|  |
| --- |
| TIAGO PALMA |
| RÉHABILITATION ET EXTENSION DU BÂTIMENT  RUA VEIGA DA CUNHA 27 À SINTRA |
| PROJET D'EXÉCUTION DE STABILITÉ, D'EXCAVATION ET DE CONFINEMENT PÉRIPHÉRIQUE |
| SPÉCIFICATIONS  **NUNO TRAVASSOS LDA** |
| Janvier 2025 |

1. [ORIGINE ET CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX 4](#_bookmark0)
   1. [EXIGENCES COMMUNES A TOUS LES MATÉRIAUX 4](#_bookmark1)
   2. [MATÉRIAUX CONSTITUTIFS DES MORTIERS ET DES BÉTONS À LIANT HYDRAULIQUE 4](#_bookmark2)
      1. [Liants hydrauliques 4](#_bookmark3)
      2. [Granulats 5](#_bookmark4)
      3. [Eau 7](#_bookmark5)
      4. [Adjuvants 8](#_bookmark6)
      5. [Pierre en général 9](#_bookmark7)
   3. [BÉTONS AUX LIANTS HYDRAULIQUES 9](#_bookmark8)
   4. [MORTIERS 9](#_bookmark9)
   5. [ACIER D'ARMATURE 10](#_bookmark10)
      1. [Acier pour armatures ordinaires 10](#_bookmark11)
   6. [BOIS PERDU ET COFFRAGE 11](#_bookmark12)
      1. [Bois 11](#_bookmark13)
      2. [Coffrage perdu 12](#_bookmark14)
   7. [MATÉRIAUX DIVERS 13](#_bookmark15)
      1. [Acier 13](#_bookmark16)
         1. [Acier laminé 13](#_bookmark17)
      2. [Matériaux pour la métallisation et la peinture 13](#_bookmark18)
         1. [Zinc destiné à la métallisation 13](#_bookmark19)
         2. [Peintures pour la peinture d'éléments métalliques 13](#_bookmark20)
         3. [Peintures pour surfaces en béton 14](#_bookmark21)
   8. [MATÉRIAUX NON SPÉCIFIÉS 14](#_bookmark22)
2. [EXÉCUTION DES TRAVAUX 15](#_bookmark23)
   1. [MORTIERS 15](#_bookmark24)
   2. [BÉTON AU LIANT HYDRAULIQUE 15](#_bookmark25)
      1. [Composition du béton 15](#_bookmark26)
      2. [Préparation du béton 16](#_bookmark27)
      3. [Bétonnage et décoffrage 17](#_bookmark28)
      4. [Plan de bétonnage 20](#_bookmark29)
      5. [Contrôle de la qualité 20](#_bookmark30)
      6. [Critères de mesure 22](#_bookmark31)
   3. [ARMATURE ORDINAIRE 23](#_bookmark32)
      1. [Critères généraux 23](#_bookmark33)
      2. [Critères de mesure 23](#_bookmark34)
   4. [STRUCTURES MÉTALLIQUES 24](#_bookmark35)
      1. [Conditions d'exécution 24](#_bookmark36)
      2. [Description générale des travaux 25](#_bookmark37)
      3. [Fabrication 26](#_bookmark38)
      4. [Assemblage 29](#_bookmark39)
      5. [Application de vis à haute résistance (HR) 30](#_bookmark40)
      6. [Protection anticorrosion 32](#_bookmark41)
      7. [Préparation et application de la résine époxy 34](#_bookmark42)
      8. [Critères de mesure 35](#_bookmark43)
   5. [MOULES 35](#_bookmark44)
   6. [FINITION DES SURFACES EN BÉTON 37](#_bookmark45)
   7. [FERMES, TRÉTEAUX, ÉCHAFAUDAGES ET STRUCTURES TEMPORAIRES 38](#_bookmark46)
   8. [TOLÉRANCES ET NIVELLEMENT 39](#_bookmark47)
   9. [TRAVAUX NON SPÉCIFIÉS 39](#_bookmark48)
   10. [TRAVAUX FINAUX 40](#_bookmark49)

## ORIGINE ET CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX

## EXIGENCES COMMUNES A TOUS LES MATÉRIAUX

Tous les matériaux à utiliser doivent être accompagnés de certificats d'origine et de documents de contrôle de la qualité et doivent en outre satisfaire aux exigences suivantes :

* s'il est national, les normes portugaises, les documents officiels d'approbation des laboratoires, les réglementations en vigueur et les spécifications de ces conditions techniques ;
* s'il est étranger, les normes et réglementations en vigueur dans le pays d'origine, s'il n'existe pas de normes nationales applicables, et les spécifications de ces conditions techniques.

Aucun matériau ne peut être appliqué aux travaux sans l'autorisation préalable de l'Autorité de Surveillance.

L’Adjudicataire peut, avec l'autorisation de l'Autorité de Surveillance, utiliser des matériaux autres que ceux prévus, s'il n'est pas porté atteinte à la solidité, à la stabilité, à l'aspect, à la durée et à la conservation de l'ouvrage et s'il n'y a pas de majoration de prix.

Le fait que l'Autorité de Surveillance autorise l'utilisation d'un matériau quelconque ne dégage pas l’Adjudicataire de la responsabilité de sa mise en œuvre et de son exécution correctes.

L'Autorité de Surveillance peut, lorsqu'elle le juge opportun, faire procéder à des essais de contrôle de la qualité des matériaux, s'il existe des doutes à leur sujet.

Les frais de ces essais seront à la charge de l’Adjudicataire si les résultats ne prouvent pas la qualité requise des matériaux.

En ce qui concerne les travaux de bétonnage, tous les articles pertinents du présent cahier des charges doivent être pris en compte (Voir - **Error ! Reference source not found**.).

## MATÉRIAUX CONSTITUTIFS DES MORTIERS ET BÉTONS AUX LIANTS HYDRAULIQUES

### Liants hydrauliques

Les liants à utiliser dans la formulation des mortiers et bétons de structure seront de nature hydraulique et devront répondre aux dispositions énoncées dans le NP2064 - Ciments. Définitions, composition, spécifications et critères de conformité, 1991 et son amendement de 1993. Dans ces conditions, les ciments à utiliser doivent être conformes aux types, compositions, exigences mécaniques, physiques et chimiques définis dans cette norme. Les normes portugaises NP EN 197-1 (2012) et NP EN 206-1 (2007) doivent également être respectées.

Le type de ciment à utiliser dans les bétons et les mortiers doit être celui indiqué comme référence dans la spécification LNEC E464 pour la classe d'exposition à laquelle la structure ou l'élément structurel est soumis, conformément aux dispositions de cette même spécification. En général, le liant hydraulique des mortiers et des bétons doit être du ciment Portland de type I et la classe de résistance sera de 32,5 ou 42,5 si rien d'autre n'est indiqué dans le projet et dans les présentes spécifications, et il doit porter la marque NP pour la conformité aux normes cimentières.

Pour des conditions environnementales agressives, un liant de type IV/A-SR de classe 32,5 ou 42,5 doit être utilisé, et il doit porter la marque NP conformément aux normes sur le ciment.

Le ciment doit être de préférence d'origine nationale, de fabrication récente et conditionné de manière à être bien protégé de l'humidité.

Le ciment doit être fourni en vrac et, dans des situations spécifiques, en sacs. Le ciment fourni en vrac doit être stocké dans des silos équipés de thermomètres. Lorsqu'il est fourni en sacs, il ne peut être stocké à l'air libre et doit être stocké avec toutes les précautions indiquées dans la norme NP EN206-1 (2007).

Tout ciment durci, granulé, mal emballé ou mal stocké sera rejeté. Lorsqu'il est conditionné en sacs, tout le ciment contenu dans des sacs ouverts ou présentant des signes d'altération sera rejeté. Le ciment rejeté doit être identifié et retiré du chantier.

Le mélange sur site d'ajouts aux ciments ne doit être autorisé que dans des cas exceptionnels dûment justifiés et lorsque l'industrie du ciment ne produit pas actuellement de ciments certifiés présentant des caractéristiques équivalentes.

Sans préjudice des dispositions du point précédent, l'ajout d'adjuvants dans la phase de mélange ne peut être autorisé que lorsque le ciment est de type I et que l'objectif est d'obtenir la durabilité appropriée du béton, dans le respect des spécifications et des normes en vigueur.

Conformément au point précédent, le mélange des ajouts doit être conforme aux dispositions des spécifications de la LNEC.

Il est interdit d'utiliser des adjuvants qui ne sont pas couverts par les normes ou spécifications suivantes :

* NP EN 934-2 « Adjuvants pour béton, mortier et coulis. Partie 2 : Adjuvants pour béton - Définitions et exigences ».
* NP4220 - Pouzzolanes pour béton. Définitions, spécifications et vérification de la conformité.
* NP EN450 - Cendres volantes pour béton. Définitions, exigences et contrôle de la qualité.
* Spécification LNEC E375 - Laitier granulé de haut fourneau moulu pour le béton. Caractéristiques et contrôle de conformité.
* Spécification LNEC E376 - Filtre calcaire pour béton. Caractéristiques et vérification de la conformité.
* Spécification LNEC E377 - Fumée de silice pour béton. Caractéristiques et vérification de la conformité.

Le ciment à utiliser dans le béton prescrit pour un ouvrage donné doit, dans la mesure du possible, provenir de la même source, attestée par des certificats d'origine. Si tel n'est pas le cas, l’Adjudicataire doit démontrer par des essais l'équivalence des propriétés physiques, chimiques et mécaniques des ciments utilisés, en accordant une attention particulière à leur alcalinité.

Si des ciments blancs sont utilisés, la NP 4326 - Ciments blancs. Composition, types, caractéristiques et vérification de la conformité. Dans ce cas, il convient d'utiliser le ciment BR I 42.5.

### Granulats

Les granulats pour les bétons de liant hydraulique doivent être conformes, en termes de caractéristiques et de conditions d'approvisionnement et de stockage, aux stipulations des normes NP EN 206-1, NP EN 12620 : 2004 et NP EN 13055-1 ainsi qu'aux spécifications LNEC respectives incluses dans ces normes, à savoir la spécification LNEC E 467 - 2006.

Dans le cas des granulats destinés à la fabrication du béton, les éléments suivants doivent également être pris en compte :

Les granulats, à savoir les pierres concassées, peuvent provenir du concassage du granit ou du calcaire et doivent être sélectionnés en fonction des disponibilités locales, mais toujours de manière à garantir le respect des exigences spécifiées pour la couleur à obtenir dans le béton. La condition déterminante est qu'ils soient très propres, exempts d'argile et d'autres débris qui les isolent du liant. Ils ne doivent pas contenir de matières organiques. L'homogénéité du matériau tout au long de l'approvisionnement est également un facteur déterminant pour garantir l'homogénéité de la couleur du béton réalisé avec .

En ce qui concerne les sables, il est conseillé d'utiliser des matériaux à gros grains, de préférence clairs, mais surtout bien nettoyés, lavés et approvisionnés de façon homogène et, comme les graviers, ils doivent répondre aux exigences et aux recommandations des normes susmentionnées.

Les essais mentionnés dans la NP EN 12620 qui sont généralement nécessaires pour vérifier les caractéristiques des granulats sont les suivants :

* Détermination de la résistance à la compression de la roche dont est issu le granulat (dans les granulats concassés) ;
* Détermination de la résistance à l'écrasement (dans les godets et les pierres concassées) ;
* Détermination de l'indice volumétrique ;
* Détermination de l'absorption d'eau ;
* Détermination du coefficient de dilatation thermique linéaire ;
* Détermination de la quantité de matière organique ;
* Détermination de la réactivité potentielle avec les alcalis du liant ;
* Détermination de la teneur en particules très fines et en matières solubles ;
* Détermination de la teneur en particules d'argile ;
* Détermination de la teneur en particules molles (dans les granulats d'une taille minimale de 9,51 mm).

Dans le cas de granulats concassés, l'exécution de l'un des deux premiers essais de la liste ne nécessite pas l'autre.

Les quantités de chlorures, sulfures, sulfates et alcalins contenues dans les composants du béton ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans la NP EN 12620, c'est pourquoi les essais suivants sur les granulats sont requis :

* Détermination de la teneur en chlorures solubles ;
* Détermination de la teneur en sulfures ;
* Détermination de la teneur en sulfates ;
* Détermination de la teneur en alcalis solubles dans l'eau.

Les essais susmentionnés seront effectués conformément aux documents normatifs indiqués dans la norme NP EN 12620. L’Adjudicataire doit soumettre le plan d'essai des granulats à l'approbation de l'Autorité de Surveillance.

La détermination de la granulométrie des granulats doit être conforme aux dispositions de la norme NP EN 206 - 1, article 5.4. Sa détermination sera un essai obligatoire. Les granulats doivent également avoir un module de finesse qui ne s'écarte pas de plus de 20 % du module de finesse des granulats ayant servi de base à l'établissement de la composition susmentionnée.

Lorsque les granulats sont destinés à des bétons qui seront en contact avec l'eau de mer ou à des éléments enterrés susceptibles d'être en contact avec des eaux agressives, l'essai de réactivité aux sulfates et aux alcalins, tel que décrit dans la spécification LNEC E 461, est une préoccupation et un essai obligatoires.

L'utilisation de granulats à réactivité alcaline n'est pas autorisée quelles que soient les conditions d'exposition auxquelles la structure est soumise.

Les granulats doivent être stockés dans des endroits protégés de toute contamination éventuelle, de préférence dans des parkings pavés et bien drainés. Dans le cas du bétonnage de grands éléments et afin de garantir l'homogénéité de la couleur du béton appliqué sur l'ensemble de la pièce, il convient de stocker des quantités suffisantes de granulats, dûment classés, pour le bétonnage en question. Les granulats doivent être stockés en fonction de leur classification par taille et de manière à être protégés de toute contamination éventuelle, en particulier celle provenant du sol. La ségrégation doit être évitée à la fois pendant le stockage et le transport, et les précautions nécessaires doivent être prises.

L’Adjudicataire soumet à l'approbation de l'Autorité de Surveillance le plan d'obtention des granulats, de lavage et de sélection des granulats, d'approvisionnement, de transport et de stockage, afin d'assurer leur production et leur fourniture avec les caractéristiques appropriées et constantes, dans les quantités et les dimensions requises.

Les éléments individuels du granulat grossier doivent de préférence être isométriques et leur coefficient de forme ne doit pas dépasser 20 % du poids total. Une particule est considérée comme plate lorsque d/b< 0,5 et allongée lorsque L/b> 1,5, où « b » est la largeur, « d » l'épaisseur et « L » la longueur de la particule.

La dimension maximale du granulat grossier ne doit pas dépasser 1/4 de la plus petite dimension de la pièce à bétonner et, dans les zones avec armatures, elle ne doit pas dépasser la distance libre entre les barres réduite de 5 mm. En tout état de cause, il ne doit pas dépasser 25 mm, sauf dans le cas de pièces de grandes dimensions, ni 1,2 fois l'enrobage des armatures.

Le granulat grossier doit être correctement lavé.

Le sable doit être correctement lavé et sablé, si cela s'avère nécessaire de l'avis de l'Autorité de Surveillance.

À la demande de l'Autorité de Surveillance, les essais nécessaires seront effectués pour vérifier que les caractéristiques des granulats sont conformes à celles spécifiées dans la norme NP EN206.

### Eau

La qualité de l'eau de gâchage utilisée pour la fabrication du béton peut influencer les temps de prise, le développement de la résistance du béton et la protection des armatures contre la corrosion. Seule de l'eau douce doit être utilisée sur le chantier, tant pour la fabrication des bétons et mortiers que pour la cure du béton. L'eau doit également être propre et exempte de matières étrangères en solution ou en suspension. Il est interdit d'utiliser de l'eau de mer ou de l'eau saumâtre provenant de puits, que ce soit pour le mélange ou pour la cure du béton.

L'eau de gâchage doit être conforme à la norme NP EN 1008 : 2003 et à la spécification LNEC E372 : 1993.

Caractéristiques de l'eau de gâchage du béton

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | Béton ordinaire | Béton armé et précontraint |
| - | Exposant hydrogène (pH) | > 4 | > 4 |
| - | Matières en suspension (résidus en suspension) (g/litre) | < 5 | < 2 |
| - | Sels dissous (résidu dissous) (g/litre) | < 35 | < 10 |
| - | Matière organique (consommation chimique d'oxygène) (mg/litre) | < 500 | < 500 |
| - | Teneur en chlorure (mg/litre) | < 4500 | < 600 |
| - | Teneur en sulfate (mg/litre) | < 2000 | < 2000 |
| - | Teneur en orthophosphates (mg/litre) | < 100 | < 100 |
| - | Teneur en nitrates (mg/litre) | < 500 | < 500 |
| - | Teneur en sulfure (mg/litre) | < 100 | < 100 |
| - | Teneur en sodium et en potassium (mg/litre) | < 1000 | < 1000 |

### Adjuvants

Les adjuvants à incorporer au béton pour améliorer l'ouvrabilité sans augmenter le rapport eau/ciment, pour maintenir ce dernier en réduisant l'eau de gâchage, pour augmenter la résistance ou à d'autres fins telles qu'accélérer ou retarder la prise, ne doivent pas contenir de constituants nocifs en quantités telles qu'ils pourraient affecter la durabilité du béton ou provoquer la corrosion de l'armature.

Les adjuvants à incorporer au béton doivent être conformes à la norme NP EN 934-2 : 2003. Les adjuvants à incorporer sont soumis à des critères de conformité en termes de caractéristiques d'identification, de compatibilité et de comportement définis dans cette norme.

La quantité totale d'adjuvants dans le mélange ne doit pas dépasser 50 g/kg de ciment et ne doit pas être inférieure à 2 g/kg de ciment. Des quantités inférieures d'adjuvants ne sont autorisées que si elles sont dispersées dans une partie de l'eau de gâchage. La quantité d'adjuvants liquides doit être prise en compte dans le calcul du rapport A/C si elle dépasse 3 litres/m3 de béton.

Les conditions et la durée maximale de stockage des adjuvants sur le chantier doivent être conformes à celles prévues par le fabricant. En l'absence de celles-ci, des essais doivent être effectués pour s'assurer que les caractéristiques spécifiées et éprouvées des adjuvants sont maintenues.

L'utilisation d'un adjuvant particulier suppose l'approbation de l'Autorité de Surveillance qui peut, en cas de doute sur les caractéristiques des adjuvants utilisés ou sur leur compatibilité avec d'autres composants du béton, ordonner les essais qu'elle juge nécessaires pour vérifier que l'adjuvant produit l'effet désiré dans le mortier ou le béton. Il doit également vérifier que l'adjuvant ne produit aucune réaction avec les armatures.

L’Adjudicataire doit indiquer à l'Autorité de Surveillance les adjuvants et les pourcentages qu'il a l'intention d'adopter dans la formulation des différents bétons, en accompagnant cette indication des documents d'essai dans un laboratoire officiel de toutes les exigences imposées dans la spécification LNEC E374 - Adjuvants pour mortiers et bétons. Caractéristiques et vérification de la conformité.

L’Adjudicataire doit inclure des informations sur les adjuvants avec des essais sur la variabilité de l'ouvrabilité du béton produit avec eux dans la première heure, et les résistances à 3, 7 et 28 jours d'âge, afin de fournir à l'Autorité de Surveillance les éléments conduisant à l'approbation de leur adoption.

Les additifs utilisés dans les coulis de précontrainte doivent être exempts de chlorures et d'aluminium. Les adjuvants à base de chlorure de calcium ou d'autres chlorures ne doivent pas être ajoutés au béton armé, au béton précontraint ou au béton contenant des métaux encastrés. Les adjuvants dont la teneur en chlorure est supérieure à 1 % ne doivent pas être utilisés.

### Pierre en général

La pierre à utiliser, tant pour le gravier que pour d'autres usages, doit remplir les conditions générales suivantes, en plus des conditions spécifiques à chaque cas :

* ne pas être attaqués par l'eau ou les agents atmosphériques
* ne pas présenter de fissures ou de lézardes
* exempts de terre ou de toute autre matière étrangère
* ne pas présenter de cavités, avoir un grain homogène et ne pas être gélif.

## BÉTONS AUX LIANTS HYDRAULIQUES

Les règles établies dans les normes NP EN 206-1 et NP ENV 13670-1:2007 seront suivies pour tout ce qui concerne la composition du béton et les autres opérations complémentaires.

## MORTIERS

Les mortiers à utiliser seront des types suivants :

* TYPE I - Mortier de ciment et de sable avec un mélange de :

- 600 kg de ciment de type I classe 42.5 R

- 1000 kg de sable

* TYPE II - Mortier avec liant sans retrait et sable, ou sable et gravier.

Les caractéristiques du liant proposé seront décrites en détail et il appartiendra à l'Autorité de Surveillance de l'accepter ou même d'en imposer un autre de son choix.

L'étude de sa composition sera proposée à l'approbation de l'Autorité de Surveillance au moins 30 jours avant la première application prévue.

Les caractéristiques minimales seront les suivantes :

* la résistance du mortier à 28 jours ne peut en aucun cas être inférieure à celle du béton des parties sur lesquelles il est appliqué ;
* la dilatation maximale dans les premières 24 heures après le gâchage ne doit pas dépasser 0,5 % ;
* le retrait à partir de 24 heures et jusqu'à l'âge de 6 mois, dans un environnement à 65 % d'humidité relative, ne doit pas dépasser celui observé dans les premières 24 heures ;
* aucune exsudation ne doit être observée.

## 

## ACIER D'ARMATURE

### Acier pour armatures ordinaires

L'acier doit être d'un type approuvé, d'une texture homogène avec un grain fin, non cassant et exempt de galvanisation, de peinture, de goudron, d'argile, d'huile ou de rouille lâche et doit être exempt de défauts de surface, de fissures, de soudures et de goulots d'étranglement des sections, conformément aux exigences du REBAP - Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (Règlement sur les Structures en Béton Armé et Précontraint).

L'acier utilisé pour l'armature du béton sera un acier rond laminé à chaud et devra être conforme aux réglementations en vigueur. L'acier doit disposer d'un document de classification du Laboratoire national de génie civil. L'acier à utiliser doit être certifié par CERTIF. L'acier à utiliser doit être accompagné du certificat d'essai délivré par le fabricant pour le matériau fourni. Ce certificat doit porter les marques d'identification du fabricant.

Dans le cas de constructions dans des zones sismiques, il convient d'utiliser des aciers NR SD à ductilité spéciale, conformément aux spécifications techniques LNEC E455-2002 et LNEC E460-2002.

Les essais à effectuer seront des essais de traction sur de longues éprouvettes proportionnelles et des essais de flexion, réalisés conformément aux normes portugaises en vigueur, respectivement NP EN 10002-1 et NP 173, comme stipulé dans l'article 22 du Règlement sur les Structures en Béton Armé et Précontraint. Les essais nécessaires doivent également être effectués pour satisfaire aux dispositions des articles 173 et 174 du même règlement.

Si les barres sont destinées à être épissées par soudage, des essais seront effectués aux fins visées aux articles 84 et 156 du Règlement sur les structures en béton armé et précontraint.

L'acier à utiliser doit également répondre aux exigences de la norme EN 10080, le cas échéant.

Tous les aciers nervurés doivent pouvoir être soudés comme décrit dans les spécifications techniques LNEC respectives. Si des connexions soudées sont nécessaires, la procédure de soudage doit être demandée au fabricant de l'acier, bien que le soudage bout à bout ne soit pas recommandé.

Tant pendant le transport que pendant le stockage, la tige doit être protégée de manière adéquate contre la pluie, le contact avec le sol, l'éventuelle accumulation d'eau sur le sol et l'éventuelle agression de l'atmosphère, et elle doit également être correctement séparée par type, qualité, diamètre et origine. Avant l'utilisation, il faut vérifier son état et s'assurer qu'il n'y a pas d'altérations nuisibles. L’Adjudicataire doit rassembler tous les documents et les résultats des essais effectués pendant l'exécution des travaux, mentionnés dans le présent cahier des charges, et les réunir dans un document unique intitulé « Contrôle de la qualité des aciers appliqués » qui sera remis au maître de l'ouvrage lors de la réception des travaux.

Les aciers ne doivent être envoyés sur le chantier qu'après approbation et doivent répondre aux exigences décrites dans les caractéristiques du matériau. Aucun matériau ne peut être utilisé sur le chantier sans l'autorisation préalable de l'Autorité de Surveillance. Chaque fourniture doit être accompagnée du certificat d'essai délivré par le fabricant, qui doit comprendre :

- La composition chimique des constituants visés dans la spécification technique de la LNEC ;

- Les résultats des essais mécaniques avec les caractéristiques requises dans la spécification technique de la LNEC ;

- La garantie de conformité aux exigences de fatigue et de comportement aux actions cycliques (uniquement dans le cas de l'utilisation de matériaux NR à ductilité spéciale) ;

- Les marques d'identification du fabricant ;

- La référence à la possession du certificat CERTIF, qui garantit le respect de toutes les exigences réglementaires.

L'Autorité de Surveillance doit exiger que chaque matériel soit muni d'une étiquette d'identification comportant au moins le nom du fabricant, le numéro de la fuite, la référence de l'organisme certificateur et les marques d'identification. Le responsable de la réception doit vérifier que les numéros de fuite sont les mêmes sur tous les documents et étiquettes et que les marques d'identification sur les documents et étiquettes sont les mêmes que sur le matériel. En cas de non-concordance, il convient d'informer le fabricant afin qu'il puisse clarifier la situation. Si le doute persiste, il faut demander au CERTIF d'intervenir. Si l'organe de contrôle le décide, des essais de traction, de flexion, de pliage-dépliage et des essais de caractéristiques géométriques et de section transversale doivent être effectués pour vérifier la conformité aux exigences des spécifications techniques respectives de la LNEC. La fréquence des essais doit être de deux par 40 tonnes ou fraction de 40 tonnes, pour chaque diamètre et type d'acier fourni. En cas de non-conformité, il convient de demander au fabricant de clarifier la situation et, si le fabricant ne le fait pas, de demander au CERTIF d'intervenir.

## BOIS PERDU ET COFFRAGE

### Bois

Les bois à utiliser doivent être de bonne qualité, bien séchés, non brûlés ni cardés, sans nœuds vicieux, exempts de vermine, de fissures ou de défauts qui pourraient compromettre leur résistance et l'aspect final des pièces de béton.

Ils doivent être de premier choix, c'est-à-dire sélectionnés de manière à ce que même les petits défauts (nœuds, fissures, etc.) ne se produisent pas très souvent ou en grandes dimensions, ou dans les zones des pièces où les contraintes les plus importantes se produiront.

Dans des cas à déterminer par l'Autorité de Surveillance, l'utilisation de pièces arrondies pour les étais ou les jambes de force est autorisée, à condition que cela ne compromette pas la sécurité ou la perfection de l'ouvrage.

Les planches à moulurer ne doivent pas avoir une épaisseur inférieure à 2,5 cm et seront rabotées, décapées et mi-boisées.

Les cales à utiliser doivent être en bois dur.

Les pièces de bois ayant un poids spécifique exceptionnellement faible ne peuvent pas être utilisées pour l'étayage, les tréteaux de montage ou l'étayage des piliers pendant la construction.

Le nombre d'anneaux de croissance du bois par cm ne peut être inférieur à 4, de préférence égal ou proche de 6.

Le contreplaqué marin à utiliser pour le coffrage du béton doit avoir un traitement phénolique non soluble dans le ciment afin de ne pas provoquer de taches sur le béton et une épaisseur minimale de 18 mm.

Le choix du type de coffrage, le système à adopter, le dimensionnement des panneaux, l'emplacement des joints de construction et des maçonneries feront l'objet d'un plan de stéréotomie et de bétonnage à approuver par les Concepteurs lors de la préparation du chantier. Cependant, une série de mesures de construction doivent être prises en compte, telles que :

* Des conditions **exemplaires de nettoyage des panneaux**, afin d'éliminer la poussière, les résidus d'huile des utilisations précédentes, et l'élimination des films de protection solubles sur les panneaux eux-mêmes.
* Veiller **à ce que les moules soient** parfaitement **étanches**, afin d'éviter toute perte de lait et tout défaut de surface. Il sera obligatoire de sceller les panneaux bout à bout avec des mastics et des joints en caoutchouc, et entre les joints des panneaux avec des silicones appliqués de l'extérieur.
* Les **agents de démoulage** à utiliser doivent être à base de solutions paraffiniques incolores, appliquées au pistolet sur des coffrages dûment nettoyés, en une pellicule mince et pratiquement imperceptible. Il convient d'utiliser CHRYSODEM-B ou un produit similaire.
* Une **déformation excessive du coffrage n'étant pas acceptable**, les tolérances doivent être vérifiées topographiquement tout au long du bétonnage, en particulier dans le cas de pièces de grandes dimensions, afin de pouvoir serrer et ajuster les « briques » tout au long du bétonnage et de procéder à d'éventuels renforcements des étais.
* La période d'attente du coffrage avant qu'il ne reçoive le béton doit être réduite au minimum pour éviter la contamination. Par conséquent, **une bonne planification des travaux** doit inclure une application rythmée de la disposition des armatures, de l'assemblage des fermes et du bétonnage, afin d'éliminer les périodes d'attente.
* La **réutilisation des panneaux de contreplaqué marine** est possible à condition que la manipulation soit correcte et que la surface soit en parfait état (pas de « blessures » et parfaitement propre), car même les plus petits défauts restent dans le béton de manière clairement visible. Il serait prudent de limiter l'application à 3 ou 5 réemplois, selon l'état, sur les parties importantes.

### Coffrage perdu

En particulier, les tubes de coffrage perdu à utiliser seront rigides, absolument étanches et réalisés en tôle, en fibre de verre ou en carton pressé, dûment imperméabilisés, avec une épaisseur appropriée pour résister aux pressions du béton.

Les matériaux utilisés pour leur fabrication, ainsi que les tuyaux eux-mêmes, qui seront munis de purges de fond, devront être approuvés par l'Autorité de Surveillance.

D'autres matériaux appropriés peuvent également être utilisés, à condition que leur aptitude à l'emploi soit démontrée. Ils seront approuvés par l'Autorité de Surveillance sur proposition de l’Adjudicataire, justifiée par les caractéristiques des matériaux sur le site .

## MATÉRIAUX DIVERS

### Acier

* + - 1. Acier laminé

L'acier laminé à utiliser dans les éléments de la structure en acier doit être de la nuance d'acier indiquée sur les dessins et doit être fourni avec un certificat de qualité, répondant à toutes les spécifications et exigences stipulées dans NP EN 1993 1-1 et NP 1729, et les essais à effectuer sont ceux stipulés dans les documents susmentionnés. Tout le matériel sera soumis à l'approbation de l'Autorité de Surveillance.

Les aciers utilisés dans la structure métallique doivent être compacts et homogènes, à grain fin, sans fissures, inclusions ou autres défauts préjudiciables à leur utilisation. Si les matières premières achetées par le fournisseur présentent des défauts, elles ne peuvent être utilisées que si elles sont corrigées par des procédés garantissant les caractéristiques initiales du matériau et le parfait fonctionnement des pièces auxquelles elles sont destinées.

Les profilés laminés, les tôles et les tubes doivent être présentés dans les formes prescrites, aplatis, avec des surfaces lisses et des dimensions comprises dans les tolérances admises (contenues dans les normes portugaises respectives ou, à défaut, dans les normes établies par l'Autorité de Surveillance).

Le fournisseur doit notifier à l'Autorité de Surveillance le type de défaut constaté, ainsi que les spécifications pour y remédier. Ce n'est qu'avec l'accord écrit de l'Autorité de Surveillance que le fournisseur peut commencer le processus de réparation.

### Matériaux pour la métallisation et la peinture

* + - 1. Zinc destiné à la métallisation

Le zinc destiné à la métallisation doit être d'une grande pureté et, si la métallisation est appliquée par projection, se présenter sous forme de fil. Ses caractéristiques de qualité ne doivent jamais être inférieures à celles spécifiées dans la norme ASTM B6-77.

* + - 1. Peintures pour la peinture d'éléments métalliques

Les peintures destinées à peindre les éléments métalliques doivent être conformes aux exigences du présent cahier des charges et présenter une résistance chimique et mécanique élevée.

L'apprêt, la peinture de finition, le diluant et les produits complémentaires, tous de même origine, doivent former un ensemble approprié, conformément aux spécifications de compatibilité du fabricant respectif.

L’Adjudicataire devra proposer à l'approbation de l'Autorité de Surveillance la marque de peinture qu'il souhaite utiliser, en accompagnant sa proposition non seulement des certificats de qualité et d'essai, mais aussi des schémas de peinture appropriés conseillés par le fabricant, afin de permettre à l'Autorité de Surveillance de décider des approbations respectives de manière opportune et motivée.

La couleur de la peinture sera choisie par l'Autorité de Surveillance, et l’Adjudicataire est tenu de présenter des échantillons des couleurs précédemment indiquées pour le choix ultérieur. Ces échantillons seront constitués de peinture sur des feuilles métalliques d'au moins 0,30 x 0,20 m2.

Des essais complémentaires seront effectués aux frais de l’Adjudicataire et au laboratoire officiel , afin de vérifier les qualités de la peinture, notamment en ce qui concerne le vieillissement.

* + - 1. Peintures pour surfaces en béton

Sauf définition expresse dans le projet architectural, chaque fois que cela est indiqué dans les dessins, les surfaces en béton à peindre doivent être peintes avec de la peinture au caoutchouc chloré, dans une couleur qui doit être approuvée par l'organe de contrôle, et l’Adjudicataire est tenu de fournir des échantillons pour permettre une sélection préalable.

Le pourcentage de composition en poids de cette peinture doit être le suivant :

* + - * + Caoutchouc chloré 50 % a 60 %
        + Paraffines chlorées 40 % a 50 %

La peinture doit être soigneusement appliquée en au moins 2 couches d'une épaisseur approximative de 125 microns.

La surface du béton doit être suffisamment rugueuse pour assurer une bonne adhérence de la peinture.

Les caractéristiques requises seront vérifiées par la présentation des documents d'agrément.

L'Autorité de Surveillance peut ordonner tous les essais qu'elle juge nécessaires conformément à ces documents.

## MATÉRIAUX NON SPÉCIFIÉS

Les caractéristiques des matériaux non spécifiés seront proposées par l’Adjudicataire à l'Autorité de Surveillance, qui se réserve le droit de ne pas les approuver si elle estime qu'ils ne remplissent pas les conditions de résistance, de durabilité et d'adaptabilité aux usages auxquels ils sont destinés.

## EXÉCUTION DES TRAVAUX

## MORTIERS

Les mortiers de TYPE I sont utilisés pour enduire les surfaces de béton présentant des défauts d'exécution superficiels, après que le béton défectueux a été réparé et que l'inspection le permet.

Les mortiers de TYPE II sont utilisés pour sceller les boîtes d'ancrage de précontrainte, remplir les volumes de béton qui ont été nettoyés en raison d'une exécution défectueuse, raccorder les joints, poser des dispositifs de soutien et des joints de dilatation, etc.

Les mortiers sont normalement fabriqués par des moyens mécaniques, bien qu'il soit possible de les fabriquer à la main sur des plates-formes en tôle d'acier.

Dans ce cas, les matériaux doivent d'abord être mélangés à sec et ensuite seulement malaxés avec l'eau nécessaire jusqu'à ce que le mortier soit homogène et, dans le cas du mortier de type II, conforme aux spécifications indiquées par le fabricant.

Les mortiers seront fabriqués au moment de l'utilisation et au prorata de leur consommation, et ceux qui commenceront à prendre dans le malaxeur seront rejetés.

Les réparations des éléments en béton apparents doivent garantir des surfaces de couleur et de texture uniformes et doivent être approuvées par l'Autorité de Surveillance. Si l'Autorité de Surveillance n'approuve pas les réparations effectuées, les éléments en question doivent être démolis et reconstruits aux frais de .

## BÉTON AU LIANT HYDRAULIQUE

Les règles établies par les normes NP EN 206-1 (2007) et NP ENV 13670-1 (2007) seront suivies pour tout ce qui concerne la composition, la fabrication et la mise en œuvre du béton et d'autres opérations complémentaires.

### Composition du béton

L'étude de la composition de chaque béton doit être soumise par l’Adjudicataire à l'approbation de l'Autorité de Surveillance au moins 30 jours avant la date de bétonnage du premier élément de l'ouvrage dans lequel ce béton doit être appliqué.

L’Adjudicataire doit fournir à l'Autorité de Surveillance des échantillons des mêmes granulats que ceux utilisés dans les études de béton afin de vérifier que leurs caractéristiques sont maintenues dans le laboratoire du chantier.

Le ciment utilisé sera également testé systématiquement dans le laboratoire du chantier, selon un plan à établir par l'Autorité de Surveillance, en rejetant celui qui n'a pas les caractéristiques réglementaires ou qui ne permet pas d'obtenir les caractéristiques requises pour le béton utilisé sur le chantier.

Dans la composition du béton, l’Adjudicataire peut utiliser, conformément aux dispositions de la NP EN 206-1 (2007), tous les adjuvants justifiés, afin d'obtenir une bonne ouvrabilité avec un rapport eau-ciment le plus faible possible.

L’Adjudicataire doit soumettre à l'approbation de l'Autorité de Surveillance les adjuvants qu'il entend utiliser, l'utilisation d'adjuvants à base de chlorures ou de tout produit corrosif étant interdite.

Chaque fois que l'Autorité de Surveillance le jugera nécessaire, des essais complémentaires seront effectués dans un laboratoire officiel aux frais de l’Adjudicataire.

### Préparation du béton

Le béton sera fabriqué par des moyens mécaniques dans des bétonnières, les matériaux entrant dans sa composition étant conformes aux conditions susmentionnées, conformément aux dispositions légales en vigueur, et en respectant scrupuleusement les dispositions de la norme NP EN 206-1 (2007).

Les granulats et le ciment seront dosés en poids pour tous les types de béton.

La consistance normale des mélanges, à vérifier au moyen d'un cône d'Abrams ou d'une plate-forme mobile, et la quantité d'eau nécessaire seront déterminées lors d'essais préalables afin d'obtenir une ouvrabilité compatible avec la résistance souhaitée et avec les processus de vibration adoptés pour la mise en œuvre du béton, et seront vérifiées à la sortie de l'usine et sur le site d'application.

La quantité d'eau doit être corrigée en fonction des variations de l'humidité des granulats, de sorte que le rapport eau-ciment soit celui recommandé dans les études de qualité du béton.

La distance entre la centrale de bétonnage et les sites d'application doit être la plus courte possible et un plan de transport doit être soumis à l'approbation de l'Autorité de Surveillance, indiquant les moyens de transport, l'itinéraire et le temps prévu entre la fabrication du béton et son coulage.

Les adjuvants utilisés dans la fabrication du béton doivent également être clairs, de préférence blancs ou transparents, et ne pas subir de vieillissement sous l'effet des rayons UV, sous peine de voir apparaître des taches sur les parements.

La production de béton doit être complètement individualisée, c'est-à-dire qu'elle doit être réalisée dans une centrale à béton, par voie humide, exclusivement pour la production de béton, sinon l'homogénéité de la couleur ne sera pas atteinte.

Le béton doit également être transporté et pompé à l'aide d'un équipement d'une propreté irréprochable et adapté au transport du béton.

Pour les parties plus hautes, telles que les piliers et les murs, il convient d'utiliser des manchons de déversement, placés au niveau de la couche à bétonner, afin que le béton ne tombe pas d'une grande hauteur. Outre les phénomènes de ségrégation, cela évitera de salir le moule, ce qui endommagerait la peau du béton après le démoulage.

Pour le béton fluide, après avoir été coulé dans les moules ou dans l'enceinte à remplir, le béton sera étalé par des moyens manuels ou mécaniques en couches d'une épaisseur maximale de 0,30 m et chaque couche sera mise en place et compactée avant que la précédente n'ait commencé à prendre, afin d'éviter la formation de joints ou de surfaces de séparation dans le béton. Lorsque des vibrateurs de surface sont utilisés, l'épaisseur des couches de béton ne doit pas dépasser 0,15 mètre.

Le béton sera mis en place de manière continue d'un joint à l'autre.

Dans ce joint de bétonnage, le béton doit être rugueux, avec des bosses et des creux. La préparation des joints de bétonnage doit commencer par le nettoyage de la surface du béton (déjà durci) à l'aide de tout procédé compatible avec la résistance du béton, tel qu'une brosse métallique, un jet d'air comprimé ou de l'eau sous pression (dès que le ciment a durci). Il convient ensuite d'éliminer les particules non adhérentes ou facilement détachables et de mouiller abondamment la surface ainsi nettoyée, mais suffisamment tôt pour que, lors de l'application du nouveau béton, la surface ainsi traitée ait un aspect humide et mat et ne retienne pas de flaques d'eau.

L'adhérence entre le nouveau béton et le béton durci doit être assurée avec un béton légèrement plus sec, surdosé en éléments fins, ou en appliquant un mortier riche en ciment sur la surface de contact. Ne jamais appliquer de mortier de ciment.

Lorsque les joints sont visibles, ils sont soigneusement finis.

Une fois le coffrage enlevé, tous les fers et fils apparents seront coupés à une profondeur de 15 mm par rapport à la surface du béton, à l'aide d'un burin, d'un coupe-fil ou d'une coupe autogène.

Les surfaces d'acier coupées seront peintes avec du zarcon ou un produit équivalent.

Les dépressions et les vides seront nettoyés du béton détaché et remplis de mortier de ciment et de sable dans un rapport de 1:2, qui, après la prise, sera poli avec de la pierre « Carborundum » afin d'obtenir la même couleur que le matériau environnant.

La finition du béton sur des surfaces horizontales à faible pente exécutées sans coffrage doit être réalisée de la manière indiquée pour les différents cas, à condition que le projet ne contienne pas d'autres spécifications.

### Bétonnage et décoffrage

Le bétonnage doit être conforme aux normes établies dans le REBAP, dans la NP EN 206-1 (2007) et dans la NP ENV 13670-1 (2007), en tenant également compte des indications figurant dans le présent cahier des charges et dans les autres documents écrits et dessinés du projet.

Le béton sera utilisé dès sa fabrication, avec les seuls délais inhérents au fonctionnement des installations. Il ne sera pas toléré que le délai entre la fabrication du béton et la fin de sa vibration excède une demi-heure par temps chaud et une heure par temps froid, ces tolérances devant être réduites si les circonstances le justifient.

Le compactage sera effectué exclusivement par des moyens mécaniques : vibration superficielle, vibration du moule et pervibration.

La vibration sera effectuée de manière uniforme, jusqu'à ce que l'eau de gâchage reflue à la surface, et de manière à ce que le béton soit homogène.

Les caractéristiques des vibrateurs seront soumises à l'avance à l'Autorité de Surveillance, et les vibrateurs pour la vibration doivent avoir une fréquence élevée (9 000 à 20 000 cycles par minute).

Après le bétonnage et la vibration, le béton sera protégé contre les pertes d'eau par évaporation et contre les températures extrêmes.

Pour éviter la perte d'humidité, les surfaces exposées doivent être protégées. Afin d'obtenir les propriétés attendues du béton, en particulier au niveau de la surface, une cure et une protection adéquates sont nécessaires pendant une période appropriée, comme indiqué dans la norme NP ENV 13670-1.

La cure empêche le séchage prématuré, en particulier sous l'effet du rayonnement solaire et du vent.

La protection empêche :

* l'entraînement des fines par la pluie ou l'eau courante ;
* le refroidissement rapide au cours des premiers jours suivant l'installation ;
* las grandes différences de température interne ;
* les basses températures ;
* les vibrations et les chocs, qui peuvent briser le béton et nuire à son adhérence à l'armature.

La cure et la protection doivent commencer dès que possible après le compactage du béton.

La méthode de cure doit être définie avant le début des travaux sur le chantier.

L’Adjudicataire doit soumettre à l'approbation de l'Autorité de Surveillance la méthode de durcissement qu'il entend utiliser. Les principales méthodes de cure sont les suivantes

* le maintien du coffrage en place ;
* la mise en place de couvertures humides ;
* le recouvrement par un film plastique ;
* l'arrosage à l'eau.

Dans tous les cas, le coffrage doit être laissé en place pendant au moins 4 jours après le bétonnage.

La durée de la cure dépend du temps nécessaire pour obtenir une certaine imperméabilité de la surface du béton. La durée de la cure dépend des facteurs suivants :

* les conditions environnementales pendant la cure ;
* la température du béton pendant la cure ;
* la composition du béton.

La période de cure dépend de la composition du béton et des conditions de température et d'humidité.

Il est obligatoire d'adopter une période de cure minimale de 4 jours pour les éléments qui seront enduits ou recouverts ultérieurement et une période de cure minimale de 7 jours pour les éléments en béton qui resteront exposés après l'achèvement des travaux.

Pour éviter les fissures superficielles dues à la chaleur développée dans le béton dans des conditions normales de température, la différence de température entre le centre de masse et la surface doit être inférieure à 20º C.

Si la température sur le chantier est inférieure à plus cinq degrés centigrades ou supérieure à plus trente degrés centigrades, ou si l'on s'attend à ce que cela se produise dans les cinq jours à venir, le bétonnage des éléments structurels n'est pas autorisé. Dans ces conditions défavorables, seul le bétonnage correspondant au lissage et au remplissage du béton est autorisé.

La température maximale du béton d'un élément en phase de prise et de durcissement ne doit pas dépasser 65º C.

Afin de se conformer aux stipulations de l'alinéa précédent, l’Adjudicataire s'engage à disposer sur le chantier d'un thermomètre dûment étalonné et à relever les températures des jours où sont effectuées les opérations visées aux articles précités, ainsi que celles des cinq jours suivants.

Chaque élément de construction doit être bétonné de manière continue, c'est-à-dire sans interruption plus longue que les heures de repos, en fonction de l'avancement des différentes phases de construction, en s'efforçant toujours de réduire les forces de retrait entre les couches de béton d'âges différents.

Le bétonnage des joints ne se fera qu'aux endroits où l'Autorité de Surveillance le permet, conformément au plan de bétonnage approuvé. Avant de commencer le bétonnage, les surfaces en béton des joints seront traitées de manière appropriée, conformément aux instructions de l'Autorité de Surveillance, les traitements suivants étant en principe autorisés : de petites cavités et des pierres saillantes seront laissées sur les surfaces d'interruption ; si du béton est remarqué dans les joints, les surfaces seront lavées avec un jet d'air et d'eau, et la « crème » qui s'est désintégrée sera enlevée, afin d'obtenir une bonne surface d'adhérence, et l'utilisation de brosses métalliques dans le traitement des surfaces de bétonnage est absolument interdite.

Dans les joints où sont superposés des éléments de levage qui seront exécutés ultérieurement, les zones qui seront occupées par ces éléments supérieurs devront être nettoyées après 2 à 5 heures, en traitant ces zones de la même manière que ci-dessus.

Sur les faces visibles des éléments surélevés, les joints ne seront admis que dans les sections où ils sont strictement confondus avec les joints de coffrage.

Les joints de bétonnage des planchers seront lavés au jet d'eau, en éliminant les pierres qui se détachent.

Si une interruption du bétonnage conduit à un joint mal orienté, le béton sera démoli dans la mesure nécessaire pour obtenir un joint correctement orienté ; mais avant de reprendre le bétonnage, et si le béton précédent a déjà commencé à prendre, la surface du joint doit être soigneusement traitée et nettoyée de manière à ce qu'il n'y reste pas de granulats susceptibles de se détacher. La surface ainsi traitée doit être mouillée de façon à ce que le béton soit correctement humidifié, et le bétonnage ne doit pas être repris tant que de l'eau s'est écoulée ou s'est accumulée.

Toutes les arêtes des surfaces en béton doivent être chanfreinées à 45 degrés, la section triangulaire résultant du chanfrein étant de 1,5 cm de côté, que cela corresponde à un remplissage ou à une coupe dans la partie chanfreinée.

Les fonds des éléments structurels ne peuvent être démoulés que lorsque le béton a une résistance d'au moins 2/3 de la valeur caractéristique, et au plus tôt 3 jours après la dernière coulée de béton.

### Plan de bétonnage

L'ordre à suivre entre les parties à bétonner doit être établi avec l'autorisation préalable de l'Autorité de Surveillance. Des dessins montrant la stéréotomie du coffrage et indiquant les joints de bétonnage doivent également être soumis à l'approbation de l'Autorité de Surveillance.

La vitesse de montée du béton dans les moules ne doit pas être supérieure à celle prise en compte dans la construction du coffrage, ni être si faible qu'elle rende difficile la jonction de deux couches consécutives par vibration.

Dans les zones présentant un changement soudain de section, où il peut y avoir un risque de fissures de tassement, par exemple lors du raccordement d'un mur avec une poutre supérieure plus large, le bétonnage sera arrêté pendant une heure. Il est possible de remplacer cet arrêt par une nouvelle vibration après une heure.

Un plan de bétonnage du béton apparent doit être proposé à l'approbation de l'Autorité de Surveillance /Concepteur, indiquant clairement les différentes parties à bétonner et les joints de bétonnage respectifs à envisager, ainsi que leur traitement prévu.

Lors de la phase de prototypage, les différents types de joints envisagés doivent également être simulés. Ces essais doivent être répétés autant de fois que nécessaire jusqu'à ce que le résultat soit considéré comme techniquement acceptable par l'Autorité de Surveillance /Concepteur.

Tous les frais de contrôle des caractéristiques du béton en vue, qu'ils soient spécifiquement mentionnés ou non, sont à la charge exclusive de l’Adjudicataire et sont considérés comme inclus dans les prix unitaires respectifs.

### Contrôle de la qualité

*Contrôle des caractéristiques du béton*

Les essais de réception du béton seront effectués pendant le bétonnage, conformément aux règles établies dans les normes NP EN206 et NP EN12390.

Les cubes seront réalisés à partir du béton des mélanges destinés à être appliqués sur le chantier et désignés par l'Autorité de Surveillance.

Les cubes ne peuvent être fabriqués qu'en présence de l'organe de contrôle, dans des moules métalliques, et leurs faces doivent être bien nivelées.

Les cubes seront fabriqués, transportés, durcis et entretenus conformément à la spécification LNEC E 255 - 1971.

Un registre rassemblant tous les essais de cubes pour les différents types de béton doit être organisé de façon à pouvoir vérifier à tout moment le respect des caractéristiques établies.

Tous les cubes seront numérotés dans l'ordre normal des nombres entiers, en commençant par 1, quel que soit le type de béton testé.

Le cube sera étiqueté non seulement avec le numéro de commande, mais aussi avec le type, la partie de l'ouvrage à laquelle il est destiné et la date de fabrication.

Les éléments suivants doivent être consignés dans le registre du compilateur :

* Numéro du cube
* Date de fabrication
* Date d'essai
* Âge
* Type, classe et qualité
* Dosage
* Quantité d'eau de mélange
* Lieu d'utilisation du béton dans lequel a été prélevée la masse pour la fabrication du cube
* Résistance obtenue lors de l'essai
* Résistance moyenne des trois cubes qui composent la série d'essai
* Résistance équivalente à 28 jours de durcissement, selon la courbe de résistance stipulée par le laboratoire officiel qui a effectué l'étude, en tenant compte de la composition approuvée pour le béton ou, en l'absence d'une telle courbe, selon les rapports suivants :

R 3/R28= 0,40

R 7/R28= 0,65

R 14/R28= 0,85

R 90/R28= 1,20

* Poids du moyeu
* Remarques

Chaque fois que des cubes sont fabriqués, pour chaque série de six ou de trois, un « rapport d'essai » sera rempli par l'inspecteur résident, qui indiquera le nombre de cubes, la date de fabrication, l'eau de mélange, la méthode de fabrication et toute autre information jugée appropriée. L’Adjudicataire recevra un double de ce « rapport d'essai ».

Sur la base du « livret d'essai », et pour les cubes commandés pour être testés par un laboratoire officiel après que l'Autorité de Surveillance a fixé les dates auxquelles ces cubes doivent être testés, l’Adjudicataire recevra une lettre de l'Autorité de Surveillance, qui accompagnera les cubes lors de leur livraison au dit laboratoire.

À cet effet, l’Adjudicataire s'engage à prendre les précautions nécessaires pour que la date fixée pour l'essai soit respectée et que les résultats de l'essai soient communiqués immédiatement et directement à la structure de contrôle.

La conformité du béton mis en œuvre sur le chantier sera vérifiée avec les exigences du projet pour chaque type d'élément structurel séparément, selon les critères de conformité définis dans la norme NP EN206-1 (2007).

Lors des essais de consistance, réalisés à l'aide du cône ABRAMS, des consistances allant jusqu'à 15 cm sont autorisées pour le béton mis en place par pompage et jusqu'à 5 cm pour les consistances restantes.

Des essais seront systématiquement effectués sur les cubes pour déterminer leur résistance à la compression à 1, 3, 7, 28, 90 et 120 jours afin de bien planifier et contrôler les différentes séquences de travail (application de la précontrainte, avancement des fermes et des moules, mise en charge, etc.)

*Refus du béton*

Dans le cas où l'Autorité de Surveillance ordonne le rejet immédiat d'un béton non conforme aux prescriptions, un accord peut être conclu dans les conditions suivantes, à sa discrétion :

* Des essais non destructifs ou essais normaux seront effectués aux frais de l’Adjudicataire sur des éprouvettes prélevées dans des zones qui n'affectent pas de manière significative la résistance des pièces ; si les résultats obtenus sont satisfaisants aux yeux de l'Autorité de Surveillance, la partie de l'ouvrage à laquelle ils se rapportent sera acceptée.
* Si, comme pour les essais de contrôle, les résultats de ces essais montrent que les caractéristiques du béton sont inférieures à celles requises, deux cas seront envisagés :
* Si les caractéristiques atteintes (notamment celles de la résistance aux contraintes) sont supérieures à 80 % de celles requises, il sera procédé, aux frais de l’Adjudicataire, à des essais de charge et de comportement qui, s'ils donnent des résultats satisfaisants de l'avis de l'Autorité de Surveillance, détermineront la réception de la partie incertaine.
* Si les caractéristiques déterminées sont inférieures à 80 % de celles requises, l’Adjudicataire est tenu de démolir et de reconstruire à ses frais les parties défectueuses.

*Essais de charge*

S'il est constaté que les travaux n'ont pas été exécutés dans les tolérances prévues ou normalement admises, l'Autorité de Surveillance peut demander à l’Adjudicataire de procéder à des essais de charge.

Les frais d'exécution de l'essai de charge sont à la charge de l’Adjudicataire, qui n'a droit à aucune indemnité.

Les conditions préconisées pour les essais de charge, la durée des essais, les cycles successifs de chargement et de déchargement et les mesures à effectuer feront l'objet d'un programme détaillé établi par l'Autorité de Surveillance et approuvé par le Concepteur.

Les surcharges à appliquer ne doivent pas dépasser les surcharges caractéristiques adoptées dans la conception.

L'essai est considéré comme satisfaisant, dans l'élément testé, lorsque les deux conditions suivantes sont remplies :

* Les déflexions mesurées ne doivent pas dépasser les valeurs calculées sur la base des résultats obtenus pour le module d'élasticité du béton ;
* Les déflexions résiduelles doivent être suffisamment faibles, compte tenu de la durée d'application de la charge, pour que le comportement puisse être considéré comme élastique. Cette condition doit être remplie aussi bien après la première charge que lors des charges suivantes, le cas échéant.

### Critères de mesure

Le volume de béton, en m3, est mesuré selon les plans de conception avec les considérations suivantes :

* les colonnes et les murs sont mesurés entre les faces supérieures des planchers à relier ;
* les poutres sont mesurées en tenant compte de la portée libre entre les colonnes ;
* les dalles sont mesurées selon les indications en plan avec les chapiteaux et les bandes, y compris la zone de chevauchement avec les piliers, mais sans tenir compte du chevauchement avec les éléments des murs et des poutres ;
* pour les autres éléments, les critères généraux de mesure généralement utilisés sont adoptés.

## ARMATURE ORDINAIRE

### Critères généraux

Les armatures à utiliser dans les différents éléments en béton auront les sections prévues dans le projet et seront placées strictement selon les dessins, en respectant les recouvrements indiqués dans les dessins avec les tolérances maximales définies dans la norme ENV 13670-1 (2007), et devront être attachées efficacement afin qu'elles ne bougent pas pendant les différentes phases des travaux. De petites cales préfabriquées en plastique, en mortier ou en microbéton seront utilisées pour éloigner les armatures des moules, qui seront équipés de fils de fixation. Dans le cas des cales en mortier ou en micro-béton, elles doivent avoir une perméabilité similaire à celle du béton utilisé dans l'élément structurel.

Les armatures seront pliées à froid à l'aide de machines appropriées, et tout doit être conforme au REBAP.

Les armatures doivent être stockées dans un endroit approprié, à l'abri de la pluie et sans contact avec la terre, les huiles, etc. En cas de contamination, les produits de contamination doivent être complètement éliminés par des méthodes appropriées avant que l'armature ne soit utilisée dans des éléments en béton armé.

L'utilisation de la soudure électrique par contact, de la soudure bout à bout ou de la soudure à l'aide d'électrodes est autorisée, sans réduction de la section utile pour le calcul, en respectant les indications de la norme EN 10080, et l'efficacité des machines et la compétence des opérateurs de soudure doivent être vérifiées. Dans tous les cas, la soudure doit garantir une capacité de résistance supérieure à 90 % de la capacité des barres qu'elle relie, et la soudure dans les zones de flexion ou comme connexion entre des armatures croisées n'est pas autorisée.

Tous les frais de contrôle des caractéristiques des aciers, qu'ils soient spécifiquement mentionnés ou non, sont à la charge exclusive de l’Adjudicataire et sont considérés comme inclus dans les prix unitaires respectifs.

Les échafaudages et les amarrages doivent être conformes aux plans détaillés inclus dans le cahier des charges ou, en l'absence de situation spécifique, les indications du REBAP doivent être adoptées.

### Critères de mesure

En cas de mesure directe, le poids de l'acier, en kg, est mesuré conformément aux plans de détail de l'armature, sans tenir compte des épissures et des recouvrements, même s'ils sont indiqués. Le prix unitaire de l'acier en barres d'armature présenté par l'adjudicataire doit comprendre les frais de préparation, d'assemblage et de mise en place, les recouvrements et les crochets ou autres systèmes d'assemblage, ainsi que le fil d'attache.

## STRUCTURES MÉTALLIQUES

### Conditions d'exécution

Les structures métalliques seront fabriquées en utilisant les nuances d'acier définies dans les éléments de conception. Le plan de montage et les moyens utilisés doivent être évalués par l'organe de contrôle et approuvés en conséquence.

Tous les matériaux utilisés sur le chantier feront l'objet d'un certificat de qualité délivré par l'aciérie qui les fournit.

Les structures métalliques à fournir et à assembler comprennent les éléments métalliques et les dispositifs d'assemblage tels que boulons, écrous, rondelles, etc., ainsi que les électrodes pour les soudures à effectuer.

La structure est généralement constituée de profilés en acier doux de la classe indiquée dans les dessins, soudés entre eux et à des « goussets » afin d'assurer la répartition des forces sur les barres prévues dans le calcul de stabilité respectif.

Les profils et les plaques à utiliser dans les structures seront en acier de construction, en matériau neuf et usinés selon la meilleure technique.

Les profilés seront convenablement aplatis afin que les tolérances habituelles de laminage puissent être vérifiées.

Les positions de montage, les tolérances et les finitions mentionnées dans les dessins doivent toujours être respectées. En cas d'omission, le fournisseur doit se conformer aux normes en vigueur, notamment NP EN 1993 1-1 (Eurocode 3 - Partie 1.1).

Les coupes réalisées à l'oxy-combustible, notamment celles sur lesquelles des cordons de soudure doivent être appliqués, doivent être correctement nettoyées et lissées.

Les trous seront percés ou poinçonnés, suivis d'un alésage.

Les goussets seront obtenus par oxycoupage.

Les vis et les boulons à utiliser pour assembler la structure métallique sont de classes 8.8 et 10.9, comme indiqué dans les dessins de conception et conformément à la norme ISO 898-1 (1999). Les écrous de la classe 8.8 sont appliqués aux boulons de la classe 8.8. Les boulons de la classe 10.9 sont équipés d'écrous de la classe 10.9. Tous les boulons doivent avoir une rondelle du côté de l'écrou et une autre du côté de la tête du boulon.

Le fabricant doit présenter des certificats de qualité pour les boulons, indiquant les tests qu'ils ont subis. Les boulons des classes 8.8 et 10.9 doivent être soumis à des essais de traction.

Avant de commencer à poser les pièces métalliques, l’Adjudicataire doit confirmer sur place les dimensions exactes de la structure en béton, qui déterminent la géométrie de la structure métallique. L’Adjudicataire doit présenter au maître d'ouvrage un relevé topographique de la géométrie des éléments une fois qu'ils ont été fabriqués et appliqués.

Les structures doivent être bien alignées et nivelées une fois en place, et être strictement conformes aux dimensions et aux distances du projet approuvé pour l'exécution.

Les finitions de surface, les raccords de nœuds ou d'angles et les dispositifs de soutien doivent être soignés et exempts de tout défaut susceptible de compromettre le bon fonctionnement de la structure.

Tous les éléments de la structure doivent être décapés et peints avant le montage ; les zones soudées seront retouchées avec une peinture anticorrosive appropriée, de même que toutes les zones endommagées pendant le transport et le montage. La dernière couche de finition peut être appliquée sur place.

Les soudures sont vérifiées par un contrôle visuel qui permet d'évaluer le calibre des soudures et leur perfection en termes de géométrie et de finition.

Les soudures peuvent être contrôlées par ressuage pour vérifier l'absence de fissures.

Si l'Autorité de Surveillance le décide, les soudures peuvent être radiographiées.

L’Adjudicataire doit veiller à ce que les moyens utilisés pour l'assemblage et la manière dont les pièces sont suspendues et déplacées n'entraînent pas de déformation permanente des structures métalliques ou de dommages à la structure porteuse.

La fourniture des structures métalliques comprend toutes les pièces métalliques complémentaires aux profilés principaux, telles que les goussets, les plaques de connexion, les plaques de positionnement, les plaques de renfort, les connecteurs métalliques et leur installation entre les éléments métalliques et entre les éléments métalliques et le béton de support. Lors du raccordement au béton, le support de la structure métallique doit être nivelé et fournir un support uniforme aux structures métalliques sur toute la surface de contact, et cette spécification doit être appliquée à tous les types de plaques devant être supportées sur des surfaces en béton, tant horizontales que verticales, qu'il s'agisse de plaques de raccordement pour les structures secondaires ou de plaques de renfort pour les structures en béton.

Toutes les spécifications relatives aux matériaux, à la fabrication, à la protection anticorrosion et au montage contenues dans le dessin de conception doivent être respectées.

L’Adjudicataire doit mettre à la disposition de l'Autorité de Surveillance les moyens nécessaires pour contrôler l'épaisseur des couches de peinture.

### Description générale des travaux

Les travaux inclus dans ce point comprennent essentiellement

* Préparation des plans et des spécifications (par exemple, soudage) nécessaires à la fabrication des pièces métalliques, pour approbation par le Concepteur ;
* Relevé topographique rigoureux des parties en béton sur lesquelles reposera la structure métallique ;
* L'approvisionnement en matériaux nécessaires à la fabrication des structures métalliques et la réalisation d'essais pour garantir leur qualité ;
* Fourniture et montage des boulons d'ancrage et des gabarits de fixation respectifs, y compris la confirmation du positionnement, qui seront noyés dans le béton des colonnes, des poutres, des dalles et des fondations ;
* Confirmation du positionnement des boulons d'ancrage après le bétonnage ;
* Fabrication des pièces de la structure métallique ;
* Pré-assemblage des pièces structurelles en atelier, selon un programme convenu avec le Concepteur ;
* Réalisation d'essais de soudage non destructifs ;
* Contrôle dimensionnel avec relevé topographique, pour approbation par le Concepteur ;
* Décapage et métallisation suivis de l'application d'une couche d'apprêt sur les surfaces des pièces ;
* Transport des éléments structurels sur le site de construction ;
* Préparation de tous les équipements et autres moyens auxiliaires nécessaires au montage de la structure sur le chantier ;
* Pré-assemblage au niveau du sol, si nécessaire ;
* Application des couches de finition, après réparation des zones endommagées par le transport.

### Fabrication

*Traçage de la structure métallique*

Les pièces de la structure métallique doivent être tracées afin d'obtenir des contours exacts, conformes aux dessins, et pour que les bords ou les sommets s'ajustent parfaitement sur toute la longueur des joints.

Lors du traçage des pièces à souder, il faut tenir compte des déformations dues au retrait longitudinal et transversal.

Aucune trace de ciseau ou de poinçon à froid ne doit subsister sur le matériau à appliquer sur le chantier.

Avant de commencer à poser les pièces, l’Adjudicataire doit vérifier sur le chantier que les dimensions des autres parties du bâtiment qui sont liées à la structure à construire correspondent aux valeurs fournies dans les dessins du projet, en apportant les ajustements nécessaires aux dimensions et en informant l'Autorité de Surveillance.

*Déroulement*

Les barres, plaques et profilés seront formés à froid ou, exceptionnellement, à chaud selon les règles techniques propres à l'acier.

Dans la mesure du possible, l'étirage à froid se fera à la machine, par pression et non par choc.

Les pièces à plier seront chauffées jusqu'à l'obtention d'une couleur rouge vif et le travail devra être interrompu dès qu'elles deviennent rouge foncé. Il faut veiller à ce que le refroidissement se fasse lentement.

*Découpage*

Les barres, les profilés et les tubes doivent être coupés de préférence à la scie.

Dans le cas de coupes effectuées exceptionnellement à la guillotine ou à l'oxycombustible, un soin particulier sera apporté à la finition des bords, notamment lorsqu'une soudure est nécessaire. Les saillies, les défauts et les bavures sur les bords des pièces seront éliminés à l'aide d'une meule d'émeri.

*Perçage*

Les trous pour un même boulon dans les pièces qui se chevauchent doivent permettre la libre insertion de l'élément de liaison des pièces, avec une tolérance de 1 mm pour l'excentricité, à condition que cette différence soit annulée par le mandrin.

La tolérance pour les irrégularités de perçage sera au maximum de 1 mm pour la distance d'un trou à l'autre et de 2 mm pour la distance entre les trous d'extrémité d'une même ligne.

Les alignements des trous doivent être strictement parallèles aux sections de coupe, avec une tolérance de 1 mm.

Le perçage, lorsqu'il est effectué avec un poinçon ou une perceuse, qui ne garantit pas la forme cylindrique et circulaire des trous, sera effectué avec un diamètre inférieur d'au moins 2 mm à la valeur nominale et sera élargi à celui du projet, à l'aide d'un mandrin, les pièces étant assemblées dans leur position finale.

Dans les pièces où des trous ont été percés, les bavures sur les deux faces en contact doivent être éliminées afin qu'elles s'emboîtent parfaitement l'une dans l'autre.

*Soudage*

L’Adjudicataire s'engage à soumettre au maître d'ouvrage, avant le début des opérations de soudage, un programme de travail indiquant les consommables et les paramètres de soudage (intensité, tension et vitesse), la préparation des biseaux, le nombre de passes, etc.

Le programme visé au paragraphe précédent doit être préparé en vue d'assurer que la soudure est exempte de défauts, qu'elle a les dimensions et les contours appropriés et qu'elle évite les déformations et les contraintes résiduelles élevées.

Il convient d'éviter les soudures excessives en un seul endroit, ainsi que les variations brusques de la section transversale, en particulier dans les éléments soudés à la périphérie.

La disposition et l'ordre d'exécution doivent être établis de manière à réduire, autant que possible, les états de contrainte résultant de l'opération de soudage elle-même, et de manière à ce que les pièces soudées se trouvent dans la position souhaitée.

Les soudures réalisées ne doivent pas être refroidies rapidement ; une baisse progressive et lente de la température est nécessaire. Les soudures doivent être protégées d'un refroidissement brutal par la pluie, la neige ou le vent.

Le métal déposé doit être bien lié aux matériaux à souder sans brûler le matériau de bordure.

Les cordons réalisés ne doivent pas présenter d'irrégularités, de pores, de fissures, de cavités ou d'autres défauts.

Après chaque passage et avant de commencer un nouveau cordon, la surface du cordon doit être soigneusement débarrassée des scories à l'aide d'un broyeur et d'une brosse en acier ou d'une autre méthode appropriée. Le même soin doit être apporté à la poursuite d'un cordon interrompu ou à la jonction de deux cordons déjà réalisés.

Les surfaces à souder doivent être sèches et propres, exemptes de corps étrangers, de rouille, de scories, de peinture et de graisse.

Les soudures et les pièces continues seront piquées et brossées jusqu'à ce qu'elles soient parfaitement propres, afin de vérifier l'absence de fissures, de pores ou d'autres défauts. Tous les défauts apparents à la surface d'un cordon doivent être éliminés par arc électrique et meulage. L'opération d'enlèvement sera effectuée jusqu'à ce que les défauts de compacité aient complètement disparu.

Dans le cas de cordons soudés bout à bout, et chaque fois que cela est possible d'un point de vue constructif, la racine sera meulée et le cordon correspondant sera fabriqué.

En cas de nécessité avérée, un traitement thermique de certaines pièces peut être exigé.

Les caractéristiques des électrodes sont mentionnées dans le cahier des charges et le revêtement est fonction des caractéristiques de chaque type de joint.

*Contrôle des soudures*

L’Adjudicataire s'engage à soumettre au maître d'ouvrage, avant le début des travaux de soudage, les méthodes de contrôle et leur degré d'exécution, afin de garantir le niveau de qualité des travaux de soudage.

Les soudures seront contrôlées par un examen visuel qui évaluera le calibre des soudures et leur perfection en termes de géométrie et de finition.

Les soudures peuvent être contrôlées par ressuage pour vérifier l'absence de fissures.

Si l'organe de surveillance le souhaite, les soudures peuvent être radiographiées.

L'acceptation des défauts sera obtenue par comparaison avec les radiographies des normes IIS/IIW.

Tous les examens de contrôle des soudures seront effectués par l’Adjudicataire.

Si une soudure défectueuse est détectée, toutes les soudures existantes sur l'élément où elle se trouvait seront soumises à un contrôle radiographique. Un contrôle radiographique sera également effectué sur toutes les soudures retravaillées initialement reconnues comme défectueuses.

L'Autorité de Surveillance peut exiger le perçage des torons qu'elle considère comme défectueux, qui seront refaits par soudage. Ces travaux seront exécutés aux frais de l’Adjudicataire si le cordon est reconnu défectueux, ou aux frais du maître d'ouvrage dans le cas contraire.

*Marquage des éléments préfabriqués*

Toutes les pièces doivent être convenablement marquées en atelier pour qu'il n'y ait aucun doute sur leur position au cours du montage.

*Tolérances de fabrication*

Les tolérances dimensionnelles suivantes doivent être respectées pour toutes les pièces métalliques à fabriquer :

* La variation de la longueur L d'une pièce, pour des valeurs en mm, ne peut excéder (0,001 x L) 0,5.
* La flèche à mi-portée d'une pièce gauchie sera limitée à 0,0015 x L.
* Pour les profilés laminés, la flèche mesurée à mi-hauteur du profilé par rapport à la verticale théorique doit être inférieure à 0,007 x h, h étant la hauteur totale du profilé.

*Contre-lames*

Lors des opérations de traçage, de pré-assemblage, de soudage et d'assemblage, les précautions nécessaires seront prises pour garantir qu'après l'assemblage final, les déflexions prévues dans la conception existeront.

### Assemblage

*Règles générales d'assemblage*

La structure métallique doit être assemblée par du personnel spécialisé et se conformer à toutes les règles et réglementations applicables en matière de sécurité, en particulier le règlement sur la sécurité des travaux de construction.

Lors du montage de la structure métallique, les articles correspondants de l'EC3 doivent être respectés.

Les axes principaux et les marques de dénivellation nécessaires au montage doivent être clairement fixés et matérialisés, et référencés par rapport à des points fixes.

Les boulons d'ancrage doivent être placés en prenant les précautions nécessaires pour que leur positionnement ne soit pas modifié pendant le bétonnage.

L’Adjudicataire doit utiliser à ses frais tous les outils, appareils de levage, constructions auxiliaires et contreventements provisoires nécessaires au montage.

Les spécifications de conception doivent être entièrement respectées, en particulier en ce qui concerne l'application des boulons préfabriqués.

Les assemblages boulonnés précontraints seront exécutés conformément aux articles correspondants de l'EC3.

Un plan des travaux de montage sera soumis au maître d'ouvrage, qui devra être conforme aux indications du projet et du Cahier des Clauses Techniques Particulières, et indiquer clairement les moyens matériels et humains que l’Adjudicataire mettra en œuvre.

L’Adjudicataire doit soumettre à l'approbation du Concepteur les procédures de contrôle de la qualité des travaux d'assemblage qu'il utilisera pour assurer la pleine conformité avec le projet. Une attention particulière sera accordée au contrôle des dimensions et à la qualité des assemblages soudés et boulonnés.

Avant la pose des boulons, l'organe de contrôle inspectera les trous pour vérifier que le travail est parfait et apportera les corrections nécessaires.

*Tolérances d'assemblage*

Les tolérances d'assemblage suivantes doivent être respectées :

*Piliers*

* Écart de moins de 10 mm par rapport à la position correcte sur la plaque de base ;
* Écart du sommet du pilier par rapport à la verticale passant par sa base, inférieur à 0,0035 x h, où h est la hauteur du pilier ;
* Écart entre les axes des colonnes voisines inférieur à 15 mm.

*Poutres*

* Excentricité de l'assemblage inférieure à 5 mm ;
* Écart entre les axes des poutres voisines inférieur à 20 mm.

Les écarts par rapport aux dimensions relatives de l'ouvrage, en plan et en élévation, résultant des imprécisions de fabrication et d'assemblage, n'ont pas dépassé 20 mm en tout point.

### Application de vis à haute résistance (HR)

*Préparation des surfaces de joint*

Les surfaces métalliques qui seront encastrées seront uniquement décapées mécaniquement en atelier. Elles ne seront pas peintes.

Sur place, les surfaces préalablement grenaillées sont nettoyées de la poussière et de la rouille à l'aide d'une brosse métallique douce ;

L'utilisation de brosses rotatives est interdite. L'action de la brosse ne doit pas réduire la rugosité.

Il n'est pas nécessaire de faire disparaître la couleur de la rouille.

Les surfaces doivent également être exemptes d'huile, de peinture ou d'autres substances susceptibles de réduire le coefficient de glissement.

Si les surfaces à raccorder sont décapées et sortent de l'usine avec une couche de protection, il est interdit d'utiliser des détergents ou des produits à base de pétrole pour les enlever ou les nettoyer.

*Stockage des vis*

Les vis sont stockées à l'abri des intempéries ;

Les vis nécessaires aux raccordements à effectuer sur le moment sont placées dans des boîtes qui peuvent être fermées en cas de pluie.

*Pièces de raccordement*

Les vis doivent être nettoyées avant d'être montées afin d'éliminer l'excès de lubrifiant de protection.

Les pièces sont maintenues en place par des vis de montage et des vis HR légèrement serrées pour que les trous coïncident.

*Montage des vis sur site*

Après avoir vérifié l'ajustement des pièces à connecter, tous les boulons HR de la connexion seront placés et serrés à 75 % du couple de serrage final (voir le tableau joint aux dessins) et resteront ainsi pendant au moins trois heures.

L'écrou doit être serré en maintenant la tête du boulon immobile.

L’Adjudicataire doit s'assurer que tous les boulons sont serrés à 75 % en les marquant à la craie, par exemple.

Les boulons seront serrés à 75 % à l'aide d'une clé dynamométrique ou d'une clé de serrage ;

Les surfaces de contact seront contrôlées visuellement à la périphérie et au niveau des trous de connexion ;

Si nécessaire, un serrage supplémentaire sera appliqué aux vis dans les zones où l'ajustement semble douteux.

*Protection des joints lors du montage*

En cas d'intempéries (pluie, par exemple), si toutes les opérations ne peuvent être effectuées le même jour, le lieu de travail doit être convenablement protégé.

*Serrage final des vis*

Le serrage final (à 100 %) d'un assemblage, toujours en présence de l'inspecteur, n'aura lieu que lorsque tous les boulons de l'assemblage auront été placés et serrés à 75 %.

Ce serrage final sera toujours effectué à l'aide d'une clé dynamométrique. Les boulons seront toujours serrés dans le même ordre.

Le serrage commencera par les boulons centraux et s'effectuera dans le sens des aiguilles d'une montre.

L’Adjudicataire s'assurera, par un marquage à la craie, que tous les boulons sont serrés à 100 %.

Dans la mesure du possible, les raccords de même type seront serrés à l'aide de la même clé pour le même diamètre de boulon.

Les vis de diamètres différents seront alors serrées à l'aide d'une clé différente. Le serrage s'effectue à l'aide d'une clé dynamométrique, progressivement, sans à-coups et sans retour en arrière.

*Réglage des clés dynamométriques*

Le réglage des clés dynamométriques sera effectué dans un laboratoire agréé et reconnu par le client ;

Le réglage des clés dynamométriques est effectué par l’Adjudicataire, toujours en présence de l'Autorité de Surveillance, en serrant quelques boulons directement aux joints des pièces ;

* L’Adjudicataire s'assure du bon fonctionnement de la clé dynamométrique en vérifiant le réglage à chaque redémarrage (en principe deux fois par jour) lors du premier serrage ;
* Le réglage est corrigé, si nécessaire, par des essais et est considéré comme correct si un bon résultat est obtenu sur une série de 30 boulons ;

Le processus de vérification du serrage est le suivant :

* Marquer la position initiale de l'écrou et de la tête du boulon (référence par rapport à un bord de l'écrou) ;
* Desserrer l'écrou de 1/12 de tour (V/12) en maintenant la tête du boulon immobile ;
* Appliquer le couple de serrage à l'aide d'une clé dynamométrique correctement calibrée, en maintenant la tête du boulon immobile et en serrant progressivement, sans à-coups ni retour en arrière ;
* Vérifier que la tête de la vis ne tourne pas ;
* Comparaison de la position de la butée de l'écrou avec la position initiale.

Le serrage est considéré comme correct lorsque le bord de l'écrou est immobilisé dans une zone comprise entre 8 mm avant et 1 mm après la référence initiale faite sur la rondelle.

Toutefois, si l'écrou s'arrête avant sa position initiale, il doit être amené à cette position par un serrage supplémentaire.

### Protection anticorrosion

Les dispositions du présent point relatives à la protection anticorrosion s'appliquent à toutes les pièces métalliques appliquées sur le chantier une fois leur fabrication achevée.

Après l'achèvement de la fabrication, le régime de protection anticorrosion prévu dans le projet et dans les Conditions Particulières d'Exécution sera appliqué aux pièces métalliques.

Une fois la structure assemblée, toutes les parties endommagées pendant le transport et le montage doivent être retouchées, en particulier les zones de soudure, afin de rétablir la même protection que celle décrite au paragraphe précédent.

Tous les travaux de peinture seront effectués par du personnel spécialisé dont la compétence est reconnue.

L’Adjudicataire doit disposer d'un équipement permettant de vérifier l'épaisseur des couches spécifiées.

La couleur, la qualité et la marque de la peinture à utiliser doivent être approuvées par l'Autorité de Surveillance.

La partie saillante des boulons d'ancrage doit être protégée par galvanisation et l'exécution du filetage doit tenir compte de ce type de protection.

Le schéma de protection anticorrosion de toutes les parties métalliques est indiqué sur les plans.

Toutes les finitions métalliques situées au-dessous du niveau du sol doivent être recouvertes de béton d'une épaisseur minimale de 8 cm, en plus de la protection définie dans les plans.

Les peintures doivent répondre aux exigences générales de la norme NP EN ISO 12944:1999 et de toutes les autres normes portugaises applicables. L'Autorité de Surveillance peut exiger les essais nécessaires avant l'approbation.

La peinture pour la mise en peinture des éléments métalliques doit être à base de résines époxy et de résines polyuréthanes à deux composants pour la finition, à haute résistance chimique et mécanique, et doit avoir les propriétés suivantes :

PRIMAIRE

Type générique : Epoxy riche en zinc

Type de véhicule : Epoxy

Teneur en solides par volume : 60% minimum

Type de pigment : Poudre de zinc

Épaisseur : 80 um d'épaisseur sèche (minimum)

Teneur en composés organiques volatils (COV) : Ne pas dépasser 0,4 kg/l

INTERMÉDIAIRE

Type générique : Epoxy riche en zinc

Type de véhicule : Epoxy

Teneur en solides par volume : 50% minimum

Type de pigment : Poudre de zinc

Épaisseur : 80 um d'épaisseur sèche (minimum)

Teneur en composés organiques volatils (COV) : Ne pas dépasser 0,4 kg/l

FINITION (si elle n'est pas définie dans le projet architectural)

Type générique : Polyuréthane

Type de véhicule : Polyuréthane

Teneur en solides par volume : 50% minimum

Type de pigment : Oxyde de fer micacé

Finition : Semi-brillant

Épaisseur : 60 um d'épaisseur sèche (minimum)

Teneur en composés organiques volatils (COV) : Ne pas dépasser 0,4 kg/l

### Préparation et application de la résine époxy

Afin de s'assurer que tous les espaces entre les surfaces métalliques et en béton et entre les connecteurs et leurs trous sont complètement remplis, ces espaces doivent être injectés avec de la résine époxy. Ces opérations doivent être effectuées par du personnel spécialisé disposant de l'équipement et de la technologie appropriés. Cette tâche ne fait pas l'objet d'un mesurage spécifique et son coût doit être dilué dans le prix unitaire des kilogrammes de plaques d'armature en béton armé et de profilés métalliques dans les mesurages respectifs.

Avant de procéder à l'injection, les fissures latérales le long des bords des profilés entre l'acier et le béton doivent être scellées, ainsi que les têtes des chevilles.

Le composé à utiliser est constitué d'une résine époxy et d'un durcisseur. Sa composition doit être préparée de manière à obtenir un produit adapté au moulage par injection, c'est-à-dire présentant une faible viscosité, une faible tension superficielle et une faible durée de vie en pot.

La proportion de chaque composant dans le composé doit être contrôlée de manière à ce qu'il n'y ait pas d'écart de plus de 2 % dans le pourcentage prévu pour chaque composant.

Deux pompes doseuses seront utilisées pour le mélange à deux composants, qui ne sera mélangé qu'au niveau de la tête d'injection. L'injection doit être continue et non discontinue, ce pour quoi l’Adjudicataire doit disposer de l'équipement approprié.

L’Adjudicataire doit maintenir le matériel de mélange et d'injection en parfait état de propreté, en veillant tout particulièrement à éviter que le composé époxy ne durcisse à l'intérieur du système de mélange et d'injection. À cette fin, il faut utiliser des diluants appropriés, qui doivent être manipulés avec la plus grande prudence car il s'agit de produits hautement toxiques et inflammables.

Le procédé d'injection utilisé et la composition du produit injecté doivent être adaptés à l'état du béton et aux dimensions des espaces à remplir, de manière à garantir que tous les vides sont complètement comblés.

Avant de commencer une opération d'injection, toutes les fissures par lesquelles le composé pourrait s'écouler doivent être scellées jusqu'à un certain niveau au-dessus du point d'injection. Ce niveau est fixé par l'applicateur et doit être inclus dans les informations soumises à l'inspection, avec une description du processus d'injection prévu. Le(s) trou(s) pour l'injection suivante sera(ont) placé(s) à ce niveau.

La pression d'injection, dont dépend également le niveau susmentionné, doit être strictement contrôlée et ne doit pas dépasser la valeur admissible pour sceller les fissures ou endommager le béton.

L'injection doit toujours commencer par le fond de la pièce et ne doit être interrompue que lorsque le composé commence à couler au niveau des deuxièmes trous. Se rendre ensuite à ce niveau et, après avoir colmaté les fissures, procéder à l'injection par les deuxièmes trous jusqu'à ce que l'époxy apparaisse au niveau des troisièmes trous, et ainsi de suite.

### Critères de mesure

L'unité de mesure est le kilogramme (Kg), et le poids total est obtenu en convertissant en kilogrammes les mesures en mètres des différents profilés qui composent ces structures. Les poids unitaires de ces profilés sont ceux indiqués dans les tableaux des fabricants. La masse théorique à considérer par mètre linéaire de chaque élément, le cas échéant, sera basée sur un poids spécifique de 7850 kg/m3 multiplié par la section nominale des profilés, barres et tubes.

Les longueurs et les surfaces des éléments structurels sont obtenues à partir des dessins du projet et correspondent aux dimensions entre les intersections des axes des profils.

Les valeurs de mesure pour les types de profilés seront séparées dans leurs propres articles en fonction de leur poids.

Le transport, le montage sur site et les opérations de traitement de surface telles que la métallisation, la peinture ordinaire ou spéciale ne seront pas séparés en articles distincts, car tous ces travaux et matériaux seront inclus dans le coût par kilogramme (Kg) du profil, de la barre ou du tube.

Aucun pourcentage ou quantité ne sera pris en compte pour les assemblages rivetés, les boulons, les déchets de soudure et les coupes ou autres, dont la valeur sera incluse dans le mesurage du Kg d'acier dans les profilés.

Le coût de toutes les plaques de connexion et de renforcement (pour les structures métalliques), des goussets, des boulons d'ancrage, des vis, de la protection anticorrosion, de l'application de résine époxy pour sceller les surfaces de connexion acier-béton, de la préparation et des essais respectifs est considéré comme inclus dans le coût du Kg d'acier des profilés métalliques auxquels ils sont connectés, et n'est pas mesuré séparément.

Le prix unitaire des plaques d'armature en béton armé ne concernera que ces plaques, et tous les autres coûts d'installation et de fourniture, la régularisation des surfaces en béton, l'application de résine époxy pour sceller les surfaces de connexion acier-béton, les connecteurs et les fixations au béton comme défini dans les dessins, y compris le perçage de trous dans les plaques et dans le béton, doivent être inclus dans le prix unitaire.

## MOULES

Les moules doivent être conformes aux spécifications de la norme NP ENV 13670-1:2007 et aux présentes spécifications.

Les moules seront en métal ou en bois. Si les moules sont en bois, on utilisera des planches de contreplaqué ou de pin de largeur constante, qui seront rabotées, tirées au cordeau et à moitié boisées, afin de ne pas laisser s'échapper le coulis de ciment à travers les joints et de donner aux surfaces de béton une finition parfaitement uniforme.

Les planches doivent avoir une épaisseur uniforme d'au moins 2,5 cm, afin d'éviter l'utilisation de cales, et leurs cadres ne doivent pas être espacés de plus de 50 cm.

Le contreplaqué aura une épaisseur et une composition proposées par l’Adjudicataire et approuvées par l'Autorité de Surveillance, qui dépendront du nombre d'applications et des charges attendues de son utilisation.

L’Adjudicataire s'engage à étudier la disposition à donner aux planches des moulures de surface vues, et à la proposer à l'Autorité de Surveillance, qui se réserve le droit d'introduire toutes les modifications qui, à son avis, donnent à l'ouvrage l'aspect esthétique jugé le plus approprié.

Cette étude sera réalisée conformément aux spécifications indiquées dans le projet architectural, en tenant compte du fait que la disposition des planches, les joints, les raccords, les clous, etc. doivent être fixés correctement pour que les surfaces vues dans la moulure soient d'un aspect agréable.

L'Autorité de Surveillance peut demander à l’Adjudicataire de présenter les moules à utiliser, y compris un contrôle de sécurité.

Les moules des différentes parties de l'ouvrage doivent être assemblés solidement et parfaitement de façon à rester rigides pendant le bétonnage et à pouvoir être démontés facilement sans chocs ni vibrations.

Les moules pour les pièces précontraintes doivent permettre de les raccourcir et de les démouler facilement.

La fixation des moules à l'aide de tiges noyées dans la masse de béton n'est pas autorisée et des dispositifs spéciaux doivent être utilisés pour retirer les tiges. Ces trous de passage seront ensuite remplis de mortier si l'Autorité de Surveillance le souhaite. Dans le cas d'éléments en béton apparent, l'emplacement de ces trous devra être étudié en liaison avec la conception architecturale.

Les limites de tolérance pour la mise en place des moules sont les suivantes :

* Deux centimètres, en valeur absolue, mesurés par rapport au piquetage général ;
* Un centimètre, en valeur relative, mesuré entre deux points quelconques du coffrage de parties différentes d'un même support ;
* Deux centimètres, en valeur relative, mesurés entre deux points quelconques du coffrage de supports différents. Les moules doivent être de niveau en tous points avec une tolérance de plus ou moins un centimètre, et les largeurs ou épaisseurs entre parois adjacentes des moules ne doivent pas être supérieures à cinq millimètres.

Les surfaces intérieures des moules doivent être peintes ou protégées avant la mise en place de l'armature, avec un produit approprié préalablement accepté par l'Autorité de Surveillance, afin d'éviter l'adhérence du béton.

Avant de commencer le bétonnage, tous les moules doivent être débarrassés des débris et, s'ils sont en bois ou en contreplaqué, trempés dans l'eau pendant plusieurs heures.

Si les surfaces démoulées ne sont pas parfaites, elles peuvent exceptionnellement être corrigées, à condition qu'il n'y ait pas de danger pour leur résistance (le défaut pouvant être facilement éliminé par plâtrage ou par un autre procédé que l'Autorité de Surveillance peut déterminer), mais en tout cas toujours aux frais de l’Adjudicataire et dans les conditions qui peuvent être exigées.

La réapplication des moules doit toujours être précédée d'un avis de l'Autorité de Surveillance, qui peut exiger de l’Adjudicataire les réparations jugées nécessaires. Les moules ne peuvent être réappliqués plus de trois fois.

À la fin du chantier, les moules appartiennent à l’Adjudicataire.

## FINITION DES SURFACES EN BÉTON

Les moules en béton de la structure doivent être parfaitement exécutés afin d'éviter de plâtrer les surfaces finies. Dans tous les cas, les surfaces de béton vues doivent être jointoyées et soigneusement nettoyées de tout écoulement adhérent.

Lorsque, après le démontage du béton, il s'avère que la finition obtenue n'est pas conforme aux spécifications, il appartiendra à l’Adjudicataire de proposer la technique à utiliser pour sa réparation, qui devra garantir le maintien de la résistance requise pour la pièce et devra être approuvée par l'Autorité de Surveillance. L’Adjudicataire sera responsable des travaux de réparation correspondants.

La classe de finition requise pour chacune des surfaces en béton moulé sera celle indiquée dans le bordereau des quantités - liste de prix. Les spécifications des différentes classes de finition sont définies ci-dessous.

Pour l'application de ces conditions, les irrégularités des surfaces en béton sont classées en deux catégories : rugueuses et lisses.

Les bosses et les bavures causées par le déplacement ou le mauvais positionnement des éléments de coffrage, par des déficiences dans leurs connexions ou par tout autre défaut local du coffrage sont considérées comme des irrégularités nettes et sont mesurées directement. Les autres irrégularités sont considérées comme lisses et seront mesurées au moyen d'un cércea, qui sera une règle plate dans le cas de surfaces droites, ou son équivalent pour les surfaces courbes. La longueur de cette jauge sera d'un mètre.

Il existe 4 classes de finition A1, A2, A3 et A4, comme suit :

* Classe A1 - Finition irrégulière, sans limite de saillies. Les dépressions, qu'elles soient aiguës ou lisses, sont inférieures à 2,5 centimètres.
* Classe A2 - Les irrégularités brusques ne doivent pas dépasser 0,5 centimètre et les irrégularités lisses ne doivent pas dépasser 1,0 centimètre.
* Classe A3 - Les irrégularités brusques ne doivent pas dépasser 0,2 centimètre et les irrégularités lisses 0,5 centimètre.
* Classe A4 - Les irrégularités brusques ne doivent pas dépasser 0,1 centimètre et les irrégularités lisses 0,3 centimètre. La couleur et la texture doivent également être uniformes et ne pas présenter de taches.

Dans les finitions de classe A4, les réparations à effectuer doivent garantir des surfaces de couleur et de texture uniformes.

Dans ce projet, l'utilisation de la classe A1 est limitée aux éléments réalisés avec du béton de régularisation sous les semelles. La classe A2 ne peut être utilisée que sur les faces verticales des éléments de fondation. Les surfaces des parois des réservoirs et les surfaces à enduire doivent correspondre à la classe A3. La classe A4 est obligatoire pour les surfaces de béton exposées.

Pour tous les éléments avec une finition de classe A3 ou A4, l’Adjudicataire doit soumettre le projet de coffrage et de faux coffrage à l'approbation de l'Autorité de Surveillance conformément aux spécifications du point 3.

Lorsque, après le décoffrage du béton, il est constaté que la finition obtenue n'est pas conforme aux spécifications, il appartiendra à l’Adjudicataire de proposer la technique de réparation qui devra être approuvée par l'Autorité de Surveillance. Les travaux de réparation correspondants seront à la charge de l’Adjudicataire.

## FERMES, TRÉTEAUX, ÉCHAFAUDAGES ET STRUCTURES TEMPORAIRES

L’Adjudicataire doit soumettre à l'approbation préalable de l'Autorité de Surveillance les plans des structures de soutien des moules nécessaires à la construction des ouvrages conformément aux parties écrites et dessinées du projet.

L’Adjudicataire est tenu de fournir et de monter tous les ouvrages auxiliaires nécessaires à la bonne exécution des travaux, en se conformant à tous égards aux règlements en vigueur, notamment en ce qui concerne la sécurité.

L’Adjudicataire est libre de choisir les différents types de fermes et autres structures temporaires, sous réserve des conditions stipulées ci-dessus, qui doivent être en métal. L’Adjudicataire est tenu de soumettre ses plans à l'approbation de l'Autorité de Surveillance, qui comprendra des vérifications de sécurité et des calculs de déformation, ainsi que des plans de construction, d'ensemble et de détail, à des échelles appropriées et dûment dimensionnés.

Les fermes, tréteaux et autres structures temporaires seront calculés conformément à l'Eurocode 3, au RSA - Règlement sur la sécurité et les actions pour les structures de bâtiments et de ponts et aux dispositions des présentes clauses spéciales.

Toutes les pièces de bois susceptibles d'être utilisées dans les structures de support et les moules seront calculées en tenant compte du fait que les tensions unitaires suivantes ne doivent pas être dépassées :

* Compression en flexion 12 MPa
* Compression parallèle aux fibres 9 MPa
* Compression normale aux fibres, sur toute la largeur 2,4 MPa
* Compression partielle normale aux fibres 3,6 MPa
* Cisaillement 1,2 MPa

Des tensions jusqu'à 50 % supérieures à celles indiquées sont admises pour les bois durs, lorsqu'elles sont dûment justifiées par des essais. Toutes les combinaisons d'actions possibles les plus défavorables doivent être prises en compte dans les calculs, et les déformations maximales qui peuvent affecter leur conception doivent être prises en compte dans le calcul des différentes parties, même si les contraintes correspondantes sont admissibles.

Lors de la conception des fermes et des tréteaux, une attention particulière sera accordée aux contre-pentes à donner, à la facilité de manœuvre lors du découvrement et de l'avancement, ainsi qu'au montage et au démontage.

Les fermes de plancher et autres tréteaux ne doivent pas se déformer de plus de trois centimètres et d'un centimètre respectivement en tout point lorsqu'ils sont soumis à une charge.

Afin de mesurer les tassements et les déformations, des repères de nivellement précis seront placés et un nivellement sera effectué. Ces travaux seront réalisés par l’Adjudicataire à ses propres frais et sous la supervision de l'Autorité de Surveillance.

Tous les matériaux utilisés dans les fermes, tréteaux et autres structures auxiliaires d'assemblage appartiendront à l’Adjudicataire après la fin de leur utilisation.

La mise à nu de toutes les parties bétonnées sera réalisée conformément aux stipulations du présent Cahier des charges, de la NP EN 206-1 (2007) et du REBAP, et sera toujours précédée d'une autorisation expresse de l'Autorité de Surveillance.

## TOLÉRANCES ET NIVELLEMENT

Pour l'exécution des structures en béton, les limites de tolérance géométrique sont celles définies dans la norme NP ENV 13670-1.

Les tolérances pour les écarts par rapport aux dimensions et aux spécifications du projet sont les suivantes (mesuré

* spécifié) :
* par rapport à une base de référence, en valeur absolue : + 20 mm
* par rapport à l'enrobage de l'armature :

béton moulé : ± 10 mm

béton projeté : - 10 mm

+ 20 mm

L’Adjudicataire doit soumettre à l'approbation de l'Autorité de Surveillance la procédure qu'il propose d'utiliser pour garantir et permettre le contrôle de ces tolérances.

Pour les dimensions qui ne sont pas explicitement mentionnées, les réglementations pertinentes s'appliquent.

Toutes les opérations de nivellement pendant les phases de construction seront à la charge de l’Adjudicataire, qui les enregistrera soigneusement et remettra les registres à l'Autorité de Surveillance dès qu'elles auront été effectuées, en considérant le coût de ces opérations comme déjà inclus dans le prix des matériaux.

Les tolérances à respecter pour la réalisation des moules et des structures métalliques sont indiquées dans les articles respectifs.

## TRAVAUX NON SPÉCIFIÉS

Tous les travaux non spécifiés dans le présent cahier des charges, qui sont nécessaires à l'exécution du présent contrat, devront être exécutés avec perfection et solidité, en tenant compte des règlements, normes et autres législations en vigueur, des indications du projet et des instructions de l'Autorité de Surveillance.

Lorsque la forme de leur inclusion dans la carte indiquée à l'article 184 du décret-loi nº 405/93 n'est pas entièrement définie, les mesures correspondantes seront effectuées d'un commun accord entre l'Autorité de Surveillance et l’Adjudicataire, en suivant les règles habituelles et établies en matière de mesures.

## TRAVAUX FINAUX

Une fois les travaux terminés, l’Adjudicataire est tenu d'enlever des chantiers, dans un délai de 30 jours à compter de l'avis de réception provisoire, tous les matériaux, gravats, équipements, échafaudages, plates-formes, installations temporaires et tous les moyens auxiliaires utilisés pour l'exécution des travaux.

Dans le délai de 30 jours susmentionné, l’Adjudicataire démantèle le chantier et les ouvrages annexes, nettoie et régularise à ses frais les zones de travail et les chantiers.

Si l’Adjudicataire ne se conforme pas aux dispositions des paragraphes précédents, il est tenu d'exécuter à ses frais les travaux définitifs manquants, et il n'a droit à aucune indemnité pour la perte ou l'utilisation des matériaux, équipements ou objets enlevés.

L’Adjudicataire peut demander par écrit à l'Autorité de Surveillance la prorogation du délai fixé au point 1 avec suspension correspondante, pour la même période, des dispositions du paragraphe précédent, mais la prorogation ne sera accordée que si, pour une raison pleinement justifiée, le délai fixé s'avère manifestement insuffisant et à condition que l’Adjudicataire n'ait pas interrompu les déménagements, nettoyages et régularisations spécifiés.

# INSPECTION

La classe d'inspection 2 est établie pour ces travaux conformément aux dispositions de la norme NP ENV 13670-1.

La classe d'exécution EXC2 est établie pour ces travaux conformément aux dispositions de la norme EN 1090-2.

# MATÉRIAUX À UTILISER SUR LE CHANTIER

Les matériaux à utiliser sur le chantier doivent être conformes aux CONDITIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES - STRUCTURES de ce projet.

Matériaux à adopter pour l'exécution des éléments structuraux

### Béton :

Une durée de vie de 50 ans a été prise en compte. Les conditions d'exposition pour les différents éléments structurels conformément à la norme NP EN 206-1:2007 sont indiquées ci-dessous.

Pour les classes d'exposition indiquées, les exigences minimales de qualité du béton et les revêtements nominaux minimaux définis dans la norme NP EN 206-1 doivent être appliqués, à savoir ceux contenus dans la spécification LNEC E464.

### Béton :

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Utilisation | Classe de résistance | Classe d'exposition environnementale | Classe de teneur en chlorure | Taille maximale de l'inerte | Abaissement | Couverture nominale |
| Régularisation | C16/20 | X0 (PT) | - | - | - | - |
| Lames | C30/37 | XC1 (PT) | Cl0.2 | 5 mm | S4 | 25 mm |
| Fondations | C30/37 | XC2 (PT) | Cl0.2 | 20 mm | S4 | 50 mm |
| Dalles et escaliers | C30/37 | XC3 (PT) | Cl0.2 | 20 mm | S4 | 30 mm |

Remarque : il convient d'utiliser du ciment de classe N.

### Acier :

Barres d'armature A500 NR SD (E460:2017)

Armature en treillis électrosoudé A500 ER (E456:2011/E458:2011)

Construction métallique en général (sauf tuyaux) S275 JR (NP EN 10027-1:2016)

Construction métallique (tôles) S275 JR (NP EN 10027-1:2016)

Tiges filetées, écrous et rondelles Cl 8.8 (NP EN 15048-1:2019)

Boulons, écrous et rondelles non précontraints Cl 8.8 (NP EN 15048-1:2019)

### Bois :

Lamelles collées Classe GL24h (NP EN 1194:2002)

### Peinture des structures métalliques :

Catégorie de corrosivité atmosphérique C3 (NP EN ISO 12944-2:2017)

Décapage Grade SA 2 1/2

Apprêt Épaisseur égale 80 microns à base de résine époxy riche en zinc

Intermédiaire Épaisseur égale 80 microns à base de résine époxy riche en zinc

Protection contre l'incendie Équivalente à la classe REI60 (structures intérieures)

Finition Épaisseur égale à 60 microns à base de résine polyuréthane

Classe de durabilité Haute (NP EN ISO 12914-5:2011)

La peinture des structures métalliques doit être réalisée conformément à la norme NP EN ISO 12944. Sauf indication contraire dans le présent projet, la température critique doit être considérée comme étant de 500º C pour les sections de classe 1, 2 et 3 et de 350º C pour les sections de classe 4.

### Galvanisation des structures métalliques (boulons, tiges filetées et tous les accessoires de connexion) :

Catégorie de corrosivité atmosphérique C3 (NP EN ISO 12944-2:2017)

Décapage Grade SA 2 1/2

Galvanisation Galvanisation à chaud dans un bain de zinc, 610g/m2, avec une épaisseur de 85 u,

Classe de durabilité Très élevée (ISO 14713-1:2009)

# MESURES DE PROTECTION ET DE SÉCURITÉ

Les mesures de protection et de sécurité suivantes doivent être prises :

1. Clôture de toutes les zones du bâtiment à démolir, ainsi que des plates-formes inclinées rigides pour recueillir les matériaux et les outils susceptibles de tomber pendant la démolition. Mise en place d'échafaudages sur la façade pour l'accès du personnel.
2. Coupure générale des réseaux publics d'électricité, de gaz, d'eau et autres. L'alimentation en électricité et en eau du chantier sera placée dans un endroit approprié qui ne gênera pas l'avancement des travaux de démolition.
3. Inspection des différents locaux et chantiers, en vérifiant qu'il n'y a pas de matériaux combustibles et/ou dangereux, ni d'autres branchements d'installation qui ne proviennent pas des connexions des services publics, et en vérifiant que tous les réservoirs, tuyaux et plomberies ont été vidés.
4. Toutes les opérations de démolition doivent être effectuées en veillant à ne pas laisser des éléments du bâtiment instables à la fin de chaque journée de travail, de telle sorte que les intempéries ou d'autres causes imprévues puissent les faire tomber.
5. Les ouvertures existantes dans les planchers seront utilisées pour évacuer les matériaux jusqu'au niveau du sol, puis ils seront enlevés. Lorsque des produits volumineux et/ou lourds doivent être démontés, on utilisera de préférence des grues, des câbles, des poulies, des treuils ou d'autres procédés appropriés pour descendre les matériaux, en évitant qu'ils ne tombent librement sur le sol. La zone dans laquelle les matériaux enlevés sont reçus doit être fermée à la circulation ou à la permanence du personnel.
6. Lors du découpage et du soudage d'éléments métalliques, il convient de veiller à ce que les limailles et les éclats de soudure soient confinés et à ce qu'il y ait des extincteurs sur le site et d'autres moyens à proximité du front de travail pour étouffer un incendie à un stade précoce.

# CRITÈRES DE MESURE

Ce chapitre présente les critères de mesure pour les travaux les plus importants et les situations particulières qui sont prises en compte dans le tableau des quantités de travail.

### Acier de construction

L'unité de mesure est le kilogramme (Kg) et le poids total est obtenu en convertissant en kilogrammes les mesures en mètres des différents profilés qui composent ces structures. Les poids unitaires de ces profilés sont ceux indiqués dans les tableaux des fabricants. La masse théorique à considérer par mètre linéaire de chaque élément, le cas échéant, sera basée sur un poids spécifique de 7850 kg/m3 multiplié par la section nominale des profilés, barres et tubes.

Les longueurs et les surfaces des éléments structuraux sont obtenues à partir des dessins du projet et correspondent aux dimensions entre les intersections des axes des profils.

Les mesures par type de profilé seront séparées dans des articles distincts en fonction de leur poids.

Le transport, le montage sur place et le traitement des surfaces , tels que la métallisation, les peintures standard ou spéciales, ne seront pas séparés dans des articles distincts, car tous ces travaux et matériaux seront inclus dans le coût par kilogramme (Kg) du profilé, de la barre ou du tuyau.

Aucun pourcentage ou quantité ne sera pris en compte pour les assemblages par rivets, vis, soudures, déchets et coupes ou autres, dont la valeur sera incluse dans la mesure du Kg d'acier dans les profilés.

Le coût de toutes les plaques de connexion et de renforcement (pour les structures métalliques), des goussets, des boulons d'ancrage, des vis, de la protection anticorrosion, de l'application de résine époxy pour sceller les surfaces de connexion acier-béton, de l'application de coulis pour sceller les surfaces de connexion acier-maçonnerie, de la préparation et des essais respectifs est considéré comme étant inclus dans le coût par kg d'acier des profilés métalliques auxquels ils sont connectés, et n'est pas mesuré séparément.

Les mesures de l'acier dans les structures métalliques sont définies en considérant uniquement le poids nominal des profilés, et le coût par kilogramme de profilé doit inclure non seulement son propre coût mais aussi toutes les opérations relatives à l'exécution du travail, à savoir :

* la fabrication, en atelier ou sur le chantier, des éléments qui constitueront la structure, conformément au projet, y compris les ajustements de longueur des profilés à calibrer selon les conditions de l'ouvrage, sous réserve de l'approbation de l'organe de contrôle ;
* le sablage et la peinture, y compris les retouches qui peuvent être nécessaires sur le chantier à la suite de dommages survenus sur le chantier et/ou pendant le transport, afin de se conformer aux spécifications de la conception, pour la protection contre la corrosion et le feu ;
* la fourniture, le chargement, le transport et le déchargement de tous les éléments et matériaux sur le chantier ;
* le montage et le démontage des échafaudages, des plates-formes d'accès et des fermes ;
* la mise en place, l'assemblage et la mise au point d'éléments structurels et de leur assemblage final, à savoir : le rivetage, le boulonnage ou le soudage ;
* toutes les plaques de raccordement entre les profilés, entre les profilés et la structure porteuse (béton, maçonnerie, bois ou métal) et les goussets ne sont pas mesurés et doivent donc être pris en compte dans les prix unitaires des profilés ;
* toutes les liaisons par tiges filetées et boulons entre les pièces métalliques et entre les pièces métalliques et la structure porteuse (béton, maçonnerie, bois ou métal), les écrous, les contre-écrous et les rondelles ne sont pas mesurés et tous les coûts associés, y compris le perçage, le jointoiement et la fixation des tiges filetées à la structure porteuse, doivent être pris en compte dans les prix unitaires des profilés ;
* la régularisation des surfaces de la structure porteuse existante avec du mortier à haute résistance et sans retrait doit être prise en compte dans les prix unitaires des profilés ;
* le remplissage de l'espace entre les plaques et le béton avec de la résine époxy doit être pris en compte dans les prix unitaires des profilés et dans les prix unitaires des plaques d'armature en béton armé ;
* lorsque tous les espaces entre les connecteurs et les trous respectifs ont été complètement remplis, ces espaces doivent être injectés avec de la résine époxy. Cette tâche n'est pas spécifiquement mesurée et son coût doit être dilué dans le prix unitaire des kilogrammes de plaques d'armature en béton armé et de profilés métalliques dans les mesures respectives.

### Béton

Le volume de béton sera mesuré en m3, sur la base des mesures théoriques des nouveaux éléments en béton armé conformément aux dessins de conception, avec les considérations suivantes :

* + - les colonnes et les murs sont mesurés entre les faces supérieures des planchers à relier et au-dessus de la face supérieure des semelles ;
    - les poutres sont mesurées en tenant compte de la portée libre entre les piliers ;
    - les dalles sont mesurées selon les indications en plan avec les chapiteaux et les bandeaux, y compris la zone de chevauchement avec les colonnes, mais sans tenir compte du chevauchement avec les éléments de murs et de poutres ;
    - pour les autres éléments, les critères généraux de mesure généralement utilisés sont adoptés.

Les coûts suivants liés au béton doivent être inclus dans les prix unitaires :

* la fourniture et la mise en place des armatures, aux taux d'armature indiqués dans les métrés, y compris les frais de préparation, de montage et de mise en place, les recouvrements et les crochets ou autres systèmes d'assemblage, ainsi que les fils de ligature ;
* la fourniture, l'installation et l'enlèvement des coffrages et de leur support ;
* le gravillonnage (3 mm) des surfaces de raccordement entre le béton existant et le béton neuf, toutes les opérations nécessaires à ces travaux, le nettoyage et la préparation de la surface à raccorder, conformément aux instructions du présent cahier des charges, et y compris l'évacuation des produits de gravillonnage vers les déchets, ainsi que les indemnités éventuelles pour les dépôts ;
* le forage, l'injection de résine époxy, la fourniture et la mise en place de l'armature de raccordement, comme spécifié dans les plans ;
* le coût du béton doit tenir compte des phases proposées dans les plans et des temps minimaux entre chaque bétonnage et de la longueur maximale de chaque bétonnage qui en découlent.
* les coûts liés au bétonnage des joints, y compris leur traitement approprié et leur dissimulation ;
* le coût du béton doit tenir compte des phases proposées dans les dessins et des temps minimaux conséquents entre chaque bétonnage et de la longueur maximale de chaque bétonnage ;
* la protection des surfaces de béton enterrées par l'application de deux couches croisées d'un produit bitumineux approprié, à approuver par l'Autorité de Surveillance ;
* le coût du béton doit tenir compte des frais inhérents au contrôle de la qualité du béton, y compris tous les aspects de celui-ci, tels que la production de cubes et leurs essais, comme spécifié dans les CONDITIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES - STRUCTURES de ce projet.

Les prix unitaires pour la fourniture et la mise en place du béton en dalles sur des murs en maçonnerie doivent inclure les coûts indiqués ci-dessus dans les situations qui les concernent, ainsi que les coûts associés à la fourniture et à la mise en place de boulons métalliques pour les connexions conformément au présent projet, y compris le forage et l'injection de coulis. Les coûts suivants doivent également être inclus dans les prix unitaires des dalles en béton :

* le gravillonnage de tous les enduits existants sur les murs en maçonnerie qui recevront les dalles en béton projeté, y compris toutes les opérations nécessaires à ces travaux, le nettoyage et la préparation de la surface à raccorder et y compris l'enlèvement des produits de gravillonnage à la décharge, ainsi que toutes les indemnités pour les dépôts ;
* la protection des surfaces de béton enterrées par l'application de deux couches croisées d'un produit bitumineux approprié, à approuver par l'Autorité de Surveillance ;
* le coût du béton doit tenir compte des phases proposées dans les plans et des temps minimaux entre chaque bétonnage et de la durée maximale de chaque bétonnage qui en découlent ;
* l'éventuelle surconsommation de béton résultant de la technique d'application et de la nécessité d'utiliser des épaisseurs moyennes de dalles supérieures à l'épaisseur théorique indiquée dans le projet doit être répercutée dans le prix unitaire lorsqu'il y a des creux et des irrégularités plus importants dans les murs en maçonnerie et le remplissage, le lissage et le nivellement qui s'ensuivent avec le même béton que celui utilisé dans la dalle actuelle définie dans les dessins du projet.

### Démolition

La démolition des dalles, horizontales ou inclinées, sera mesurée en m2, sur la base de leurs mesures théoriques en plan, conformément aux plans de conception, avec les considérations suivantes.

Dans le prix unitaire au mètre carré, mesuré sur la surface horizontale des planchers et des toits, il faut inclure ce qui suit :

* toutes les opérations et tous les moyens nécessaires à l'enlèvement des dalles, des planchers et des toits de toute nature, quelle que soit leur épaisseur dans chaque zone, y compris les murs sus-jacents, dans les zones indiquées sur les plans, ainsi que le transport de tous les produits de démolition jusqu'à un site d'élimination approprié ;
* l'enlèvement complet des remblais et des revêtements présents sur les dalles à démolir, dans la même zone que les dalles à démolir, dans les zones indiquées sur les plans, ainsi que le transport de tous les produits de démolition jusqu'à la décharge appropriée ;
* l'enlèvement complet des marches présentes sur les dalles de l'escalier, ainsi que le transport de tous les produits de démolition vers la décharge appropriée.

Le prix unitaire de la démolition doit inclure les coûts liés à la fourniture, à l'installation et à l'entretien des étaiements pour les structures à maintenir comme indiqué dans le présent projet (à l'exception de ceux qui sont mesurés directement dans un poste distinct du métré), y compris toutes les études (à réaliser par l’Adjudicataire) nécessaires pour s'assurer que les étaiements garantissent la sécurité de toutes les structures pendant toute la durée des travaux. Le coût de la démolition doit tenir compte des phases proposées dans les plans et des délais minimaux qui en découlent entre chaque intervention, ainsi que des différentes méthodes de démolition qui devront être employées, comme décrit ci-dessus.

Les étaiements horizontaux nécessaires à la stabilité des murs à maintenir, indiqués sur les plans, et nécessaires pendant la démolition, feront l'objet d'un mesurage spécifique, en kg, avec les critères présentés pour les structures métalliques.

Les étaiements nécessaires pour soutenir les planchers à maintenir en phase provisoire, à utiliser pendant la démolition, seront étudiés par l’Adjudicataire et mesurés en valeur globale (vg), qui doit inclure les coûts inhérents à la fourniture et au montage, à l'entretien en service, au démontage et à l'enlèvement du chantier de tous les éléments d'étaiement. Cette vg comprendra également tous les coûts des études d'étaiement et de stabilité des dalles en phase provisoire (en fonction de l'étaiement choisi), qui seront développées et étudiées par l’Adjudicataire.

### Excavation, remblayage et transport à la décharge

Le volume de l'excavation sera mesuré en m3, sur la base des mesures théoriques selon les plans de conception avec les considérations suivantes :

L'excavation correspond aux volumes qui doivent être enlevés pour l'exécution de tous les nouveaux éléments en béton armé sous le rez-de-chaussée, conformément aux plans. Cette mesure commence là où se termine l'enlèvement des couches et sous-couches constitutives du rez-de-chaussée, mesuré dans le cadre de la démolition du rez-de-chaussée. Ce volume doit être mesuré en tenant compte des pentes verticales le long du périmètre de la zone où tous les nouveaux éléments en béton armé doivent être construits. Le prix unitaire de l'excavation comprend l'enlèvement de la terre ou de la roche de toute nature, ainsi que des éléments de fondation d'anciens bâtiments qui peuvent exister, et le nettoyage de la surface des piliers, des poutres et des murs en béton armé à côté desquels les nouveaux éléments en béton armé seront construits. Ce prix unitaire doit comprendre non seulement toutes les opérations et les moyens d'accès nécessaires à l'enlèvement susmentionné, mais aussi le transport de tous les produits d'excavation vers une décharge appropriée. Une partie des produits d'excavation peut être réutilisée pour la mise en décharge des volumes excédentaires après la construction des nouveaux éléments en béton armé sous le rez-de-chaussée. Toutes ces opérations doivent être prises en compte dans le coût unitaire de l'excavation à réaliser, puisque le remblai ne sera pas mesuré directement. Le prix unitaire doit également tenir compte des dépassements de fouilles au-delà de ceux définis dans les critères présentés ci-dessus, résultant du choix des moyens d'exécution à la disposition de l’Adjudicataire, du déplacement des machines et du matériel, de l'instabilité des sols excavés et du choix des pentes par l’Adjudicataire. Le prix unitaire des fouilles doit comprendre les volumes supplémentaires que l’Adjudicataire jugera nécessaire d'enlever en plus du volume indiqué dans le critère de mesure ci-dessus (volume obtenu à partir de la surface en plan correspondant à la zone d'implantation de tous les nouveaux éléments en béton armé à exécuter). Le prix unitaire des fouilles doit également inclure le coût de l'installation des pompes d'évacuation et de drainage des liquides de toute nature et leur fonctionnement pendant la durée des fouilles et pendant l'exécution des nouvelles structures. Le prix unitaire des fouilles doit inclure les coûts liés aux éventuelles mesures de stabilisation des talus en bordure de parcelle et/ou aux mesures d'indemnisation du propriétaire voisin si des talus provisoires sont construits sur la parcelle de ce dernier. Le prix unitaire comprendra également tous les moyens et techniques nécessaires pour réaliser l'excavation et l'enlèvement du volume identifié dans le projet structurel, à réaliser dans les délais définis par le promoteur, quelle que soit la variation du degré de difficulté de cette excavation et enlèvement de terre et de roche et d'anciennes fondations.

* 1. Le mesurage de tous les autres travaux inclus dans le contrat comprend l'exécution de toutes les tâches nécessaires à la pleine réalisation de ces travaux, comme spécifié dans les CONDITIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES - STRUCTURES de ce projet.
  2. Les critères et règles de mesurage qui ne sont pas prévus ou qui suscitent des doutes doivent être demandés à l’Adjudicataire avant le début des travaux, et aucune réclamation ne sera acceptée après le début des travaux.
  3. Les mesures des travaux effectués doivent être soumises mensuellement à l'approbation de l'Autorité de Surveillance.