée. Dans le cas où le coffrage est laissé définitivement en place, la fourniture de ce coffrage est comprise dans le prix.

* Fascicule 65 du C.C.T.G.

2.7. Bétonnage

Cette prestation est rémunérée à l'unité de volume mis en place. Le prix tient compte de l'existence ou non d'une installation spécifique.

2.2. Blindages et étaielements

Cette prestation comprend la pose, la mise à disposition et l'enlèvement des dispositifs de blindage et d'étaielement,

Dans le cas où du matériel de blindage et d'étaielement doit être laissé en place, cette prestation comprend la fourniture, la pose et la mise à disposition de ce matériel.

2.3. Protection des parois des fouilles

Cette prestation comprend la fourniture à pied d'œuvre et la mise en place des dispositifs de protection des parois contre l'altération.

2.4. Épuisement des eaux

Cette prestation comprend :

- a) les mesures destinées à assainir la surface de travail et les ouvrages provisoires nécessaires pour l'évacuation des eaux d'épuisement ;
- b) l'installation du matériel d'épuisement, suivant l'article 1.3. de la présente annexe ;
- c) le fonctionnement pendant la durée de mise à disposition.

2.5. Remblaiement des fouilles

Cette prestation comprend la fourniture, le transport et la mise en place du matériau de remblai dans la fouille, y compris son compactage.

2.6. Coffrage

Cette prestation est définie par le fascicule du C.C.T.G. relatif à l'exécution des ouvrages en béton (*).

2.7. Bétonnage

Cette prestation est définie par le fascicule du C.C.T.G. relatif à l'exécution des ouvrages en béton (*). Elle comprend en outre toutes les sujétions liées au bétonnage à sec, sous l'eau ou sous un fluide de forage.

Dans le cas des pieux exécutés en place et des parois moulées, cette rémunération s'applique jusqu'à concurrence de 1,3 fois le volume théorique. Au delà, une réfaction est applicable au prix unitaire.

* Fascicule 65 du C.C.T.G.

2.8. Ferrailage

Cette prestation est rémunérée à l'unité de masse d'acier. Des prix distincts sont prévus suivant les qualités des aciers.

* Fascicule 65 du C.C.T.G.

2.9. Tubes d'auscultation, de carottage ou d'injection

Cette prestation est rémunérée à l'unité de longueur de tube. Des prix distincts sont prévus pour les tubes d'auscultation et les tubes de carottage.

2.10. Protection des parements en béton enterrés

Cette prestation est rémunérée au mètre carré de surface traitée.

2.8. Ferrailage

Cette prestation est définie par le fascicule du C.C.T.G. relatif à l'exécution des ouvrages en béton (*). Elle comprend en outre tous les dispositifs spéciaux des extrémités inférieures et supérieures, les dispositifs de guidage en cas de descente de la cage dans un forage, ainsi que toutes les sujétions liées au maintien en place des armatures pendant le bétonnage.

2.9. Tubes d'auscultation, de carottage ou d'injection

Cette prestation comprend la fourniture des tubes et des bouchons d'extrémité et manchons filetés de raccordement, leur façonnage, ainsi que leur mise en place et leur fixation dans les cages d'armatures.

2.10. Protection des parements en béton enterrés

Cette prestation comprend :

- la préparation des surfaces à enduire ou à protéger (brossage, lavage, décapage et rechargement éventuel de parements),
- la fourniture à pied d'œuvre et l'application des produits de protection.

CHAPITRE II FONDATIONS DIRECTES SUR LE SOL

CHAPITRE III FONDATIONS PAR PIEUX PRÉFABRIQUÉS

Article 3 : Préfabrication des pieux.

Il est prévu des prix différents selon le type de pieux.

3.1. Fabrication

Pour les pieux en béton, cette prestation est en général rémunérée à l'unité de longueur de pieu terminé. On peut aussi rémunérer à part le ferrailage à l'unité de masse.

Les pieux métalliques sont rémunérés à l'unité de masse, ou à l'unité de longueur, par type de pieux.

3.2. Sabots et frettes

Les sabots et frettes sont rémunérés à l'unité.

Article 4 : Mise en œuvre des pieux préfabriqués.

Il est prévu des prix différents par type de pieu, si nécessaire, de site, et suivant que les pieux sont verticaux ou inclinés.

4.1. Équipement du pieu avant mise en fiche

La prestation (a) est rémunérée à l'unité. La prestation (b) est rémunérée à l'unité de longueur de pieu ou à l'unité de surface.

CHAPITRE II FONDATIONS DIRECTES SUR LE SOL

CHAPITRE III FONDATIONS PAR PIEUX PRÉFABRIQUÉS

Article 3 : Préfabrication des pieux.

3.1. Fabrication

Cette prestation comprend toutes fournitures et main-d'œuvre nécessaires à la fabrication des pieux avant mise en œuvre, y compris les organes spéciaux éventuellement nécessaires à leur bardage.

3.2. Sabots et frettes

Sauf pour les pieux métalliques, les sabots et frettes constituent une prestation supplémentaire de la précédente dès lors qu'ils consistent en des pièces spéciales assemblées au fût proprement dit. Il en est ainsi également des sabots et frettes métalliques des pieux en béton armé scellés au coulage lorsqu'ils ne sont pas uniquement constitués d'armatures ordinaires.

Article 4 : Mise en œuvre des pieux préfabriqués.

Cette prestation se décompose selon les opérations ci-après.

4.1. Équipement du pieu avant mise en fiche

Cette prestation comprend suivant le type de pieu :

- des sabots spéciaux en pointe,

La prestation (c) est rémunérée à l'unité de longueur.

4.2. Repérage, manutention, mise en fiche

Cette prestation est rémunérée à l'unité de pieu.

4.3. Fonçage

Cette prestation est rémunérée à l'unité de longueur de pieu foncé.

4.4. Obstacles ou bancs résistants

Cette prestation est rémunérée à l'unité de changement de matériel.

4.5. Enture

Cette prestation est rémunérée à l'unité d'enture.

4.6. Recépage

Ces prestations sont rémunérées à l'unité de pieu recépage.

- b) le revêtement des pieux par des bitumes ou autres produits,
- c) la mise en place de dispositifs de lancement ou d'injection ou d'auscultation.

4.2. Repérage, manutention, mise en fiche

Cette prestation comprend le piquetage complémentaire, la reprise des pieux sur les aires de coulage ou de stockage, leur transport à pied d'œuvre, leur bardage, leur mise en fiche proprement dite et le ripage de l'ensemble du matériel de mise en œuvre d'un pieu à l'autre.

4.3. Fonçage

Cette prestation comprend le fonçage proprement dit, y compris, s'il y a lieu, les opérations de lancement.

4.4. Obstacles ou bancs résistants

Cette prestation consiste à employer un procédé et un matériel adaptés pour traverser des obstacles localisés ou des terrains résistants de faible épaisseur dont la présence est aléatoire ou qui n'ont pu être mis en évidence lors de la reconnaissance des sols. Son exécution est soumise à l'accord du maître d'œuvre.

4.5. Enture

Cette prestation comprend toutes fournitures et main-d'œuvre nécessaires à :

- l'assemblage d'un tronçon de pieu à un pieu déjà mis en œuvre,
- la reprise du fonçage après enture.

4.6. Recépage

Outre le recépage proprement dit, cette prestation comprend l'évacuation des produits de démolition aux décharges publiques ou aux dépôts définis par le marché.

Le recépage jusqu'à un niveau théorique inférieur de plus d'un mètre à celui de la plate-forme de travail est considéré comme une prestation supplémentaire.

CHAPITRE IV FONDATIONS PAR PIEUX EXÉCUTÉS EN PLACE ET PUIITS

Article 5 : Exécution des pieux ou puits.

Il est prévu des prix différents par type de pieu ou puits, si nécessaire, par site, et suivant que les pieux sont verticaux ou inclinés.

* Lorsqu'il est employé sans autre indication, le terme « pieu » désigne indifféremment un pieu circulaire ou une barrette.

5.1. Mise en place de l'atelier de forage sur chaque pieu

Cette prestation est rémunérée à l'unité de mise en place.

5.2. Murettes-guides pour barrettes

Cette prestation est rémunérée :

- à l'unité de longueur de murette-guide exécutée,
- à l'unité de longueur ou de volume démolis.

5.3. Forage

Cette prestation est rémunérée à l'unité de volume nominal de l'excavation. Des prix différents sont prévus en fonction de la nature des terrains lorsque la nécessité d'employer des outils différents est manifeste.

CHAPITRE IV FONDATIONS PAR PIEUX EXÉCUTÉS EN PLACE ET PUIITS

Article 5 : Exécution des pieux (*) ou puits.

5.1. Mise en place de l'atelier de forage sur chaque pieu

Cette prestation comprend le piquetage complémentaire, le positionnement fin de l'atelier de forage, le préforage et la fourniture mise en œuvre d'une virole. Dans le cas de barrettes dont la forme complexe nécessite plusieurs déplacements successifs de l'atelier, le positionnement s'entend pour chaque barrette, compte tenu de tous les déplacements et réglages en position nécessaires.

5.2. Murettes-guides pour barrettes

Cette prestation comprend l'exécution puis la démolition des murettes-guides avec évacuation des gravats aux décharges publiques ou aux dépôts définis par le marché. Elle comprend le remblaiement de l'excavation résultant de la démolition jusqu'au niveau de la plate-forme de travail, dans les conditions et avec les matériaux définis au marché.

5.3. Forage

Cette prestation comprend l'exécution de l'excavation, y compris, dans le cas des pieux, le maintien des parois à l'aide du procédé afférent au type de pieu considéré. Elle comprend l'extraction du tube de travail et l'évacuation des déblais et boues de forage aux décharges publiques ou aux dépôts définis par le marché.

5.4. Obstacles ou bancs résistants

Cette prestation est rémunérée à l'unité de longueur forée ou au temps passé. Elle est destinée au franchissement d'obstacles ponctuels ou de bancs de faible épaisseur ; de ce fait, il est conseillé de prévoir systématiquement un prix pour cette prestation sous la forme d'une plus-value. Par contre, lorsque la reconnaissance géotechnique met en évidence la nécessité d'utiliser ce type d'outils de façon systématique dans un terrain résistant, la prestation correspondante s'inscrit dans le cadre de l'article 5.3. ci-dessus.

5.5. Blindages pour puits

Cette prestation est rémunérée à l'unité de surface blindée, ce prix comprend la pose, la mise à la disposition et l'enlèvement du blindage. Lorsque le blindage est laissé en place, sa fourniture est comprise dans le prix.

5.6. Gaines ou chemises

Cette prestation est rémunérée à l'unité de masse mise en place. Les traitements de surface sont rémunérés à l'unité de surface traitée.

5.7. Bétonnage

Cette prestation est rémunérée à l'unité de volume théorique excavé, y compris celui correspondant à la hauteur de recépage.

5.8. Recépage

Cette prestation est rémunérée à l'unité de pieu recépié.

5.4. Obstacles ou bancs résistants

Cette prestation comprend l'utilisation d'outils spéciaux tels que trépan ou carottiers rotatifs, y compris toutes sujétions de travaux préparatoires, en cas de rencontre d'obstacles ou de bancs résistants dont la présence est aléatoire ou qui n'ont pu être mis en évidence lors de la reconnaissance des sols. Son exécution est soumise à l'accord du maître d'œuvre.

5.5. Blindages pour puits

Cette prestation comprend la mise en œuvre des dispositifs assurant la tenue des parois et la sécurité de la réalisation de l'excavation.

5.6. Gaines ou chemises

Cette prestation comprend la fourniture, le façonnage, l'assemblage et la mise en œuvre des gaines ou chemises, y compris les éventuels dispositifs de fixation à la cage d'armatures.

Les traitements de surface des gaines ou chemises constituent une prestation supplémentaire.

5.7. Bétonnage

Cette prestation comprend la confection, fourniture et mise en œuvre du béton des pieux.

5.8. Recépage

Cette prestation comprend :

- le recépage proprement dit,
- l'évacuation des produits de démolition aux décharges publiques ou aux dépôts définis par le marché,
- la reconstitution du fût jusqu'à son niveau théorique lorsque la mauvaise qualité du béton amène à le recéper en dessous de ce niveau.

Le recépage jusqu'à un niveau théorique inférieur de plus d'un mètre à celui de la plate-forme de travail est considéré comme une prestation supplémentaire.

CHAPITRE V FONDATIONS PAR CAISSONS

Article 6 : Installations particulières.

En accord avec les principes énoncés dans le préambule aux commentaires, la rémunération par des prix globaux à l'unité des prestations définies par le présent article est nettement préférable au mode de règlement, souvent pratiqué, qui incorpore les prestations d'installations particulières dans les prix unitaires des prestations exécution. Ce dernier mode de rémunération reste toutefois utilisable pour les ouvrages simples.

Quel que soit le mode de règlement, les prestations incluent les sujétions résultant des obstacles rencontrés au cours du fonçage (pierres, maçonneries, pieux, charpentes, épaves, etc.) dans des limites de dimensions ou de poids fixées par le marché.

Les prestations (a), (b), (c) et (d) sont rémunérées dans les conditions décrites en commentaires de l'article 1.3.

* Ces travaux font partie des installations au titre de travaux préparatoire à la mise en place des matériels d'exécution.

Article 7 : Terrassements, maçonneries ou bétons, coulis et assise.

Des prix distincts sont à prévoir pour rémunérer ces prestations suivant qu'elles sont exécutées à l'air libre ou sous l'eau.

7.1. Terrassements

La prestation (a) est rémunérée à l'unité de volume extrait. Des prix distincts sont prévus suivant la nature des terrains et la profondeur.

La prestation (b) est rémunérée à l'unité de volume mis en œuvre. Des prix distincts sont prévus pour les remblais suivant leur nature, leur provenance (remplis de déblais ou non) et leur mode d'exécution.

CHAPITRE V FONDATIONS PAR CAISSONS

Article 6 : Installations particulières.

Dans le cadre des installations visées à l'article 1.3., on distingue, entre autres :

- a) Les travaux de préparation du terrain sur la surface nécessaire à la mise en œuvre des caissons havés ou à la réalisation de l'assise des caissons échoués (*).
- b) Les ouvrages provisoires nécessaires à la mise en œuvre des caissons.
- c) Les installations et matériels nécessaires au havage.
- d) La fourniture et emploi de caissons perdus ou mobiles et de leurs accessoires, y compris les hausses, masques et batardeaux.

Article 7: Terrassements, maçonnerie ou bétons, coulis et assise.

7.1. Terrassements

Cette prestation comprend :

- a) les terrassements et dragages nécessaires à l'extraction des matériaux, ainsi que l'évacuation des déblais aux décharges ou aux dépôts définis par le marché ;
- b) la fourniture et la mise en œuvre des remblais.

7.2. Maçonneries ou bétons

Ces prestations sont rémunérées dans les conditions prévues par le C.C.T.G..

7.3. Coulis de boues thixotropiques

Il s'agit de coulis de boues thixotropiques destinés à faciliter la descente des caissons. Cette prestation est rémunérée à l'unité de volume.

7.4. Réalisation de l'assise des caissons échoués

Des prix distincts sont à prévoir pour rémunérer ces prestations suivant la nature, la conception et les conditions d'exécution de l'assise.

7.2. Maçonneries ou bétons

Ces prestations comprennent la confection et la mise en œuvre de mortiers et de béton, les travaux de maçonnerie, l'exécution des ouvrages en béton armé ou en béton précontraint et toutes fournitures afférentes.

7.3. Coulis de boues thixotropiques

Cette prestation comprend la fourniture et la mise en œuvre du coulis.

7.4. Réalisation de l'assise des caissons échoués

Cette prestation comprend les opérations nécessaires à la réalisation de l'assise suivant les dispositions de l'article 31. du présent C.C.T.G.

CHAPITRE VI PALPLANCHES ET RIDEAUX DE PALPLANCHES

Article 8 : Installation de l'atelier de fonçage.

Ces prestations sont rémunérées dans les conditions décrites en commentaires de l'article 1.3.

Article 9 : Fourniture et protection des palplanches.

9.1. Fourniture

La fourniture de palplanches est payée à l'unité de masse.

Il peut être prévu plusieurs prix différents de fourniture selon le type, la longueur, le module ou la nuance de l'acier des palplanches et un prix particulier de transport.

Les palplanches spéciales peuvent faire l'objet de prix particuliers.

Les quantités à prendre en compte sont :

- dans le cas de palplanches provenant directement de l'usine, celles figurant sur les bordereaux d'expédition de l'usine correspondant à la fourniture prévue par le marché ;
- dans les autres cas, les masses correspondant aux longueurs prévues par le marché augmentées d'une tolérance fixée par celui-ci.

9.2. Protection anticorrosion des palplanches

La protection anticorrosion est rémunérée à l'unité de surface de revêtement protecteur.

Article 10 : Mise en œuvre des palplanches.

10.1. Reprise, bardage et mise en fiche

Cette prestation est rémunérée à l'unité de longueur. La quantité à prendre en compte est mesurée suivant la ligne axiale du tracé en plan de l'ouvrage.

CHAPITRE VI PALPLANCHES ET RIDEAUX DE PALPLANCHES

Article 8 : Installation de l'atelier de fonçage.

Outre les prestations définies à l'article 1.3., cette prestation comprend les essais de battage effectués pour la mise au point du ou des matériels de fonçage.

Article 9 : Fourniture et protection des palplanches.

9.1. Fourniture

Cette prestation concerne la fourniture sur chantier des palplanches, y compris les pièces de raccord. Elle comprend le pinçage éventuel par paires et la réception en usine, le transport et la manutention.

9.2. Protection anticorrosion des palplanches

Cette prestation concerne la protection anticorrosion des palplanches conforme aux prescriptions du marché.

Article 10 : Mise en œuvre des palplanches.

10.1. Reprise, bardage et mise en fiche

Cette prestation concerne la reprise des palplanches en leur lieu de dépôt sur le chantier, leur transport à pied d'œuvre, leur bardage et leur mise en

La mise en fiche consiste à mettre en place la palplanche à l'endroit où elle doit être foncée après l'avoir enclenchée avec la palplanche précédente et guidée.

10.2. Fonçage

Cette prestation est rémunérée à l'unité de surface. La surface à prendre en compte est la surface ayant pour génératrice horizontale la ligne axiale du tracé en plan de l'ouvrage et pour hauteur les fiches mesurées en fin de battage.

10.3. Entures

Cette prestation est rémunérée à l'unité d'enture.

10.4. Recépage

Cette prestation est rémunérée à l'unité de longueur. La quantité à prendre en compte est déterminée de la même façon que celle relative à la mise en fiche.

Des prix différents sont prévus suivant que le recépage est exécuté à l'air libre ou sous l'eau. Dans le cas d'un niveau d'eau variable, le marché indique la cote au-dessous de laquelle le recépage est considéré comme effectué sous l'eau.

10.5. Soudure pour palplanches de raccord

Cette prestation est rémunérée à l'unité de longueur de cordon de soudure.

10.6. Arrachage des palplanches

Cette prestation est rémunérée à l'unité de surface. La quantité à prendre en compte est déterminée de la même façon que celle relative au fonçage.

Article 11 : Tirants d'ancrage.

11.1. Fourniture

Cette prestation est rémunérée à l'unité de tirant pour une longueur donnée, complétée éventuellement par unité de longueur supplémentaire

fiche. Elle comprend notamment la reconnaissance et le nettoyage de la zone d'implantation, le nettoyage des serrures de palplanches avant emploi, ainsi que la mise en œuvre des gabarits de guidage et des supports de gabarits.

10.2. Fonçage

Cette prestation concerne l'ensemble des procédés de mise en œuvre destinés au fonçage.

10.3. Entures

10.4. Recépage

Outre les opérations de recépage proprement dites, cette prestation comprend l'évacuation des produits de recépage et la protection de la section coupée.

10.5. Soudure pour palplanches de raccord

Cette prestation concerne la fourniture et la mise en œuvre des cordons de soudure réalisés.

10.6. Arrachage des palplanches

Cette prestation concerne l'arrachage des palplanches ou caissons de palplanches. Elle comprend l'évacuation et la mise en dépôt des palplanches.

Article 11 : Tirants d'ancrage.

11.1. Fourniture

Cette prestation comprend la fourniture sur site des tirants, des fournitures annexes nécessaires, et éventuellement les dispositifs de contrôle a posteriori.

11.2. Protection anticorrosion des tirants

Cette prestation est rémunérée dans les conditions de l'article 11.1. ci-dessus.

11.3. Mise en place des tirants

Cette prestation est rémunérée de la façon suivante :

- le forage à l'unité de longueur,
- la mise en place et le scellement à l'unité de tirant,
- la mise en tension pour les tirants précontraints à l'unité de tirant.

11.4. Détension de tirants provisoires

Ces prestations et sont rémunérées par un prix global à l'unité.

11.5. Équipement de tirants avec cellule dynamométrique

Les prestations (a) et (b) sont chacune rémunérées par un prix global à l'unité.

La prestation (b) ne comprend pas la fourniture de l'appareil de lecture.

11.2. Protection anticorrosion des tirants

Cette prestation concerne toutes les dispositions nécessaires à la protection anticorrosion des tirants et pièces annexes.

11.3. Mise en place des tirants

Cette prestation concerne la mise en place des tirants, ainsi que leur forage et scellement éventuels dans le sol. Elle comprend :

- pour les tirants passifs, le montage, la mise en place des pièces et les réglages,
- pour les tirants précontraints, la mise en tension et tous les essais et contrôles de mise en tension, d'homologation et de réception.

11.4. Détension de tirants provisoires

Cette prestation comprend :

- la détension des tirants proprement dite, échafaudage d'accès compris,
- la découpe et l'évacuation des têtes.

11.5. Équipement de tirants avec cellule dynamométrique

Cette prestation comprend :

- a) la fourniture et la mise en place de la cellule dynamométrique, des cales et des fourrures d'appui spéciales éventuelles et de l'appareil de lecture directe s'il y a lieu,
- b) en cas de lecture « non directe », le coffret de branchement pour l'appareil de lecture correspondant et les installations de raccordement de la cellule au coffret.

CHAPITRE VII PAROIS MOULÉES

Article 12 : Exécution des tranchées.

12.1. Murettes-guides en tête de parois

Cette prestation est rémunérée à l'unité de longueur de paroi.

12.2. Excavation

* Les consommations éventuelles excédant les consommations normales sont rémunérées à l'unité de volume.

Pour l'application de l'article 47.2.4. du présent C.C.T.G., les dispositions éventuelles à prendre pour le colmatage de pertes de fluide accidentelles et importantes sont rémunérées :

- par application des prix correspondants si les dispositions ont été prévues par le marché,
- sur la base de dépenses contrôlées, s'il s'agit d'événements totalement imprévisibles.

12.3. Obstacles ou bancs résistants

Cette prestation est rémunérée à l'unité de surface de forée ou au temps passé. Elle est destinée au franchissement d'obstacles ponctuels ou de bancs de faible épaisseur ; de ce fait, il est conseillé de prévoir systématiquement un prix pour cette prestation sous la forme d'une plus-value. Par contre, lorsque la reconnaissance géotechnique met en évidence la nécessité d'utiliser ce type d'outils de façon systématique dans un terrain résistant, la prestation correspondante s'inscrit dans le cadre de l'article 12.2. ci-dessus.

CHAPITRE VII PAROIS MOULÉES

Article 12 : Exécution des tranchées.

12.1. Murettes-guides en tête de parois

Cette prestation comprend l'exécution puis la démolition des murettes-guides avec évacuation des gravats aux décharges publiques ou aux dépôts définis par le marché. Elle comprend le remblaiement éventuel de l'excavation résultant de la démolition jusqu'au niveau de la plate-forme de travail, dans les conditions et avec les matériaux définis au marché.

12.2. Excavation

Cette prestation comprend l'excavation des tranchées jusqu'à la cote d'assise des panneaux. Elle comprend notamment :

- l'emploi de la boue de forage nécessaire au maintien des parois, compte-tenu des surconsommations normales
- l'évacuation des déblais et boues de forage aux décharges publiques et aux dépôts définis par le marché.

La consommation de boue de forage est considérée comme normale si elle est inférieure 1,2 fois le volume théorique de l'excavation, compté depuis le haut des murettes-guides (*).

12.3. Obstacles ou bancs résistants

L'article 5.4. relatif aux pieux exécutés en place est applicable.

Article 13 : Exécution des parois.

13.1. Bétonnage

13.2. Joints d'étanchéité entre panneaux

Cette prestation est rémunérée à l'unité de longueur de joints. Un prix distinct est prévu pour rémunérer les dispositions complémentaires à mettre en œuvre pour améliorer l'étanchéité, au cas où les résultats escomptés n'auraient pas été atteints pour des raisons imprévues.

13.3. Tirants

Article 14 : Finition des parois.

14.1. Recépage

Cette prestation est rémunérée à l'unité de longueur de paroi recépée.

14.2. Nettoyage et ragréage des parois

Cette prestation est rémunérée à l'unité de surface traitée.

Article 13 : Exécution des parois.

13.1. Bétonnage

L'article 5.7. relatif aux pieux exécutés en place est applicable.

13.2. Joints d'étanchéité entre panneaux

Cette prestation comprend la fourniture et la mise en place des joints d'étanchéité entre panneaux.

13.3. Tirants

L'article 11. relatif aux rideaux de palplanches est applicable.

Article 14 : Finition des parois.

14.1. Recépage

Cette prestation comprend :

- le recépage proprement dit,
- l'évacuation des produits de démolition aux décharges publiques ou aux dépôts définis par le marché,
- la reconstitution de la paroi jusqu'à son niveau théorique lorsque la mauvaise qualité du béton amène à la recéper en dessous de ce niveau.

Le recépage jusqu'à un niveau théorique inférieur de plus d'un mètre à celui de la plate-forme de travail est considéré comme une prestation supplémentaire.

14.2. Nettoyage et ragréage des parois

Cette prestation concerne les parois moulées après terrassement. Elle comprend le décapage des parois, l'évacuation des produits dégagés et un ragréage éventuel permettant d'obtenir l'état de surface défini au marché.

CHAPITRE VIII

PAROIS, PRÉFABRIQUÉES SCELLÉES DANS LE SOL

Article 15 : Exécution des tranchées.

15.1. Murettes-guides en tête de parois

15.2. Excavation

15.3. Obstacles ou bancs résistants

15.4. Coulis de scellement

Cette prestation est rémunérée à l'unité de volume mise en place. Le prix tient compte de l'existence ou non d'une installation spécifique. Cette rémunération s'applique jusqu'à concurrence de 1,3 fois le volume théorique. Au-delà, une réfaction est applicable au prix unitaire.

Article 16 : Exécution des parois.

16.1. Joints d'étanchéité entre panneaux

16.2. Tirants

16.3. Mise en place des panneaux préfabriqués

* Article 42.5. du fascicule 65 du C.C.T.G.

CHAPITRE VIII

PAROIS, PRÉFABRIQUÉES SCELLÉES DANS LE SOL

Article 15 : Exécution des tranchées.

15.1. Murettes-guides en tête de parois

15.2. Excavation

15.3. Obstacles ou bancs résistants

Les articles 12.1. 12.2. et 12.3. relatifs aux parois moulées sont applicables.

15.4. Coulis de scellement

Cette prestation comprend l'étude, la fourniture et la mise en œuvre éventuelles du coulis de scellement, y compris toutes sujétions, lorsqu'il s'agit d'un coulis différent du fluide de forage.

Article 16 : Exécution des parois.

16.1. Joints d'étanchéité entre panneaux

L'article 13.2. relatif aux parois moulées est applicable.

16.2. Tirants

L'article 11. relatif aux palplanches métalliques est applicable.

16.3. Mise en place des panneaux préfabriqués

Cette prestation est définie par le fascicule du C.C.T.G. relatif à l'exécution des ouvrages en béton (*). Elle comprend en outre la reprise des panneaux sur les aires de préfabrication ou de stockage, le transport à pied d'œuvre, leur bardage et leur mise en place dans l'excavation, y compris toutes sujétions d'exécution.

Article 17 : Finition des parois.

17.1. Nettoyage et recépage des parois

Cette prestation est rémunérée à l'unité de surface traitée.

Article 17 : Finition des parois.

17.1. Nettoyage et recépage des parois

Cette prestation concerne les parois préfabriquées après terrassement. Elle comprend le décapage des parois et l'évacuation des produits dégagés.

CHAPITRE IX PAROIS BERLINOISES

Article 18 : Exécution des éléments verticaux.

18.1. Fourniture et mise en place des profilés métalliques

Les profilés métalliques sont rémunérés à l'unité de masse ou à l'unité de longueur de profilé.

18.2. Mortier ou coulis de scellement

Cette prestation est rémunérée à l'unité de volume mis en place. Le prix tient compte de l'existence ou non d'une installation spécifique. Cette rémunération s'applique jusqu'à concurrence de 1,3 fois le volume théorique. Au-delà, une réfaction est applicable au prix unitaire.

18.3. Comblement

Le produit de comblement est rémunéré suivant les mêmes modalités que les mortiers ou coulis de scellement.

Article 19 : Tirants d'ancrage.

CHAPITRE IX PAROIS BERLINOISES

Article 18 : Exécution des éléments verticaux.

Dans le cas d'éléments coulés en place dans un forage, les prestations sont définies par le chapitre IV de la présente annexe, relatif aux pieux exécutés en place et par les paragraphes ci-après.

18.1. Fourniture et mise en place des profilés métalliques

18.2. Mortier ou coulis de scellement

Cette prestation comprend l'étude, la confection, la fourniture, le transport et la mise en oeuvre du mortier ou du coulis de scellement.

18.3. Comblement

Cette prestation comprend l'étude, la confection, la fourniture, le transport et la mise en oeuvre du produit de comblement (grave-ciment, coulis de cendres volantes, coulis à base d'argile et de ciment, etc.).

Article 19 : Tirants d'ancrage.

L'article 11. relatif aux palplanches métalliques est applicable.

CHAPITRE X RABATTEMENT DE NAPPE

Article 20 : Installations particulières.

20.1. Alimentation du chantier en énergie et en eau, évacuation des eaux de rejet

* On entend par unité de pompage :

- pour les puits filtrants, un puits,
- pour les pointes filtrantes, un ensemble de pointes desservies par une même pompe,
- pour les tranchées drainantes, une section de tranchée desservie, par une même pompe.

** La rémunération de ces prestations est effectuée suivant les indications des commentaires à ce même article.

20.2. Aménagement des unités de pompage

Les raccordements aux points d'arrivée et de rejet font l'objet d'un prix forfaitaire ou d'un prix fonction de la longueur.

L'amenée, l'installation, le démontage et le repliement des unités de pompage font l'objet de prix distincts à l'unité.

CHAPITRE X RABATTEMENT DE NAPPE

Article 20 : Installations particulières.

20.1. Alimentation du chantier en énergie et en eau, évacuation des eaux de rejet

Les matériels concernés sont principalement :

- l'ensemble des dispositifs permettant d'assurer, à partir des points d'arrivée, l'alimentation du chantier en énergie électrique, raccordements aux unités de pompage (*) exclus ;
- l'ensemble des dispositifs permettant d'assurer, à partir des points d'arrivée, l'alimentation du chantier en eau, raccordements aux unités de pompage exclus ;
- l'ensemble des dispositifs de relèvement, collecte et rejet des eaux provenant des unités de pompage jusqu'aux points de rejet, raccordements aux unités de pompage exclus.

Les prestations correspondantes sont celles définies par l'article 1.3. de la présente annexe (**).

20.2. Aménagement des unités de pompage

Les matériels concernés sont l'infrastructure et l'équipement des unités de pompage. L'infrastructure d'une unité de pompage comprend tous les ouvrages et matériels nécessaires à son fonctionnement, à l'exception de l'équipement, défini comme suit :

- les raccordements aux unités de pompage,
- pour les puits filtrants, une pompe avec son dispositif de suspension,
- pour les pointes filtrantes, une pompe avec ses raccordements à l'ensemble des pointes qu'elle dessert,
- pour les tranchées drainantes, une pompe avec ses raccordements à la section de tranchée qu'elle dessert.

Pour chaque unité de pompage, la prestation comprend :

- l'amenée et l'installation de l'équipement,
- son démontage et son repliement à l'issue des travaux.

Article 21 : Exécution des dispositifs de rabattement.

21.1. Puits filtrants

- a) Cette prestation est rémunérée à l'unité.
- b) La perforation fait l'objet d'un prix à l'unité de longueur et peut éventuellement se décomposer par tranches de profondeur et en fonction des terrains à traverser.
- c) Cette prestation fait l'objet d'un prix à l'unité de longueur en distinguant la partie pleine de la colonne de sa partie crépinée.
- d) Cette prestation est rémunérée à l'unité de volume mise en place.
- e) Le démontage d'un puits est une opération délicate et généralement inutile. Un rebouchage peut être envisagé et il est alors rémunéré à l'unité et au volume de matériau de colmatage mis en œuvre.

21.2. Pointes filtrantes

- a) Cette prestation est rémunérée à l'unité.
- b) La perforation éventuelle est payée en plus-value à l'unité de longueur ou forfaitairement.
- c) Cette prestation est rémunérée à l'unité de volume mis en place.
- d) Contrairement aux puits filtrants, les pointes filtrantes sont généralement récupérées en fin de travaux et l'opération correspondante est rémunérée à l'unité. Dans le cas où le maître d'ouvrage imposerait de laisser en place les pointes filtrantes à l'achèvement des travaux de rabattement, cette prestation serait remplacée par « fourniture de pointe filtrante ».

21.3. Tranchées drainantes

- a) L'excavation est rémunérée à l'unité de volume en distinguant éventuellement selon les types de terrains à extraire, notamment dans le cas d'un ancrage en terrain dur.

Article 21 : Exécution des dispositifs de rabattement.

Cette prestation concerne l'exécution de chaque unité de pompage telle que définie à l'article 20.1. ci-dessus, à l'exclusion de son aménagement et de son équipement en moyens de pompage, qui font l'objet de l'article 20.2. Elle est fonction du procédé de rabattement mis en œuvre.

21.1. Puits filtrants

La prestation comprend :

- a) L'installation de l'atelier de forage sur chaque emplacement de puits.
- b) La perforation des terrains à traverser sur la profondeur nécessaire.
- c) La fourniture et la mise en place de la colonne de captage.
- d) La fourniture et la mise en place du massif filtre.
- e) Le rebouchage éventuel du puits à l'achèvement des travaux de rabattement.

21.2. Pointes filtrantes

La prestation comprend :

- a) L'installation d'une sonde par lançage ou fonçage.
- b) La mise en place éventuelle par forage préalable en cas d'obstacles ou de terrains compacts.
- c) La fourniture et la mise en place du massif filtre.
- d) L'extraction des pointes à l'achèvement des travaux de rabattement.

21.3. Tranchées drainantes

La prestation comprend :

- a) L'excavation de la tranchée y compris les dispositifs de soutènement éventuels.

- b) Cette prestation est rémunérée à l'unité de volume transporté.
- c) Les matériaux filtre font l'objet d'une rémunération à l'unité de volume. Les géotextiles sont rémunérés à l'unité de surface.
- d) Les tuyaux drainants sont rémunérés à l'unité de longueur.

A l'issue des travaux de rabattement, la tranchée drainante reste généralement en place. Dans les cas exceptionnels où la tranchée drainante doit être complètement neutralisée, le marché prévoit les dispositions particulières nécessaires.

Article 22 : Mise à disposition et fonctionnement des installations.

Les prestations (a) à (d) font l'objet de prix distincts, à l'unité de temps. La prestation (e) est très généralement rémunérée à l'unité d'énergie consommée. D'autres conditions de rémunération peuvent toutefois être prévues (unité de temps par exemple). Elle n'a pas d'objet si le marché prévoit qu'elle est assurée par le maître d'ouvrage.

Les conditions de rémunération de la prestation (f) dépendent directement des sujétions en cause (taxes de rejet, par exemple).

Article 23 : Surveillance de l'installation de rabattement et contrôle des nappes.

La prestation (a) fait l'objet d'un prix à l'unité de temps. Les prestations (b) (c) font l'objet de prix distincts à l'unité.

- b) La mise en décharge des matériaux excavés.
- c) La fourniture et la mise en place des matériaux filtres et/ou des géotextiles.
- d) La fourniture et la mise en place éventuelles des tuyaux drainants en fond de tranchée.

Article 22 : Mise à disposition et fonctionnement des installations.

La prestation comprend :

- a) la mise à disposition des installations de chantier,
- b) la mise à disposition des dispositifs nécessaires à l'alimentation en énergie et en eau, et à l'évacuation des eaux de rejet des unités de pompage,
- c) la mise à disposition de l'infrastructure des unités de pompage,
- d) la mise à disposition de l'équipement des unités de pompage,
- e) sauf dispositions différentes du marché, la fourniture de l'énergie assurant le fonctionnement des unités de pompage,
- f) s'il y a lieu, les sujétions liées aux rejets.

Article 23 : Surveillance de l'installation de rabattement et contrôle des nappes.

La prestation comprend :

- a) la surveillance de l'installation de rabattement de nappe,
- b) l'installation, la mise à disposition et le repliement des dispositifs de contrôle des nappes et de mesure des débits,
- c) l'exécution des campagnes de contrôles des nappes et des rejets, ainsi que l'interprétation et la mise en forme des résultats.

CHAPITRE XI INJECTIONS

Article 24 : Perforation et équipement des forages.

Les prestations (a) et (b) sont rémunérées globalement à l'unité.

La prestation (c) est rémunérée à l'unité longueur de perforation.

Les dispositifs spéciaux (d) font l'objet de plus-values aux prix (c) ou de prix particuliers (reperforation).

Pour les prestations (c) et (d), le C.C.A.P. précise, s'il y a lieu, les dérogations à apporter aux dispositions de l'article 17 du C.C.A.G.

La prestation (e) est rémunérée globalement ou à l'unité de longueur de forage équipé.

La prestation (f) est rémunérée par une plus-value à l'unité de longueur de perforation.

Article 25 : Exécution des injections.

La prestation (a) fait l'objet d'un prix à l'unité de branchement.

La prestation (b) fait l'objet d'un prix qui rémunère les quantités de produits fournis sur le chantier et d'un prix à l'unité de volume de coulis ou mortier injecté.

Le C.C.A.P. précise, s'il y a lieu, les dérogations à apporter aux dispositions de l'article 17 du C.C.A.G.

CHAPITRE XI INJECTIONS

Article 24 : Perforation et équipement des forages.

Cette prestation comprend l'ensemble des travaux nécessaires à la réalisation d'un forage destiné à la mise en œuvre de l'injection. Pour chaque forage, la prestation se décompose en :

- a) l'exécution des travaux préparatoires nécessaires avant d'entreprendre la perforation, tels que pose de sas, d'avant tube, exécution d'avant-trous, enlèvement d'obstacles localisés,
- b) la mise en station de l'atelier de perforation,
- c) l'exécution de la perforation,
- d) la mise en œuvre ou l'adaptation de dispositifs spéciaux s'il y a lieu, tels que perforation à l'aide d'un sas, utilisation d'une couronne diamantée, réalisation d'un forage incliné, traversée d'obstacle, reperforation,
- e) la fourniture et la mise en œuvre des dispositifs équipant le forage et l'ensemble du matériel et du personnel nécessaire à la réalisation de cet équipement,
- f) s'il y a lieu, la mise en œuvre de dispositifs de contrôle de la perforation et l'exécution de ces contrôles.

Article 25 : Exécution des injections.

La prestation comprend :

- a) le branchement de la ligne d'injection à la tranche de forage à traiter,
- b) la fourniture sur le chantier, le stockage et la reprise éventuelle des produits constitutifs du ou des coulis ou mortiers, leur préparation et leur mise en œuvre.

Article 26 : Contrôles.

Les contrôles sont rémunérés par application d'un bordereau de prix défini au marché sur la base des contrôles prévus par celui-ci, ou sur prix supplémentaires pour les contrôles non prévus initialement.

Article 26 : Contrôles.

Cette prestation concerne les contrôles autres que ceux considérés à l'article 24. (f) ci-dessus.

Page laissée intentionnellement blanche

ANNEXES NON CONTRACTUELLES

SOMMAIRE

	Pages
1. GUIDE POUR LA RÉDACTION DU DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES	137
2. NOTE POUR LA RÉDACTION DU CAHIER DES CLAUSES ADMINISTRATIVES PARTICULIÈRES	140
3. NOTE POUR LA RÉDACTION DU RÈGLEMENT PARTICULIER DE L'APPEL D'OFFRES	143
4. RAPPORT DU GROUPE DE TRAVAIL	145

Page laissée intentionnellement blanche

GUIDE POUR LA RÉDACTION DU DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES

L'objet de ce document est d'attirer l'attention des maîtres d'ouvrage et des maîtres d'œuvre sur des problèmes spécifiques aux travaux de fondations dont ils doivent tenir compte pour la rédaction des pièces du Dossier de Consultation des Entreprises (D.C.E.).

1) Qualification des intervenants

Les travaux de fondation requièrent, tant des entreprises que des maîtres d'œuvre, une compétence particulière.

Il est recommandé aux maîtres d'œuvre qui n'ont pas encore acquis l'expérience nécessaire de s'assurer le concours de services techniques ou de bureaux d'études spécialisés.

Dans la majorité des cas, la procédure de consultation la mieux appropriée est l'appel d'offres restreint. Les candidats admis à présenter une offre doivent être sélectionnés sur la base d'une qualification certaine et de références sérieuses en matière de travaux de fondation de même nature (qu'il faudra spécifier dans l'avis d'appel de candidature) et, dans le cas d'application de techniques qui ne leur seraient pas familières, de l'engagement de s'adjoindre les compétences nécessaires.

2) Aléas géologiques, géotechniques et hydrogéologiques

Les conditions géotechniques ont une très grande incidence sur les fondations, tant en ce qui concerne leur conception que les procédés d'exécution. Par conséquent, il ne faut pas hésiter à engager des dépenses relativement importantes pour les reconnaissances préalables afin de mieux apprécier l'économie du projet.

Mais, quelles que soient l'importance et la qualité des études préalables pour l'établissement du projet, il peut subsister des aléas portant, par exemple, sur la nature des terrains, leur comportement, les venues d'eau, etc. Ces aléas ont une incidence sur les méthodes d'exécution, les délais et, par conséquent, sur le coût de l'ouvrage, même s'ils ne justifient pas l'application de l'article 3 « Conditions techniques imprévues » du Fascicule 68.

Il est donc nécessaire que les différentes pièces du marché permettent de traiter de manière équitable les conséquences de ces aléas, et de faciliter éventuellement l'application des articles 10, 14, 15, 16, 17, et 19 du C.C.A.G.

3) Mémoire de synthèse géologique, géotechnique et hydrogéologique

Le rapport géotechnique comprend le mémoire de synthèse géologique, géotechnique et hydrogéologique visé à l'article 2 du présent C.C.T.G., établi par le maître d'œuvre. En règle générale, l'article 2 du C.C.A.P. rend contractuel ce mémoire de synthèse ; il s'agit d'une pièce importante du marché, appelée à constituer une référence claire et précise, notamment en cas de litige. Il doit être cohérent avec les autres pièces du marché.

La contractualisation du mémoire de synthèse correspond à un souci de clarté dans l'établissement des relations contractuelles en faisant apparaître les données interprétées sur lesquelles le maître d'œuvre a fondé sa conception de l'ouvrage.

Ce mémoire tient compte de toutes les données fiables et des rapports d'experts dont le maître d'œuvre dispose. Il ne retient, parmi les données brutes, que celles utilisées pour son interprétation après les avoir confrontées les unes avec les autres.

En rédigeant le mémoire de synthèse, le maître d'œuvre ne peut en aucune façon éliminer les aléas. Il doit, si possible, les circonscrire en exposant toutes les connaissances qu'il a acquises sur le terrain, y compris les facteurs d'incertitude.

Les sondages et les puits fournissent des informations indispensables, mais ponctuelles. Leurs résultats bruts (coupes ou carottes) doivent donner lieu à interprétation avant d'être exploités dans le mémoire de synthèse. Ils doivent être complétés toutes les fois que cela est possible par des procédés géophysiques donnant des renseignements continus sur les terrains.

Pour les données telles que résistances, cohésions, etc., on fournira, si possible, la valeur moyenne et les caractéristiques d'identification et de comportement des terrains avec des fourchettes de valeurs.

Dans tous les cas, les renseignements obtenus à partir des sondages doivent être corrigés de l'effet d'échelle.

Le mémoire de synthèse doit mentionner, si elles sont prévisibles, des éventualités telles que dégagement de gaz, gonflement des terrains, discontinuités et cavités des structures.

Il doit normalement comporter toutes les données nécessaires pour assurer le dimensionnement et la justification complète des ouvrages :

- des fiches correspondant à chaque nature de terrain, où figurent les caractéristiques d'identification et de comportement des terrains avec des fourchettes de valeurs ;
- les conditions hydrogéologiques ;
- l'indication des principales incertitudes qui n'ont pas pu être levées lors de l'étude du projet.

Le mémoire ne doit comporter que des indications interprétées et élaborées, adaptées à la conception et aux conditions d'exécution retenues pour les ouvrages à réaliser, et assorties de toutes précisions nécessaires sur leur degré de fiabilité et leurs intervalles de variation possibles.

Le mémoire doit notamment fixer le périmètre au-delà duquel la réalisation des fondations ne doit pas avoir de répercussions sur les caractéristiques géotechniques du site.

Le mémoire donne, sous une forme interprétée et élaborée, les renseignements connus du maître d'œuvre sur l'état des lieux qui peuvent avoir une incidence sur la conception et les conditions d'exécution des ouvrages, tels que :

- contraintes relatives à l'environnement : limitation des nuisances du chantier, prescriptions concernant les nappes souterraines,
- existence de zones sujettes à glissements de terrains, de cavités, de rabattements de nappes, de zones ayant fait l'objet d'injections,
- ouvrages voisins : position, caractéristiques, fondations, précautions nécessaires à leur égard,
- ouvrages enterrés (canalisations, câbles, vestiges d'ouvrages divers, ...) : position, caractéristiques, précautions nécessaires à leur égard,
- ouvrages souterrains (aqueducs, égouts, etc.) : position, caractéristiques, précautions nécessaires à leur égard,
- obstacles divers (anciennes décharges, troncs d'arbres, épaves, vestiges en bois, etc.).

4) Présentation des offres

Il convient de demander aux candidats (article 3 du R.P.A.O.) de justifier les principales dispositions qu'ils proposent pour l'exécution des travaux et le respect des programmes en se référant explicitement au mémoire de synthèse. En particulier, les candidats doivent indiquer, dans leur mémoire justificatif, les dispositions qu'ils se proposent d'adopter pour l'exécution des travaux.

Dans le cadre d'une variante de conception ou d'exécution (sous réserve que le R.P.A.O. l'ait autorisé dans le cas d'un marché inférieur au seuil communautaire), si le candidat fournit des interprétations différentes de celles du mémoire de synthèse, il doit en indiquer les raisons précises dans son mémoire justificatif.

Si la variante est retenue, et ce point de vue est admis par le maître d'œuvre, le mémoire de synthèse géologique, géotechnique et hydrogéologique est modifié en tant que de besoin dans la phase de mise au point du marché.

5) Partie II du dossier de consultation

Dans la partie II du dossier de consultation, le maître d'œuvre fournit les éléments d'information qu'il a rassemblés, qu'ils aient été ou non exploités pour établir le mémoire de synthèse. Il fournit dans la même partie II les informations dont il peut disposer et qui portent soit sur la zone voisine du projet soit sur la construction et le comportement d'ouvrages voisins ou analogues.

Il est également souhaitable de préciser dans la partie II les hypothèses qui ont servi à établir le projet et qui ont conduit à la définition des quantités prévisionnelles des principales natures d'ouvrage liées à chaque classe de terrains.

NOTE POUR LA RÉDACTION DU CAHIER, DES CLAUSES ADMINISTRATIVES PARTICULIÈRES

La présente note, destinée à faciliter la rédaction du C.C.A.P., se réfère au C.C.A.P. type qui figure dans le recueil des documents types publié par la Commission Centrale des Marchés. À la date d'élaboration du présent document, il s'agit du document type M.T.P. 103.87.

Article 2 : Pièces constitutives du marché.

Dans le cas général, remplacer dans l'énumération des pièces particulières, « - Cahier de sondages » et « - Dossier géotechnique » par :

« - Mémoire de synthèse géologique, géotechnique et hydrogéologique. »

Ce mémoire définit les conditions normalement prévisibles dans l'exécution du projet de base. La comparaison entre ce dernier et les conditions qui seront réellement rencontrées permettra de déterminer si l'on est dans les conditions d'application des articles 14, 15, 16, 17 et 19 du C.C.A.G.

En cas de variantes autorisées (déplacement ou changement de nature des fondations), il convient de s'assurer que le contenu de ce mémoire reste pertinent pour définir les conditions normalement prévisibles dans l'exécution de la variante.

Article 3 : Prix et mode d'évaluation des ouvrages. Variation dans les prix.

3.3. Contenu des prix - Mode d'évaluation des ouvrages et de règlement des comptes - Travaux en régie

En cas de variantes autorisées, remplacer éventuellement la clause 9cc3 (coefficient d'incitation) par la clause ci-après, qui est à placer après le premier alinéa du 3.3.3., lequel doit être conservé, compte tenu des adaptations éventuellement nécessaires.

« Après achèvement des travaux relatifs aux natures d'ouvrages issues d'une variante retenue ou affectées par celle-ci, il sera procédé à une comparaison entre le montant initial et le montant final de ces ouvrages, déterminés de la manière suivante :

- montant du projet de décompte final, hors pénalités pour retard et hors travaux en régie, ramené en prix de base,*
- montant du détail estimatif (hors T.V.A.) rectifié pour tenir compte si nécessaire des changements apportés, soit aux dispositions fonctionnelles des ouvrages, soit à leurs dispositions techniques à la suite de sujétions imprévues.*

Si le montant du projet de décompte final, tel que défini ci-dessus, excède celui du détail estimatif majoré forfaitairement de ... %, un abattement égal à ... % de la différence sera appliqué sur les sommes dues à l'entrepreneur au titre du présent marché. »

« La répartition de l'abattement, sauf proposition écrite du mandataire dûment contresignée par les cotraitants, sera appliquée, pour la partie le concernant, au titulaire de chacun des lots. »

« Dans le cas d'un marché comportant une tranche ferme et une ou plusieurs tranches conditionnelles, les dispositions ci-dessus s'appliquent à l'ensemble des tranches effectivement exécutées. »

Il convient d'exclure du champ d'application de cette clause les quantités dont les variations éventuelles sont indépendantes de la variante adoptée.

La majoration forfaitaire (supérieure ou égale à 2%) doit être fixée en fonction de la marge d'erreur raisonnablement prévisible de l'offre de l'entrepreneur. L'abattement ne doit pas être supérieur en principe à 25%. Ces pourcentages tiendront compte le cas échéant des dérogations à l'article 17 du C.C.A.G. qui auraient été prévues dans la solution de base.

SOUS-ARTICLE SUPPLÉMENTAIRE :

3.6. Sujétions résultant de la présence d'autres entreprises

« La réalisation de l'ensemble des travaux de l'ouvrage entraînera la présence sur le chantier, des entrepreneurs titulaires des marchés :

-
- »

La réalisation de l'ensemble des travaux d'un ouvrage entraîne généralement la présence simultanée sur le chantier de plusieurs entreprises. Les sujétions qui en résultent pour l'entrepreneur titulaire du marché doivent être indiquées d'une manière aussi précise que possible dans le C.C.A.P., afin que l'entrepreneur puisse les inclure dans son offre.

Article 8 : Préparation, coordination et exécution des travaux.

8.1. Période de préparation - programme d'exécution des travaux

Prévoir une période de préparation de durée suffisante pour remplir toutes les tâches prévues, en particulier, le plan d'assurance-qualité.

Dans la rédaction du 8.1-29c, ajouter immédiatement après « - par les soins de l'entrepreneur » :

« - établissement et présentation au maître d'œuvre des plans d'assurance-qualité. »

Ajouter la clause f :

« Si des éléments nouveaux interviennent au cours du chantier, le programme d'exécution sera adapté en fonction des conditions réelles d'exécution. L'entrepreneur soumettra au visa du maître d'œuvre les méthodes d'exécution révisées, les adaptations ou compléments aux installations et matériels de chantier et, s'il y a lieu, une révision du calendrier d'exécution ».

8.2. Plans d'exécution - Notes de calcul - Études de détail

Ajouter la clause f :

« Il est recommandé d'inclure dans les ouvrages dont les plans ou dispositions de principe sont soumis au visa du maître d'œuvre :

- les ouvrages annexes nécessités par le chantier,
- les forages de reconnaissance en cours de travaux,
- le nombre et la nature des essais de sols à réaliser,
- les soutènements provisoires et les blindages,
- les dispositifs de drainage,
- les ouvrages d'exhaure. »

SOUS-ARTICLE SUPPLÉMENTAIRE :

8.5. Sujétions dues à l'environnement

SOUS-ARTICLE SUPPLÉMENTAIRE :

8.6. Coordination des travaux

Désigner le responsable de cette coordination. Deux cas sont à considérer, le premier étant le plus fréquent :

- *les travaux sont dévolus à une entreprise unique, ou à un groupement d'entreprises ; la coordination est alors assurée par le mandataire du groupement,*
- *les travaux sont dévolus à plusieurs entreprises agissant indépendamment : c'est alors au maître d'œuvre qu'il appartient d'assurer la coordination et l'ordonnancement des travaux ; ces fonctions peuvent être assurées par un organisme spécialisé agissant pour le compte et sous la responsabilité du maître d'œuvre.*

NOTE POUR LA RÉDACTION DU RÈGLEMENT PARTICULIER D'APPEL D'OFFRES

La présente note, destinée à faciliter la rédaction du R.P.A.O., se réfère au R.P.A.O. type qui figure dans le recueil des documents types publiés par la Commission Centrale des Marchés. À la date d'élaboration du présent document, il s'agit du document type M.T.P. 101.87.

2.4. Variantes

En raison des solutions assez diverses susceptibles d'être adoptées, il est recommandé de laisser une certaine liberté au candidat dans ses propositions, à moins que les dispositions relatives à l'ouvrage porté ou l'expérience acquise lors de réalisations analogues ou à la suite d'études ou essais particuliers n'aient conduit à retenir un type de fondation bien déterminé.

Pour cette raison, on retiendra dans la plupart des cas les rédactions 13.b et 13.c, c'est-à-dire proposition conforme au dossier de consultation (solution de base) avec faculté de présenter des variantes limitées. La délimitation des variantes admises est à fixer en fonction des renseignements géotechniques connus, de telle sorte qu'il puisse être procédé sans ambiguïtés au jugement des offres. La rédaction de la clause (c) est à adapter à partir de la liste suivante :

- Pieux préfabriqués : type de pieux, longueur, section, répartition, inclinaisons éventuelles, dispositifs de pointe.
- Pieux exécutés en place et puits : type de pieux, longueur, section, répartition.
- Palplanches et rideaux de palplanches : profils, nuances, longueurs, ancrages et étaitements éventuels.
- Parois moulées et parois préfabriquées : nature des parois, constitution, ancrages, étaitements, liaison avec les autres structures.
- Parois berlinoises : nature des parois, constitution, ancrages, étaitements, liaisons avec les autres structures.

Par ailleurs, la clause (c) est à compléter de la façon suivante :

« Les modalités de règlement sont définies à l'article 3.3 du C.C.A.P. »

3. Présentation des offres - Solution de base

3.B.b. (clause 19b)

Demander le sous-détail des prix forfaitaires et des prix unitaires des ouvrages :

- ayant une incidence importante sur le coût global ;
- dont les quantités peuvent varier en fonction des conditions géotechniques effectivement rencontrées ou des méthodes d'exécution mises en œuvre (en particulier déblais, injections, drainage et évacuation des eaux).

Dans le cas de conditions techniques imprévues, qui rendent nécessaire le recours à des prix nouveaux ou à des prix provisoires (article 14 du C.C.A.G.), l'existence de sous-détails de prix figurant au bordereau et s'apparentant aux natures d'ouvrages considérées facilite l'établissement de ces prix.

3.C. (clause 19c)

après : « des indications concernant les procédés et moyens d'exécution envisagés ; »

ajouter : « Le candidat devra justifier les principales dispositions qu'il propose pour l'exécution des travaux et le respect des programmes en se référant explicitement au mémoire de synthèse. Si le mémoire justificatif de l'offre contient des interprétations différentes de celles du mémoire de synthèse, conduisant

notamment à la présentation de variantes d'exécution ou de conception, elles doivent être signalées et argumentées. Dans le cas où ce point de vue serait admis par le maître d'œuvre, le mémoire de synthèse annexé au C.C.T.P. sera modifié en tant que de besoin. »

3.E.

ajouter :

« Schéma Organisationnel du Plan d'Assurance Qualité (S.O.P.A.Q.)

Ce document se divise en trois parties :

- Partie I : Organisation générale du chantier.
- Partie II : Procédures d'exécution propres à un ouvrage ou à une partie d'ouvrage.
- Partie III : Documents de suivi. »

Ces parties sont à compléter en tenant compte des indications figurant à l'article 7 du C.C.T.G.

3. Présentation des offres - Variantes

Clause 21.a. (variantes limitées)

ajouter :

« Si des propositions techniques concernant les méthodes d'exécution conduisent à modifier la nature des ouvrages ou les quantités prévisibles des différentes natures d'ouvrages, l'entrepreneur devra préciser les modifications de quantités qui en résultent. »

4. Jugement des offres

Clause 25. (critères de jugement)

ajouter les critères additionnels (article 97 ou 300 du C.M.P.) :

- « - Qualité du Schéma Organisationnel du Plan d'Assurance Qualité (S.O.P.A.Q.).
- Qualité de l'offre sous l'angle des dispositions prévues en matière de prévention des accidents du travail et en matière d'hygiène. »

Les risques spécifiques élevés des travaux de fondations nécessitent en effet de prendre en compte l'hygiène et la sécurité des travailleurs comme critère additionnel de jugement des offres.

Les variantes proposées par un candidat doivent faire l'objet d'une analyse détaillée lors de l'examen des offres ; il importe en particulier de mettre en évidence la sensibilité des offres aux variations des quantités d'ouvrages.

RAPPORT DU GROUPE DE TRAVAIL

Le fascicule n° 68 du C.P.C. (titre I - Exécution des travaux de fondations d'ouvrages) datait de 1967.

Il y avait donc lieu, d'une part, de le mettre en accord avec le C.C.A.G. et, d'autre part, de le mettre à jour du point de vue technique.

Par décision de M. le Président du G.P.E.M.T., un premier groupe de travail chargé de proposer une nouvelle rédaction du fascicule a été créé le 29 Juin 1976.

Ce groupe de travail a compris :

- M. MALCOR, I.G.P.C., président ;
- M. FOLACCI, I.G.P.C., secrétaire ;
- M. MOGARAY, I.G.P.C. ;
- M. BŒUF, I.G.P.C. ;
- M. BOUVIER, membre du groupe de rédaction de l'ancien fascicule 68 ;
- MM. CALGARO, HAIUN et MILLAN, du S.E.T.R.A. ;
- MM. AMAR, BAGUELIN et RAT, du L.C.P.C. ;
- M. COMBARIEU, du Laboratoire Régional de Rouen ;
- M. CAVANNA, de la Direction de l'Équipement de Seine Saint-Denis ;
- M. MONADIER, du Port Autonome de Dunkerque ;
- M. PERNIER puis M. BOUGNOL, du S.C.T.P.M.V.N. ;
- M. CAPRONNIER, d'EDF
- M. LABATUT, de la SNCF
- M. BRULOIS, de l'entreprise BACHY ;
- M. CHADEISSON, de l'entreprise SOLETANCHE, puis M. GOUVENOT ;
- M. PAREZ, de l'entreprise SOL-ESSAIS-ETUDES ;
- M. BOUSQUET, de l'entreprise MORILLON-CORVOL ;
- M. GESTA, de l'entreprise S.G.E. ;
- M. HOUY, de SACILOR ;
- M. TICHONICKY, de l'entreprise DODIN ;
- M. JALIL de SOCOTEC, chargé du DTU-13.1, « Fondations superficielles » ;
- M. HURTADO, de SOL et STRUCTURES, chargé du DTU-13.2, « Fondations profondes » ;
- M. TCHENG, du C.E.B.T.P., animateur du « Guide des Soutènements ».

Le groupe a tenu sa première réunion le 10 Septembre 1976 et sa dernière réunion le 12 Avril 1983.

Cette première phase de travaux s'est terminée par la rédaction définitive du fascicule 68, texte et commentaires, et a été soumise à la réflexion préalable de la section « technique du Génie Civil et du bâtiment » du Conseil Général des Ponts et Chaussées.

L'analyse qui en a été faite a abouti au constat qu'en l'absence de fascicule du C.C.T.G. relatif à la conception et au calcul des fondations, le projet présenté, tout en étant d'une grande qualité, revêtait un caractère hybride en introduisant des clauses débordant largement du cadre de la stricte exécution des fondations.

Pour cette raison, M. le Président du G.P.E.M.T. a constitué :

- un groupe de travail chargé de la rédaction d'un fascicule du C.C.T.G. (Fascicule 62, titre V), portant sur la conception et le calcul des fondations ;
- un groupe de révision du projet présenté par M. MALCOR, également chargé d'assurer l'harmonisation avec le fascicule conception et calcul précité.

La composition de ce dernier groupe, dont les travaux ont commencé en septembre 88, était la suivante :

- M. BATSCH, I.G.P.C., président ;
- M. THONIER F.N.T.P., secrétaire ;
- M. MILLAN, S.E.T.R.A., rapporteur ;
- M. AMAR L.C.P.C. ;
- M. BRULOIS, Entreprise BACHY ;
- M. BONNET, Entreprise FONDACO ;
- M. COQUAND, Entreprise E.M.C.C. ;
- M. GOUVENOT, Entreprise SOLETANCHE ;
- M. UNGER, Entreprise FONDACO.

Le présent document, largement mis à l'enquête auprès de la profession, constitue l'aboutissement des travaux de ce groupe.

Conséquemment, il est soumis à M. le Président du G.P.E.M.-T.M.O. et à M. le Président de la troisième section du Conseil Général des Ponts et chaussées comme projet de fascicule 68 du C.C.T.G.

POINTS PARTICULIERS

1) GÉNÉRALITÉS

Conformément aux directives de la commission centrale des marchés, les prescriptions n'ayant pas un caractère contractuel ont été systématiquement éliminées du texte.

Les conseils au maîtres d'œuvre, lorsqu'ils sont conservés, sont placés en commentaires.

L'usage fréquent de la formule « sauf prescriptions contraires du C.C.T.P. » et autres formules analogues comporte le double avantage de supprimer dans le texte tout conseil au maître d'œuvre et, en même temps, de le dispenser de récapituler à l'article 10. du C.C.A.P. les articles du C.C.T.P. où il fait usage de cette latitude.

2) ARTICLE 2.1 - DOCUMENTS D'ÉTUDE

La contractualisation des documents d'étude est prévue à l'article 3. du C.C.A.G.

Le groupe a estimé qu'elle devrait être la règle, c'est-à-dire que le maître d'œuvre qui entend y déroger doit le prévoir explicitement ; il a estimé que l'exception n'était admissible que lorsque, pour diverses raisons, les études étaient insuffisantes.

La règle générale permet de fixer d'une manière claire les bases sur lesquelles le maître d'œuvre a appuyé sa conception de l'ouvrage et l'entrepreneur l'étude des prix et des moyens d'exécution.

3) *ARTICLE 2.2 - CONDITIONS TECHNIQUES IMPRÉVUES*

L'objet de cet article est de permettre l'adaptation amiable des dispositions du marché et notamment des prix et des délais aux conditions rencontrées quand ces dernières sont différentes de celles prévues dans le mémoire de synthèse géologique, géotechnique et hydrogéologique contractualisé par l'article 2. du C.C.A.P.

Le libellé retenu pour le titre de cet article évite de créer une confusion entre l'objet de l'article et la jurisprudence des « sujétions imprévues » qui intervient hors marché, lorsqu'aucun accord amiable n'a été possible.

4) *ANALYSE DES CHAPITRES*

Sauf cas particuliers, chaque technique comprend les intitulés d'articles suivants :

- domaine d'application : cet article définit de façon aussi complète que possible le champ d'application du chapitre ;
- nature, provenance et qualités des matériaux : cet article comprend un tronc commun (article 3.), complété par des prescriptions relatives aux matériaux spécifiques à chaque technique ;
- dispositions constructives ;
- mise en œuvre ;
- essais et contrôles ;
- plan d'assurance de la qualité : cet article comprend un tronc commun (article 7.), complété par des prescriptions spécifiques à chaque technique.

5) *ANNEXE AU TEXTE*

Pour ne pas encombrer le texte de considérations à connotation administrative, la définition technique des prestations figure en annexe au texte. Son découpage en chapitres correspond toutefois point par point aux différentes techniques traitées dans le texte.

De façon générale, sa rédaction attire l'attention sur les aléas des travaux de fondation et incite les rédacteurs du marché à payer à part les installations afin de se rapprocher de la réalité des prix.

6) *ANNEXES AUX COMMENTAIRES*

Il a semblé utile de joindre en annexe aux commentaires les documents ci-après, qui donnent des conseils pour la rédaction du marché et la consultation des entreprises :

- un guide pour la rédaction des dossiers de consultation ;
- une note pour la rédaction du C.C.A.P. ;
- une note pour la rédaction du R.P.A.O.

Le Président

G. BATSCH

Page laissée intentionnellement blanche

