

**CBRE**



## MAITRE D'OUVRAGE

SEO / CSTA

47 rue Sainte-Catherine - CS60016

54035 NANCY CEDEX

## GROUPEMENT DE MAITRISE D'ŒUVRE

IMO2S

1bis avenue François Adam

94100 Saint Maur des Fosses

E-mail : [bertrand.bouliez@imo2s.fr](mailto:bertrand.bouliez@imo2s.fr)

Tél : 06 22 61 59 09

CBRE-GMS

76 rue de Prony

75017 PARIS

E-Mail :

[pierre.de.la.conte@cbre.com](mailto:pierre.de.la.conte@cbre.com)

Tél : 06 32 87 97 52

**SEO / CSTA**



PROJET :

# Mise aux normes de stations-service pétrolière

**4e régiment de chasseurs**

**rue de la belle Aureille**

**05000 GAP**

**C.C.T.P**

**SECTION : N° 4 METALLERIE**

Dossier : DCE

Phase : PRO

Date : 30/10/2025

## SOMMAIRE DE LA SECTION

### 4 METALLERIE .....2

<b>4.1 PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES.....</b>	<b>2</b>
<b>4.1.1 GÉNÉRALITÉS.....</b>	<b>2</b>
4.1.1.1 DOCUMENTS TECHNIQUES CONTRACTUELS NON LIMITATIFS .....	2
4.1.1.2 DOCUMENTS EXE À FOURNIR PAR L'ENTREPRISE .....	6
4.1.1.3 HYGIÈNE, SÉCURITÉ ET CONDITIONS DE TRAVAIL.....	7
4.1.1.4 GESTION DES DECHETS.....	8
<b>4.1.2 QUALITÉ DES MATÉRIAUX .....</b>	<b>8</b>
4.1.2.1 QUALITÉ DES MÉTAUX FERREUX.....	8
4.1.2.2 QUALITÉ DES MÉTAUX ET ALLIAGES NON FERREUX .....	12
4.1.2.3 QUALITÉ DES PEINTURES.....	17
4.1.2.4 PROTECTION DES ALLIAGES .....	19
4.1.2.5 PROTECTION DES PROFILS A CHAUD.....	21
4.1.2.6 COUVERTURE EN PLAQUES NERVURÉES.....	22
4.1.2.7 COMPOSANTS .....	24
<b>4.1.3 PRÉCONISATIONS DE MISE EN ŒUVRE .....</b>	<b>24</b>
4.1.3.1 PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES.....	24
4.1.3.2 PRESCRIPTIONS POUR L'EXÉCUTION DES ACIERS.....	25
4.1.3.3 PRESCRIPTIONS POUR LES ALLIAGES.....	26
4.1.3.4 EXÉCUTION DES TRAVAUX EN ACIER.....	26
4.1.3.5 EXÉCUTION DES TRAVAUX EN ALLIAGES.....	29
4.1.3.6 CONSTRUCTIONS SOUDÉES EN ACIER .....	33
4.1.3.7 RÈGLES DE CALCULS, ESSAIS, PROTOTYPE .....	36
4.1.3.8 COUVERTURE EN PLAQUES NERVURÉES.....	38
4.1.3.9 PRÉCONISATIONS COMPLÉMENTAIRES .....	42
<b>4.1.4 ORGANISATION .....</b>	<b>43</b>
4.1.4.1 Préparation des travaux.....	43
4.1.4.2 Conduite et coordination .....	44
4.1.4.3 Travaux divers en limite de prestation.....	45
<b>4.1.5 GARANTIES ET ENTRETIEN .....</b>	<b>45</b>
4.1.5.1 Garanties communes aux sections.....	45
4.1.5.2 Entretien.....	45
<b>4.2 DESCRIPTION DES TRAVAUX .....</b>	<b>47</b>
<b>4.2.1 PASSERELLE .....</b>	<b>47</b>
4.2.1.1 Passerelle d'accès métallique sécurisé avec déport coulissant.....	47
<b>4.2.2 DEPOTAGE / SOUTIRAGE .....</b>	<b>48</b>
4.2.2.1 Fourniture et pose d'un coffret de dépotage/soutirage aluminium avec fermeture à cadenas .....	48
<b>4.2.3 RESERVOIR .....</b>	<b>48</b>
4.2.3.1 Fourniture et pose d'un couvercle coiffant sur chambre étanche .....	48



## 4 METALLERIE

### 4.1 PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES

#### 4.1.1 GÉNÉRALITÉS

##### 4.1.1.1 DOCUMENTS TECHNIQUES CONTRACTUELS NON LIMITATIFS

Il est fait le rappel à l'entrepreneur des dispositions particulières à chacune des sections qui seront précisées dans leurs spécifications techniques respectives, sauf dispositions particulières indiquées dans le présent document, les calculs, la conception, ainsi que la fabrication en usine puis l'exécution sur le chantier, la mise en œuvre et le réglage des ouvrages, la nature et la qualité des matériaux, la protection de l'ouvrage. Toutes les dispositions précédemment énumérées seront dans leur ensemble conforme aux normes et règlement ainsi qu'aux prescriptions techniques et recommandations professionnelles en vigueur au moment des travaux.

Il est précisé à l'entrepreneur que pour tous les documents qui seront mentionnés ci-après, il sera retenu leur dernière parution et cela à la date de la présente prescription du marché de travaux. De ce fait, en cas d'erreurs, voire de contradiction entre les documents cités ci-dessus et le projet (C.C.T.P, plans, etc...), il devra immédiatement en avvertir le maître d'œuvre et prévoir tout complément en annexe de son offre. De plus, lorsque l'entrepreneur utilisera certains procédés et des matériaux dits non traditionnels et non régis par les documents de référence cités ci-avant, ceux-ci devront alors être obligatoirement instruits et validés par le C.S.T.B et posséder obligatoirement un Avis Technique voire un A.T.E.X ("Appréciation Technique d'Expérimentation" pour les produits récents).

**Nota :**

En cas de réédition, de modification ou de mise à jour, le document de référence est celui qui est en vigueur à la date de consultation des entrepreneurs.

##### 4.1.1.1.1 Normes françaises auxquels se réfère le cahier des charges

Annexe tableau des principaux documents et normes françaises auxquels se réfère le cahier des charges

Il est précisé à l'entrepreneur qu'en cas de réédition, de modification ou de mise à jour, le document de référence est celui qui est en vigueur à la date de consultation des entrepreneurs.

Normes françaises :

- NF A 35-001 : Ronds, carrés, plats, hexagones (février 1946) ;
- PN A 35-501 : Tôles fortes et moyennes, larges, plats, laminés marchands et poutrelles (juin 1963) ;
- NF E 27-153 : Rivets à tête ronde (novembre 1952) ;
- NF E 27-154 : Rivets à tête fraisée (novembre 1952) ;
- PN E 27-311 : Boulons à tête hexagonale (mars 1959) ;
- NF E 27-313 : Boulons à tête ronde (février 1959) ;
- NF E 27-314 : Boulons à tête fraisée (février 1959) ;
- PN E 27-411 : Écrous hexagonaux et carrés (avril 1960) ;
- NF A 03-002 : Essais de produits sidérurgiques (mai 1943) ;
- NF A 03-101 : Essai de traction (février 1946) ;
- NF A 03-102 : Essai de dureté Brinell (février 1946) ;
- NF A 03-104 : Essai de dureté Vickers (août 1946) ;
- NF A 03-106 : Essai de résilience (février 1946) ;
- NF A 03-107 : Essai de pliage (février 1946) ;
- NF A 05-101 : Essais macroscopiques (juillet 1943) ;
- NF A 81-301 : Électrodes. Caractéristiques dimensionnelles (décembre 1944) ;
- NF A 81-302 : Électrodes. Essais de traction et de résilience (juin 1945) ;



- NF A 81-309 : Produits d'apport. Électrodes enrobées (novembre 1945) ;
- NF A 91-102 : Dépôts électrolytiques de zinc et de cadmium (février 1947) ;
- NF A 91-121 : Galvanisation à chaud (immersion dans le zinc fondu) Propriétés caractéristiques et méthodes d'essais (juin 1958) ;
- PN A 91-201 : Métallisation au pistolet (zinc, aluminium, plomb) (février 1952).
- *FD A 36-010 Choix des qualités d'acier pour construction métallique ou chaudronnée vis à vis du risque de rupture fragile ;*
- *NF EN Bandes laminées à chaud en continu, bandes et tôles issues de larges bandes laminées à chaud en aciers alliés et non alliés - Tolérances sur les dimensions et la forme (indice de classement : A 46-501) ;*
- *NF EN 10219 Profils creux de construction soudés, formés à froid en aciers non alliés et à grains fins :*
- *Partie 1 : conditions techniques de livraison (indice de classement : A 49-540-1) ;*
- *Partie 2 : tolérances, dimensions et caractéristiques de profil (indice de classement : A 49-540-2).*
- *Exécutions des structures en acier et des structures en aluminium :*
- *NF EN 1090-1 Partie 1 : exigences pour l'évaluation de la conformité des éléments structuraux (indice de classement : P 22-101-1) ;*
- *NF EN 1090-2+A1 Partie 2 : Exigences techniques pour les structures en acier (indice de classement : P 22-101-2) ;*
- *NF P 22-101-2/CN Partie 2 : Exigences techniques pour les structures en acier - Complément national à la NF EN 1090-2.*

### Peintures et vernis - Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture :

- NF EN ISO 12944-1 Partie 1 : introduction générale (indice de classement : T 34-555-1) ;
- NF EN ISO 12944-2 Partie 2 : classification des environnements (indice de classement : T 34-555-2) ;
- NF EN ISO 12944-3 Partie 3 : conception et dispositions constructives (indice de classement : T34-555-3) ;
- NF EN ISO 12944-4 Partie 4 : types de surface et préparation de surface (indice de classement : T34-555-4) ;
- NF EN ISO 12944-5 Partie 5 : systèmes de peinture (indice de classement : T 34-555-5) ;
- NF EN ISO 12944-6 Partie 6 : essais de performance en laboratoire (indice de classement : T 34-555-6) ;
- NF EN ISO 12944-7 Partie 7 : exécution et surveillance des travaux de peinture (indice de classement : T 34-555-7) ;
- NF EN ISO 12944-8 Partie 8 : développement de spécifications pour les travaux neufs et l'entretien (indice de classement : T 34-555-8).

### 4.1.1.1.2 Les eurocodes, en particulier

#### Eurocode 0 - EN 1990 : Eurocodes structuraux - Base de calcul des structures :

- NF EN 1990 (indice de classement : P 06-100-1) ;
- NF EN 1990/NA : Annexe nationale à la NF EN 1990 (indice de classement : P 06-100-1/NA) ;
- NF EN 1990/A1 : Amendement A1 (indice de classement : P 06-100-1/A1) ;
- NF EN 1990/A1/NA : Annexe nationale à la NF EN 1990/A1 (indice de classement : P 06-100-1/A1/NA).

#### Eurocode 1 - EN 1991 : Actions sur les structures :

- NF EN 1991-1-2 Partie 1-2 : Actions générales - Actions sur les structures exposées au feu (indice de classement : P 06-112-1) ;
- NF EN 1991-1-3 : Partie 1-3 : Actions générales - Charges de neige (indice de classement : P 06-113-1) ;
- NF EN 1991-1-3/NA : Partie 1-3 : Actions générales - Charges de neige - Annexe nationale à la NF EN 1991-1-3 (indice de classement : P 06-113-1/NA) ;
- NF EN 1991-1-4 : Partie 1-4 : Actions générales - Actions du vent + Amendement A1 (indice de classement : P 06-114-1) ;
- NF EN 1991-1-4/NA : Partie 1-4 : Actions générales - Actions du vent - Annexe nationale à la NF EN 1991-1-4 + amendement A1 + amendement A2 (indice de classement : P 06-114-1/NA).
- NF EN 1991-1-6 - Partie 1-6 : Actions générales - Actions en cours d'exécution (indice de classement : P 06-116-1).

#### Eurocode 3 - EN 1993 : Calcul des structures en acier :

- NF EN 1993-1-1 : Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments (indice de classement : P 22-311-1) ;
- NF EN 1993-1-1/NA : Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments - Annexe nationale à la NF EN 1993-1-1 (indice de classement : P 22-311-1/NA) ;
- NF EN 1993-1-2 : Partie 1-2 : Règles générales - Calcul du comportement au feu (indice de classement : P 22-312-1) ;
- NF EN 1993-1-2/NA : Partie 1-2 : Règles générales - Calcul du comportement au feu - Annexe nationale à la NF EN 1993-1-2 (indice de classement : P 22-312-1/NA) ;
- NF EN 1993-1-3 : Partie 1-3 : Règles générales - Règles supplémentaires pour les profilés et plaques formés à froid (indice de classement : P22-313) ;



- NF EN 1993-1-4 : Partie 1-4 : Règles générales - Règles supplémentaires pour les aciers inoxydables (indice de classement : P 22-314) ;
- NF EN 1993-1-4/NA : Partie 1-4 : Règles générales - Règles supplémentaires pour les aciers inoxydables - Annexe nationale à la NF EN 1993-1-4 (indice de classement : P 22-314/NA) ;
- NF EN 1993-1-5 : Partie 1-5 : Plaques planes (indice de classement : P 22-315) ;
- NF EN 1993-1-5/NA : Partie 1-5 : Plaques planes - Annexe nationale à la NF EN 1993-1-5 (indice de classement : P 22-315/NA) ;
- NF EN 1993-1-8 : Partie 1-8 : Calcul des assemblages (indice de classement : P 22-318-1) ;
- NF EN 1993-1-8/NA : Partie 1-8 : Calcul des assemblages - Annexe nationale à la NF EN 1993-1-8 (indice de classement : P 22-318-1/NA) ;
- NF EN 1993-1-9 : Partie 1-9 : Fatigue (indice de classement : P 22-319-1) ;
- NF EN 1993-1-9/NA : Partie 1-9 : Fatigue - Annexe nationale à la NF EN 1993-1-9 (indice de classement : P 22-319-1/NA) ;
- NF EN 1993-1-10 : Partie 1-10 : Choix des qualités d'acier (indice de classement : P 22-380-1) ;
- NF EN 1993-1-10/NA : Partie 1-10 : Choix des qualités d'acier - Annexe nationale à la NF EN 1993-1-10 (indice de classement : P 22-380-1/NA) ;
- NF EN 1993-1-12 : Partie 1-12 : Règles additionnelles pour l'utilisation de l'EN 1993 jusqu'à la nuance d'acier S 700 (indice de classement : P 22-382) ;
- NF EN 1993-1-12/NA : Partie 1-12 : règles additionnelles pour l'utilisation de l'EN 1993 jusqu'à la nuance d'acier S 700 - Annexe Nationale à la NF EN 1993-1-12 (indice de classement : P 22-382/NA).

### **Eurocode 8 - EN 1998 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes :**

- NF EN 1998-1 : Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments + Amendement A1 (indice de classement : P 06-030-1) ;
- NF EN 1998-1/NA : Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments - Annexe nationale à la NF EN 1998-1 (indice de classement : P 06-030-1/NA) ;
- NF EN 1998-5 : Partie 5 : Fondations, ouvrages de soutènement et aspects géotechniques (indice de classement : P 06-035-1) ;
- NF EN 1998-5/NA : Partie 5 : Fondations, ouvrages de soutènement et aspects géotechniques - Annexe nationale à la NF EN 1998-5 (indice de classement : P 06-035-1/NA).

### **Nota :**

Les normes EN et Eurocodes en vigueur sont applicables conformément aux dates indiquées sur les décrets d'applications

#### **4.1.1.1.3 Tous les ouvrages seront exécutés suivant les règles de l'art et devront répondre aux prescriptions techniques et fonctionnelles comprises dans les textes officiels existants le premier jour du mois de la signature du marché et notamment**

Tous les ouvrages du présent marché devront répondre aux conditions et prescriptions des documents techniques qui leur sont applicables.

Le titulaire du marché est réputé les connaître dans leur totalité.

Toutefois, les principaux sont rappelés dans le présent document, sans que cette liste ne puisse aucunement être considérée comme exhaustive.

- Le code de l'Urbanisme ;
- Le code de la construction et de l'habitation ;
- Les Règles de l'Art ;
- Les Normes Françaises (NF) et Européennes (EN) homologuées ;
- Les Cahiers des Charges des D.T.U (Documents Techniques Unifiés) et de leurs additifs publiés par le CSTB avec les différentes mises à jour et annexes ;
- Les Cahiers des Clauses Spéciales des DTU, les règles des D.T.U. ;
- Les Règles Professionnelles ;
- Éventuellement les A.T.E.C, A.T.X ou E.T.N ;

- La Réglementation Thermique (RT 2012) ;
- Documents techniques COPREC n° 1 et n° 2 "Contrôle technique des ouvrages" publiés au supplément 82.51 Bis de Décembre 1982 du Moniteur ;
- Les lois, décrets, arrêtés, circulaires et recommandations intéressant la construction ;
- Le code du travail (livre 2) ;
- Le code général des collectivités territoriales (livre 2) ;
- Le code de l'environnement (partie législative) ;
- Les règlements de sécurité ;
- Les réglementations incendie ;
- Le Cahier des Clauses Administratives Générales applicables aux marchés privés (Norme P 03.001 de décembre 2000) ;
- Le résultat de la campagne de sol ;
- Les attendus du permis de construire ;
- La note de sécurité ;
- Les avis du coordonnateur de sécurité existants ou à venir ;
- Les avis et observations du contrôleur technique existants ou à venir.

L'acceptation du présent CCTP par l'entrepreneur entraîne l'acceptation totale des documents applicables à sa section et d'avoir pris connaissance de ceux des autres sections du projet.

#### 4.1.1.1.4 Réglementation européenne

Les Normes françaises et européennes Homologuées (NF - EN) et documents de référence, en particulier :

- NF EN 10219 Profils creux de construction soudés, formés à froid en aciers non alliés et à grains fins ;
- Partie 1 : conditions techniques de livraison (indice de classement : A 49-540-1) ;
- Partie 2 : tolérances, dimensions et caractéristiques de profil (indice de classement : A 49-540-2).

#### Sécurité des machines - Moyens permanents d'accès aux machines :

- NF EN ISO 14122-2 - Partie 2 : Plates-formes de travail et passerelles (indice de classement : E 85-002) ;
- NF EN ISO 14122-3 - Partie 3 : Escaliers, échelles à marches et garde-corps (indice de classement : E 85-003).
- NF P 01-012 Règles de sécurité relatives aux dimensions des garde-corps et rampes d'escalier ;
- FD P 20-200 Sécurité des fenêtres - Système anti-défenestration dans les logements ;

#### Exécutions des structures en acier et des structures en aluminium :

- NF EN 1090-1+A1 Partie 1 : exigences pour l'évaluation de la conformité des éléments structuraux (indice de classement : P 22-101-1) ;
- NF EN 1090-2+A1 Partie 2 : exigences techniques pour les structures en acier (indice de classement : P 22-101-2) ;
- NF P 22-101-2/CN Partie 2 : Exigences techniques pour les structures en acier - Complément national à la NF EN 1090-2.

#### 4.1.1.1.5 Liste des fascicules

- FASCICULE 4, titre III : Aciers laminés pour constructions métalliques ;
- FASCICULE 4, titre IV : Rivets en acier et boulonnerie pour constructions métalliques ;
- FASCICULE 61 du titre V du CCTG.

#### 4.1.1.1.6 Liste des règles de calcul

- Règles NV 65 : (d'avril 2000) : Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions ;
- Règles N84 modifiées 95 : (P 06-006 de septembre 1996)) : Action de la neige sur les constructions ;
- DTU AI : Règles de conception et de calcul des charpentes en alliage d'aluminium ;
- FA : Méthodes de prévision par le calcul du comportement au feu des structures en acier et annexe ;
- REGLES NF P 06.001 se rapportant aux charges et surcharges ;
- REGLES DE CALCUL DES CONSTRUCTIONS EN ACIER CM 66 et additifs ;
- Articles R563-1 à R563-8 du Code de l'Environnement.
- Articles du Code de l'Environnement relatifs à la prévention du risque sismique complétés par :
  - \* Décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique ;
  - \* Décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
  - \* Arrêté du 22 octobre 2010 modifié relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite "à risque normal" relatifs à la prévention du risque sismique ;



#### 4.1.1.1.7 Conception en zone sismique

- EN 1998 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes Partie 1 Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments Partie 3 Réévaluation et renforcement des bâtiments, Partie Fondations, structures de soutènement et aspects géotechniques
- Tous autres règlements et décrets en vigueur, notamment ceux des autres corps d'états intervenant dans la construction

L'entrepreneur devra se soumettre aussi bien pour la qualité des matériaux que pour l'exécution des travaux aux règles de l'Art et aux Textes et Règlements en vigueur et notamment :

- Aux lois physiques connues et au sens commun : à titre d'exemple non limitatif. La stabilité d'un élément et la transmission des efforts doivent pouvoir être justifiées en tous points. Tout appareil susceptible de recevoir une intervention doit être fixé à un support capable d'encaisser les conséquences de la présence d'un intervenant (poids, action d'une échelle ...). Toute couverture peut être déneigée localement ou totalement tant que la surcharge de neige extrême n'est pas atteinte...
- A l'ensemble des Normes et Règles en vigueur à la date de remise de l'offre pour la construction. La sécurité des personnes et des biens. Le respect du Code du Travail.
- Aux prescriptions de l'Avis Technique du C.S.T.B. et aux prescriptions des fabricants concernant les matériaux mis en œuvre, ainsi qu'aux impositions complémentaires imposées par la Commission des Assurances et le GABAT Pour tous les Textes paraissant avant l'établissement de la soumission, modifications à charge de l'entreprise. Pour tous les Textes paraissant après, il appartient à l'entreprise de proposer les incidences financières qui en découlent, au Maître d'Ouvrage avant toute exécution.

#### 4.1.1.2 DOCUMENTS EXE À FOURNIR PAR L'ENTREPRISE

##### 4.1.1.2.1 Dossier d'exécution

L'entreprise établira son dossier d'exécution suivant les directives ci-dessous :

- Les plans de repérage et d'implantation des éléments de l'ouvrage ;
- Les plans d'exécution ;
- Les plans d'atelier et de chantier ;
- Les notes de calculs ;
- Les procédures de fabrication, de montage ;
- Les procès-verbaux d'essais d'étude et d'agrément ;
- Les fiches techniques et C.C.P.U. des matériaux utilisés ;
- Les fiches techniques définissant les revêtements de surface des métaux et leurs procédures d'application ;
- La description des techniques particulières, hors normes, mises en œuvre pour respecter le Cahier des Charges.

Ce dossier sera accompagné des échantillons requis. Tous les documents d'exécution de la présente section devront être établis et avoir été visés par le maître d'œuvre préalablement à l'exécution. Après la signature du présent marché, l'entrepreneur soumettra au Maître d'œuvre pour visa la liste des documents d'exécution et le calendrier de production de ces documents. Ce calendrier sera compatible avec le calendrier d'exécution général des travaux, et tiendra compte des temps d'approbation et des éventuels allers-retours.

##### 4.1.1.2.1.1 Plans d'exécution

Il est fait le rappel à l'entrepreneur des dispositions particulières à chacune des sections qui seront précisées dans leurs spécifications techniques respectives, sauf dispositions particulières indiquées dans le présent document, les calculs, la conception, ainsi que la fabrication en usine puis l'exécution sur le chantier, la mise en œuvre et le réglage des ouvrages, la nature et la qualité des matériaux, la protection de l'ouvrage. Toutes les dispositions précédemment énumérées seront dans leur ensemble conforme aux normes et règlement ainsi qu'aux prescriptions techniques et recommandations professionnelles en vigueur au moment des travaux.

Il est précisé à l'entrepreneur que pour tous les documents qui seront mentionnés ci-après, il sera retenu leur dernière parution et cela à la date de la présente prescription du marché de travaux. De ce fait, en cas d'erreurs, voire de contradiction entre les documents cités ci-dessus et le projet (C.C.T.P, plans, etc...), il devra immédiatement en avvertir le maître d'œuvre et prévoir tout complément en annexe de son offre. De plus, lorsque l'entrepreneur utilisera certains procédés et des matériaux dits non traditionnels et non régis par les documents de référence cités ci-avant, ceux-ci devront alors être obligatoirement instruits et validés par le C.S.T.B et posséder obligatoirement un Avis Technique voire un A.T.E.X ("Appréciation Technique d'Expérimentation" pour les produits récents).

**Nota :**



En cas de réédition, de modification ou de mise à jour, le document de référence est celui qui est en vigueur à la date de consultation des entrepreneurs.

#### 4.1.1.2.1.2 Notes de calculs

Il est fait le rappel à l'entrepreneur qu'il devra établir une note de calcul complète et cohérente avec la zone du projet (cas d'une zone sismique ou non sismique rappel des règles PS 92) pour la justification de l'ensemble de ses ouvrages et cela sur la base de la modélisation unique et de toutes les modélisations complémentaires requises. L'entrepreneur effectuera la justification de l'ensemble de l'ouvrage, notamment pour le dimensionnement de tous les éléments de structure, couverture et façade ainsi que pour tous assemblages et détails.

Fournir la justification du calcul pour le dimensionnement de certaines pièces d'assemblage pourra nécessiter des analyses informatiques aux éléments finis. Le dimensionnement des poteaux et poutres de la structure sera effectué en se conformant aux formes et dimensions représentées dans les plans du marché. La justification de la totalité des pièces devra respecter les normes et spécifications décrites dans le présent document.

Il est précisé à l'entrepreneur qu'il effectuera des analyses des phases de montage en plus de l'ensemble. Dans le cas où certains points de la note de calculs feront l'objet d'une objection de la part du Maître d'œuvre (d'ordre technique ou de non-respect de l'esprit de la conception initiale), alors l'entrepreneur en fera toute modification et à ses frais.

#### 4.1.1.2.2 Documents et instructions du coordinateur SPS

L'entrepreneur devra fournir dans le délai indiqué par le coordinateur SPS tous les documents mentionnés dans les pièces de ce dernier.

### 4.1.1.3 HYGIÈNE, SÉCURITÉ ET CONDITIONS DE TRAVAIL

#### Hygiène, sécurité et conditions de travail :

Les règles d'hygiène et sécurité des travailleurs seront conformes au code du travail, 4ème partie : Santé et sécurité au travail (partie Législative créé par Ordonnance n° 2007-329 du 12 mars 2007, partie Réglementaire créé par Décret n° 2008-244 du 7 mars 2008) modifiées et complétées.

#### Coordination sécurité :

Les principales obligations de l'entrepreneur, du travailleur indépendant ou du sous-traitant seront celles ci-dessous (non limitatives) :

- De respecter et appliquer les principes généraux de prévention, articles L. 4121-1 à L. 4121-5, L. 4531-1, L. 4531-2, L. 4532-18, L. 4534-1 ;
- De rédiger et tenir à jour les P.P.S.P.S., les transmettre aux organismes officiels (I.T., C.R.A.M., et O.P.P.B.T.P.) au coordonnateur ou au maître d'ouvrage et les conserver pendant cinq ans à compter de la réception de l'ouvrage, articles L. 4532-9, L. 4532-18, R. 4532-56 à R. 4532-74 ;
- De participer et laisser participer les salariés au C.I.S.S.C.T., articles L. 4532-10 à L. 4532-15, L. 4532-18, R. 4532-77 à R. 4532-94 ;
- De respecter les obligations résultant du plan général de coordination en matière de sécurité et de protection de la santé (P.G.C.S.P.S.), articles L. 4531-1, L. 4531-2, L. 4532-18, L. 4534-1 et décrets non codifiés ;
- De respecter les obligations issues de la 4ème partie du code du travail, notamment les grands décrets techniques (7 mars 2008, etc.) ;
- De viser le R.J.C. et répondre aux observations ou notifications du coordonnateur, articles R. 4532-38 à R. 4532-41.

L'entrepreneur devra la fourniture de ses plans d'exécution aux entreprises des autres corps d'état qui lui en feront la demande.

En particulier l'entrepreneur devra au cours de la période de préparation, remettre à l'entrepreneur de Gros Œuvre le plan d'implantation des ouvrages métalliques avec toutes les indications nécessaires sur les appuis ou scellements, charges, pression d'appui, niveau d'appuis, cotes d'arase des maçonneries ou béton, formes et dimensions des trous de scellements à réserver, etc.

#### 4.1.1.3.1 Sécurité des personnes contre les chutes

L'offre de l'entrepreneur comprendra toutes les dispositions à prendre et ouvrages à réaliser pour assurer dans tous les cas la protection contre les chutes de son personnel ainsi que ceux amené à travailler ou à circuler sur la toiture, conformément à l'annexe II du DTU 43.14 et du décret n° 65-48 du 8 janvier 1965.

Toutes les mesures de sécurité devront être prises pendant les travaux pour assurer la sécurité des résidents, du public et du personnel. - Pour tous travaux à risque non spécifiés dans le PGC, l'entrepreneur est tenu d'informer le coordonnateur CSPS et le



Maître d'Oeuvre par écrit, avant son intervention, afin de faire approuver les dispositifs de sécurité et la méthodologie de travail devant être mis en place. En cas de non-respect de cette démarche et incident lié à ces travaux, l'entrepreneur sera seul responsable

#### **4.1.1.4 GESTION DES DECHETS**

##### **4.1.1.4.1 Limitation des volumes et quantités de déchets**

###### **La production de déchets à la source peut être réduite :**

- Par le choix de systèmes constructifs (composants préfabriqués, calepinage...) générateurs de moins de déchets ;
- En préférant la production de béton hors du site, en privilégiant la préfabrication en usine des aciers.
- Tous les gravats de béton peuvent être ainsi réduits par une bonne préparation du chantier, des plans de réservation et des réunions de synthèse qui évitent les repiquages au marteau-piqueur après coup ;
- Tous les déchets de polystyrène doivent être supprimés par la réalisation des boîtes de réservation en d'autres matières ;
- Toutes les chutes de bois sont limitées par la généralisation de coffrages dits métalliques et par le retour aux fournisseurs des palettes de livraison ;
- Tous les emballages devront être contrôlés dès la passation des marchés avec les fournisseurs ;
- Toutes les pertes et les chutes sont ainsi réduites par une optimisation des modes de conditionnement.

##### **4.1.1.4.2 Tri et déchets à la charge de chaque entreprise**

Chaque entreprise est personnellement responsable du tri et du traitement des déchets de chantier générés par son activité, et ceci conformément à la réglementation en vigueur, notamment le décret emballages de 1994 et la loi du 13 juillet 1992 applicable au 1er juillet 2002. - Chaque entreprise remettra au représentant de la maîtrise d'ouvrage, sous le contrôle de la maîtrise d'œuvre un bordereau de suivi des déchets évacués dûment renseigné.

### **4.1.2 QUALITÉ DES MATÉRIAUX**

#### **Provenance, qualité et préparation des matériaux :**

- Les matériaux utilisés seront de première qualité à l'exclusion de tout matériau déclassé ou de récupération.

#### **4.1.2.1 QUALITÉ DES MÉTAUX FERREUX**

##### **4.1.2.1.1 Qualité des matières**

Tous les types d'aciers employés devront être conformes aux normes en vigueur ou, à défaut, aux prescriptions fixées par les documents particuliers du marché. Il est précisé à l'entrepreneur que la limite apparente d'élasticité à 0,2% sera la caractéristique mécanique essentielle des aciers de construction dont dépendra en premier lieu la sécurité et que c'est par rapport à elle que les contraintes admissibles devront être fixées. Toutefois, les présentes dispositions ne s'appliqueront qu'aux aciers dont l'allongement de rupture serait au moins égal à 18 %.

###### **4.1.2.1.1.1 Différents types d'aciers**

###### **Acier de construction dit à usage général :**

- L'acier qui sera utilisé pour les tubes, les laminés marchands, tôles et plats laminés à chaud, devront être conformes aux dispositions de la norme NF A 35.501. Cet acier ne devra pas présenter de traces de piquage ou de rouille plus importante que celles de la qualité "C" de la norme suédoise SIS 055900 éditée par l'AFNOR.

###### **Acier pour pièces dites moulées :**

- Cet acier devra avoir les caractéristiques de résistance mécanique de qualité 30 M6-M précisées dans la norme NF A 32.054 et il sera le seul accepté pour les ouvrages. Ce type d'acier aura un faible contenu en soufre et oxygène, il sera également inerte et normalisé. Toutes les pièces moulées auront une tolérance dimensionnelle qui sera conforme à la catégorie "A" de la norme A 32.012. Il est précisé à l'entrepreneur que les défauts de surface ou autres qui ne pourront être corrigés par meulage pourront être alors réparés par un procédé de soudage qui aura reçu l'approbation, au préalable, de la maîtrise d'œuvre.

###### **Acier inoxydable :**

- L'alliage sera du type Z6.CND.17.12 (316) qui a été défini par la norme NF A 35.573. Il sera du type 304 pour les inox courants et type 316L (2% de molybdène) pour les inox en milieu agressif.
- Boulons HR. Les boulons HR, écrous, rondelles seront conformes à la norme NF P 22.430 et seront de qualité 8.8. Il est à noter que pour toutes les surfaces en contact devront avoir un coefficient de frottement de 0,45.

###### **4.1.2.1.1.2 Provenance des matériaux**



### Provenance, qualité et préparation des matériaux :

- Les matériaux utilisés seront de première qualité à l'exclusion de tout matériau déclassé ou de récupération.

### Matériaux acier :

- Les pièces d'acier pour ancrage et renforcement devront être prévues soit en acier inoxydable, soit en acier galvanisé. Les parties devant être soudées lors de la pose devront être recouvertes de pâte au zinc.

### Aciers laminés :

- Acier de base qualité E 24-2, soudable, selon NF A 35-501 et 36-201. Tolérances dimensionnelles acceptables selon norme NF A 45-210.

### Profils creux :

- Les tubes seront de nuance E 24-2 selon normes NF A 49-501 et 49-541.

### Boulons H.R. :

- Utilisation exclusive de boulons marqués selon les recommandations du CTICM. La boulonnerie à serrage contrôlé sera conforme aux spécifications des normes pour :
  - \* Acier pour vis, écrous, rondelles : NF A 35-553, 556, 45-075 ;
  - \* Boulons à serrage contrôlé : NF E 27-701, 702, 711.
- Seuls les boulons provenant de fournisseurs titulaires d'un droit d'usage relatif à la marque "NF - boulons à serrage contrôlé pour production métallique" et revêtus de la marque correspondante seront acceptés.

### Boulons ordinaires :

- Les boulons de qualité 5-8 et 6-8 pourront être utilisés.

#### 4.1.2.1.1.3 Nuances et qualités des matériaux

### MATERIAUX (NUANCES ET QUALITES) :

Tous tubes, profilés, laminés, marchands, tôles, plats et ronds sont laminés à chaud conformément aux dispositions de la norme NF EN 10025.

Les nuances et qualités sont conforme à la norme NF EN 10025 .

Sauf dispositions spéciales sur les plans ou dans le présent document, les nuances et qualités des aciers sont en général :

Acier utilisé à l'extérieur

Acier utilisé à l'intérieur

- Poutres et poteaux non soudés
  - \* Fe 510 D
  - \* (S 355 J2G1)
  - \* Fe 510 C
  - \* (S 355 JO)
- Poutres treillis et P.R.S. soudés
  - \* Fe 510 D
  - \* (S 355 K2G1)
  - \* Fe 510 D
  - \* (S 355 J2G1)
- Plaques d'assemblages
  - \* Fe 510 C (S 355 JO)
  - \* ép. < 52 mm
  - \* Fe 510 D
  - \* (S 355 J2G1)
  - \* ép. < 150 mm
  - \* Fe 510 B
  - \* (S 355 JR)
  - \* ép. < 40 mm
  - \* Fe 510 C
  - \* (S 355 JO)
  - \* ép. < 106 mm

Pièces moulées  
Voir spécifications

Les dimensions, caractéristiques et tolérances dimensionnelles des tubes, laminés marchands et plats doivent être conformes aux normes françaises en vigueur.

L'acier utilisé ne doit pas présenter de trace de piquage ou de rouille plus importantes que celles de la qualité "C" de la norme internationale ISO 8501.1.

Pour les tôles nécessitant une bonne ductilité dans l'épaisseur du matériau la qualité d'acier Fe510DD est employée. Ces éléments sont également conformes à la qualité Z25 de la norme NF A 36202.

L'acier utilisé ne doit pas présenter de traces de piquage ou de rouille plus importantes que celles de la qualité "C" de la norme suédoise S15055900, éditée par l'AFNOR.

L'acier utilisé doit être de classe minimale 1 ou 2 suivant la norme NFA 35.503 (Aciers pour galvanisation par immersion à chaud).

#### 4.1.2.1.1.4 Boulonnerie en acier inoxydable

La boulonnerie devra être conforme aux normes ASTM A 193.83 et A 194.83.

Les boulons, axes et écrous sont livrés normalisés et trempés. Les rondelles et accessoires ont la même nuance et la même finition que leurs boulons.

#### 4.1.2.1.1.5 Boulonnerie non précontrainte

La boulonnerie est conforme notamment aux Normes NF E 27 005 et NF P 22 430, complétées par les recommandations du CTCIM.

La boulonnerie est de qualité 8.8 au minimum.

#### 4.1.2.1.1.6 Boulonnerie à serrage contrôle

La boulonnerie est conforme aux Normes NF E 27 701, NF E 27 702, NF E 27 703, NF E 27 711, qualité équivalente 8,8 au minimum, label NF.

#### 4.1.2.1.2 Qualité des aciers assemblés

Il est fait référence au DTU 32.1 P22-201.

#### 4.1.2.1.2.1 Matériaux acier

Les pièces d'acier pour ancrage et renforcement devront être prévues soit en acier inoxydable, soit en acier galvanisé. Les parties devant être soudées lors de la pose devront être recouvertes de pâte au zinc.

#### 4.1.2.1.2.2 Acier laminé (rivets et boulons)

Sauf mention spéciale sur les plans et notes de calculs, l'acier laminé sera réputé appartenir aux types suivant :

- Les cornières de largeur d'aile au moins égales à 70 mm ;
- Tous les profilés de hauteur au moins égale à 80 mm ;
- Les larges-plats : acier doux dit "Adx charpente 35/46" de charge unitaire de rupture comprise entre 34,5 et 45,1 daN/mm<sup>2</sup> (35 et 46 kg/mm<sup>2</sup>) ;
- Acier de base qualité E 24-2, soudable, selon NF A 35-501 et 36-201. Tolérances dimensionnelles acceptables selon norme NF A 45-210 ;
- Il est à noter que pour tous les profilés de dimensions inférieures à celles précisées ci-dessus et pour tous autres produits que ceux définis précédemment, y compris les tôles fortes et moyennes : acier doux dit "ADx 33/50" de charge unitaire de rupture comprise entre 32,4 et 49 daN/mm<sup>2</sup> (33 et 50 kg/mm<sup>2</sup>). La livraison des aciers "ADx charpente" et "ADx" sont actuellement livrés sans garantie de limite d'élasticité. A défaut d'essais de contrôle on admettra pour la limite d'élasticité de ces aciers les valeurs définies aux Règles CM. Au cas d'essais de contrôle sur poutrelles, les éprouvettes seront prélevées dans les ailes.

L'entrepreneur pourra utiliser d'autres aciers laminés pourvu que leur allongement de rupture soit au moins égal à 18 %. Et en ce qui concerne leurs caractéristiques mécaniques, notamment la limite dite apparente d'élasticité, celle de la charge unitaire de rupture, seront définies par les Normes en vigueur ou, à défaut, des documents particuliers du marché.

#### 4.1.2.1.2.3 Acier pour boulons

##### La composition de l'acier pour les boulons du type ordinaire :

- Ceux-ci seront destinés à l'assemblage de constructions en acier "ADx charpente" ou "ADx" sera de l'acier doux ayant une charge unitaire de rupture comprise entre 32,4 et 49 daN/mm<sup>2</sup> (33 et 50 kg/mm<sup>2</sup>). Cet acier pour boulons dits ordinaires et destinés à l'assemblage de constructions en acier visés du DTU 32.1 P22-201, devra être de la nuance



correspondant à celle de l'acier à assembler selon les prescriptions des normes en vigueur, ou à défaut, des DPM.

**Emploi de boulons à haute résistance à serrage contrôlé :**

- Pour ce qui concerne les aciers prévus pour des boulons à haute résistance, à serrage contrôlé et destinés aux constructions en comportant l'emploi, ils devront présenter les caractéristiques fixées par les normes en vigueur, ou à défaut des DPM ;
- Pour toutes constructions comportant l'emploi de boulons à haute résistance à serrage contrôlé, il sera fait application des prescriptions spéciales que devra comporter le marché concernant la mise en œuvre de ce type de boulons ;
- Les faces des pièces à assembler par boulons à serrage contrôlé devront être parfaitement planes et propres. Le marché devra préciser le mode de traitement des surfaces au contact dans les assemblages ;
- Utilisation exclusive de boulons marqués selon les recommandations du CTICM. La boulonnerie à serrage contrôlé sera conforme aux spécifications des normes pour :
  - \* Acier pour vis, écrous, rondelles : NF A 35-553, 556, 45-075 ;
  - \* Boulons à serrage contrôlé : NF E 27-701, 702, 711.
- Seuls les boulons provenant de fournisseurs titulaires d'un droit d'usage relatif à la marque 'NF - boulons à serrage contrôlé pour production métallique' et revêtus de la marque correspondante seront acceptés.

**4.1.2.1.2.4 Acier à rivets**

La composition de l'acier à rivets destinés à l'assemblage de constructions en acier "ADx charpente" ou "ADx" sera de l'acier doux ayant une charge unitaire de rupture comprise entre 32,4 et 49,1 daN/mm<sup>2</sup> (33 et 48 kg/mm<sup>2</sup>). L'acier pour les rivets destinés à l'assemblage de constructions en acier visés à l'article 2.1.2 du DTU 32.1 P22-201, celui-ci devra être de la nuance correspondant à celle de l'acier à assembler selon les prescriptions des normes en vigueur, ou à défaut, des DPM.

**4.1.2.1.2.5 Profils creux**

Les tubes seront de nuance E 24-2 selon normes NF A 49-501 et 49-541.

**4.1.2.1.3 Qualité des aciers soudés**

Essais sur acier doux laminé destiné à la construction soudée. L'aptitude au soudage des profilés et des tôles en "ADx charpente" ou en "ADx" mis éventuellement en œuvre dans une construction soudée sera appréciée par l'essai de ductilité défini ci-après.

**4.1.2.1.3.1 Observations générales**

Le métal laminé dont la mise en œuvre comporte des opérations dites de soudage devra être de qualité "soudable" répondant aux spécifications des Normes en vigueur, ou à défaut, à celles des documents particuliers du marché.

**4.1.2.1.3.2 Essai de ductilité**

Il sera procédé aux essais de ductilité sur deux éprouvettes constituées par des plaquettes prélevées dans les profilés ou tôles à utiliser. Ces plaquettes seront alors assemblées deux à deux par un cordon de soudure exécuté :

- Pour l'une des éprouvettes parallèlement au sens du laminage ;
- Pour l'autre perpendiculairement au sens du laminage.

Toutefois, pour l'emploi de tôles de plus de 20 mm d'épaisseur, on effectuera l'essai sur une seule éprouvette, sans tenir compte du sens du laminage dont l'effet sera alors négligeable.

**4.1.2.1.3.3 Préparation des éprouvettes**

Pour tous les profilés ou tôles qui devront être utilisés il sera procédé à la découpe de 4 plaquettes de forme dite rectangulaire ayant au moins une longueur de 10 e dans le sens du laminage et une longueur de 7e dans le sens perpendiculaire, en sachant que le "e" étant l'épaisseur du profilé ou de la tôle à essayer. Il sera fait l'utilisation de ces 4 plaquettes qui serviront à confectionner deux éprouvettes, l'une par soudure le long des grands côtés des plaquettes (cordon de soudure parallèle au sens du laminage), l'autre par soudure le long des petits côtés des plaquettes (le cordon de soudure sera perpendiculaire au sens du laminage).

Il sera précédé à la soudure sur chanfrein avec reprise à l'envers s'il y a lieu. Puis elle sera meulée afin de supprimer les surépaisseurs.

Il est précisé que :

- La largeur des éprouvettes sera ensuite ramenée mécaniquement à 6 e ou à 10 mm maximum. De plus La région de joint et des abords sera blanchie à la lime, sur les faces et sur les chants ;
- Les arêtes seront arrondies. Sur une des faces des éprouvettes dans la région du joint on repérera au pointeau à



différents niveaux des points distants de 10 mm, cette distance étant fixée à 1/10 mm près.

#### 4.1.2.1.3.4 Épreuves de pliage

- Les éprouvettes seront pliées à froid, à la presse, soit au marteau sur V avec dégorgeoir, de manière à provoquer l'extension de la face portant des repères. Ce pliage sera alors poussé jusqu'à apparition des premières fissures et arrêté lorsqu'une d'entre elles atteindra une longueur égale à l'épaisseur  $e$  ;
- Lors de cette opération la distance entre repères situés de part et d'autre de la fissure qui sera mesurée à l'aide d'un réglet souple ne devra sur aucune éprouvette être  $< 11,5$  mm, en tenant compte que la largeur de la fissure a été déduite ;
- Si aucune fissure ne se produit, on devra constater qu'au moins une distance entre repères aura été portée à 11,5 mm au minimum.

#### 4.1.2.1.3.5 Soudage

##### Le soudage des pièces se fera :

- Suivant chapitre 7 de la norme NF EN 1090-2 le soudage doit être réalisé conformément aux prescriptions de la partie applicable de l'EN ISO 3834 ou de l'EN ISO 14554, selon le cas.
- Selon la classe d'exécution, les parties suivantes de l'EN ISO 3834 s'appliquent :
  - \* EXC1 : partie 4 - Exigences de qualité élémentaire ;
  - \* EXC2 : partie 3 - Exigences de qualité normale ;
  - \* EXC3 et EXC4 : partie 2 - Exigences de qualité complète.
- Utilisation d'électrodes définies selon la norme NF A 81-309 ; qualité et composition chimique. Pour la réalisation des éléments en profil reconstitué, le Maître d'Œuvre pourra exiger la communication des procédés de soudure et des agréments des soudeurs.
- Les contrôles avant, pendant et après soudage seront conformes au chapitre 12.4 de la norme NF EN 1090-2. Toutes les soudures doivent être contrôlées visuellement sur la totalité de leur longueur. Lorsque des défauts superficiels sont détectés, un contrôle par ressuage ou magnétoscopie doit être effectué sur la soudure contrôlée.

#### 4.1.2.1.3.6 Électrodes

Toutes les électrodes qui seront utilisées pour la soudure à l'arc électrique seront conformes aux normes en vigueur et notamment Suivant chapitre 7 de la norme NF EN 1090-2 le soudage doit être réalisé conformément aux prescriptions de la partie applicable de l'EN ISO 3834 ou de l'EN ISO 14554, selon le cas.

- Selon la classe d'exécution, les parties suivantes de l'EN ISO 3834 s'appliquent :
  - \* EXC1 : partie 4 - Exigences de qualité élémentaire ;
  - \* EXC2 : partie 3 - Exigences de qualité normale ;
  - \* EXC3 et EXC4 : partie 2 - Exigences de qualité complète.
- Utilisation d'électrodes définies selon la norme NF A 81-309 ; qualité et composition chimique. Pour la réalisation des éléments en profil reconstitué, le Maître d'Œuvre pourra exiger la communication des procédés de soudure et des agréments des soudeurs.

Les contrôles avant, pendant et après soudage seront conformes au chapitre 12.4 de la norme NF EN 1090-2. Toutes les soudures doivent être contrôlées visuellement sur la totalité de leur longueur. Lorsque des défauts superficiels sont détectés, un contrôle par ressuage ou magnétoscopie doit être effectué sur la soudure contrôlée.

- Pour souder l'acier "ADx charpente" ou "ADx" le métal qui sera ainsi déposé devra avoir les caractéristiques minimales suivantes :
  - \* Limite apparente d'élasticité :  $23,5 \text{ daN/mm}^2$  ( $24 \text{ kg m/m}^2$ ) ;
  - \* Charge unitaire de rupture :  $41,2 \text{ daN/mm}^2$  ( $42 \text{ kg m/m}^2$ ) ;
  - \* Allongement : 20 %.

Pour toutes les autres nuances d'acier, le métal ainsi déposé aura au moins les caractéristiques du métal de base.

### **4.1.2.2 QUALITÉ DES MÉTAUX ET ALLIAGES NON FERREUX**

#### **4.1.2.2.1 Aluminiums et alliages prélaqués**

D'une façon générale le prélaquage consiste à réaliser, sur une bobine de métal, un revêtement organique, fortement lié à la surface du métal. Ce revêtement est ainsi obtenu en déposant sur la surface de la bande, préalablement traitée, un produit du type organique sous forme liquide, couramment appelé "la peinture". La bande ainsi enduite passera dans une enceinte chauffée qui aura pour effet de provoquer la polymérisation de la peinture, en même temps que l'évaporation des solvants et diluants.

Toutes ces opérations s'enchaîneront l'une à l'autre en continu. Les bobines ainsi préparées seront lisses et aptes à subir les mises en

forme diverses : gravures, pliage, refendage, etc. Il est fait le rappel que le terme de prélaquage a pour effet la mise en place des opérations de mise en forme qui sont postérieures à l'opération dite de laquage.

Dans le présent chapitre, celui-ci a pour objet de définir les caractéristiques mécaniques et les valeurs de pliage à 180° des produits prélaqués en continu et qui sont livrés en tôles ou en bandes. Il concerne notamment les produits dits d'usage courant et d'épaisseur comprise, selon les types d'alliages et les états métallurgiques entre 0,40 et 2,00 mm. Il est fait le rappel également que lors de l'application sur des produits d'épaisseur comprise entre 0,20 et 0,40 mm exclu ou d'épaisseur supérieure à 2,00 mm, les caractéristiques devront alors faire l'objet de conventions dites particulières entre client et fournisseur lors de la commande.

#### 4.1.2.2.1.1 Références normatives

- NF A 01-010 : Aluminium et alliages d'aluminium - Cuivre et alliages de cuivre - Échantillons spécimens et éprouvettes pour essais ;
- NF A 01-101 : Aluminium et alliages d'aluminium - Conditions générales de contrôle et de livraison ;
- NF A 02-006 : Aluminium et alliages d'aluminium - Désignation conventionnelle des états de livraison ;
- NF A 03-251 : Aluminium et alliages d'aluminium - Cuivre et alliages de cuivre - Essai de traction ;
- NF A 03-260 : Aluminium et alliages d'aluminium - Cuivre et alliages de cuivre - Essai de pliage simple ;
- NF A 50-451 : Aluminium et alliages d'aluminium - Produits laminés d'usage courant - Caractéristiques ;
- NF A 50-751 : Aluminium et alliages d'aluminium - Tôles - Tolérances sur dimensions ;
- NF A 50-761 : Aluminium et alliages d'aluminium - Bandes roulées - Tolérances sur dimensions ;
- NF T 30-040 : Peintures - Essai de pliage sur mandrin cylindrique des feuillets de peintures, vernis et préparations assimilées sur support métallique ;
- NF T 30-064 : Peintures - Mesurage de la réflexion spéculaire des feuillets de peinture non métallisée à 20°, 60° et 85° ;
- NF T 30-078 : Peintures et vernis - Essai de pliage sur mandrin conique des feuillets de peintures, vernis et préparations assimilées sur support métallique.

#### 4.1.2.2.1.2 Familles d'aluminium et alliages d'aluminium

- L'emploi d'aluminiums et alliages d'aluminium utilisés pour la fabrication des produits appartiendront aux familles suivantes :
  - \* Famille A : Aluminium 1050A - 1200 ;
  - \* Famille B : Aluminium-manganèse 3003 - 3004 - 3005 - 3105 ;
  - \* Famille C : Aluminium-magnésium 5005 - 5050 - 5052 - 5754.

#### **Tôles :**

Produits laminés plats de section transversale rectangulaire à épaisseur constante supérieure à 0,20 mm livrés en longueur droite avec des rives cisailées ou sciées.

#### **Bandes :**

Produits laminés plats de section transversale rectangulaire à épaisseur constante supérieure à 0,20 mm livrés enroulés.

#### 4.1.2.2.1.3 Spécifications

Il est fait ci-après le rappel à l'entrepreneur des spécifications à prendre en compte pour le choix des métaux non ferreux :

- La composition chimique des aluminiums et des alliages d'aluminium pour produits prélaqués sera identique à celle pour produits nus, et figure dans la norme NF A 50-451 ;
- Les caractéristiques mécaniques garanties des produits prélaqués seront précisées dans la norme ;
- L'aptitude au pliage sera alors mesurée par un essai qui consistera à plier à 180° l'échantillon laqué et à déterminer le rayon de pliage intérieur minimal qui ne provoquera pas l'apparition de fissures dans le revêtement. Le critère d'acceptation sera le suivant : le métal-support ne devra pas être visible, au grossissement 10 X, dans la zone déformée. Ce rayon intérieur sera en fonction de l'alliage, de l'état métallurgique et de l'épaisseur "T" du produit. Il est précisé que dans le cas d'épaisseurs supérieures à 1,6 mm celle-ci devra faire l'objet de spécifications dites particulières et convenues entre les parties (fournisseur et le client).
- Les dimensions et tolérances sont précisées dans les normes suivantes, relatives aux produits laminés :
  - \* NF A 50-751 pour les tôles ;
  - \* NF A 50-761 pour les bandes.
- Tous les produits devront présenter une face laquée, la deuxième face pouvant être nue, vernie ou dans certains cas laquée, suivant les spécifications prévues à la commande. Les caractéristiques du ou des revêtements, telles que qualité, teinte, épaisseur, dureté superficielle, adhérence, régularité de teinte, devront être précisées à la commande. La surface laquée devra présenter un aspect exempt de cordage, rayures, empreintes de matières étrangères, lignes de dépolissage et manques de peinture.



#### 4.1.2.2.2 Qualités des alliages

Tous les alliages d'aluminium et produits utilisés devront être conformes aux normes en vigueur ou, à défaut, aux prescriptions fixées par les documents particuliers du marché. Les éléments en acier, éventuellement employés dans une charpente en alliage d'aluminium, devront répondre aux prescriptions du DTU 32-1 concernant les travaux de construction métallique pour le bâtiment charpente en acier.

##### 4.1.2.2.2.1 Références normatives

- NF A 01-101 : Conditions générales de contrôle et de livraison ;
- NF A 02-002 : Désignation conventionnelle des modes d'obtention et d'états de livraison de métaux et alliages non ferreux ;
- NF A 02-004 : Produits métallurgiques. Désignation conventionnelle des métaux et alliages non ferreux ;
- NF A 02-006 : Alliages d'aluminium. Désignation conventionnelle des états de livraison ;
- NF A 02-104 : Désignation numérique des aluminiums et alliages de transformation ;
- NF A 50-411 : Aluminium et alliages d'aluminium. Produits filés et filés étirés d'usage courant. Caractéristiques ;
- NF A 50-451 : Aluminium et alliages d'aluminium. Produits laminés d'usage courant. Caractéristiques ;
- NF A 57-702 : Produits de fonderie. Pièces coulées par gravité en aluminium ou en alliages d'aluminium.

##### 4.1.2.2.2.2 Dimensions des produits laminés

- NF A 50-751 : Aluminium et alliages d'aluminium. Tôles. Tolérances sur dimensions ;
- NF A 50-761 : Aluminium et alliages d'aluminium. Bandes roulées. Tolérances sur dimensions.
- Profils - Tolérances sur dimensions et dimensions recommandées :
  - \* NF A 50-702 : Barres de section circulaire filées ;
  - \* NF A 50-731 : Barres de section circulaire étirées ;
  - \* NF A 50-703 : Barres de section carrée filées ;
  - \* NF A 50-732 : Barres de section carrée étirées ;
  - \* NF A 50-704 : Barres de section hexagonale filées ;
  - \* NF A 50-733 : Barres de section hexagonale étirées ;
  - \* NF A 50-705 : Méplats filés ;
  - \* NF A 50-734 : Méplats étirés ;
  - \* NF A 50-706 : Profils de section simple filés, en forme L ;
  - \* NF A 50-707 : Profils de section simple filés, en forme I ;
  - \* NF A 50-708 : Profils de section simple filés, en forme T ;
  - \* NF A 50-709 : Profils de section simple filés, en forme U ;
  - \* NF A 50-736 : Fils tréfilés livrés en couronne ;
  - \* NF A 50-711 : Tubes de section circulaire filés, livrés en longueur droite ;
  - \* NF A 50-737 : Tubes de section circulaire étirés, livrés en longueurs droites ou en couronnes.
- Éléments d'assemblages :
  - \* NF E 27-151 : Rivets à tête cylindrique plate ;
  - \* NF E 27-152 : Rivets à tête goutte de suif ;
  - \* NF E 27-153 : Rivets à tête ronde ;
  - \* NF E 27-154 : Rivets à tête fraisée ;
  - \* NF E 27-155 : Tolérance des rivés.
- Visserie, boulonnerie. Toutes les normes de visserie seront applicables, sauf dérogation (cf. "Perçage et alésage").

##### 4.1.2.2.2.3 Désignations courantes et commerciales

- ALUDUR D202 : EN AW-2011 ;
- ALUDUR D405 : EN AW-6012 ;
- ALUDUR D505 : EN AW-2007 ;
- ALUMAN 100 : EN AW-3003 ;
- ALU PUR : EN AW-1050A ;
- ANTICORODAL 082 : EN AW-6061 ;
- ANTICORODAL 100, ANTICORODAL 112 : EN AW-6082 ;
- ANTICORODAL Pb109 : EN AW-6012 ;
- AVIONAL 102 : EN AW-2017A ;
- AVIONAL 662 : EN AW-2014A ;
- AVIONAL Pb118 : EN AW-2007 ;





- CERTAL : EN AW-7022 ;
- DECOLTAL 500 : EN AW-2011 ;
- EXTRUDAL 043 : EN AW-6060 ;
- PERALUMAN 100, PERALUMAN 101 : EN AW-5005 ;
- PERALUMAN 253 : EN AW-5052 ;
- PERALUMAN 300, PERALUMAN 301 : EN AW-5754 ;
- PERALUMAN 412 : EN AW-5086 ;
- PERALUMAN 460, PERALUMAN 462 : EN AW-5083 ;
- PERUNAL 205 : EN AW-7022 ;
- PERUNAL 215 : EN AW-7075 ;
- UNIDUR 102 : EN AW-7020 ;

#### 4.1.2.2.3 Anodisation et métallisation

##### 4.1.2.2.3.1 Anodisation, métallisation

Il est fait le rappel suivant que :

- L'anodisation devra être conforme à la norme NF A 91-450 ;
- La métallisation devra être effectuée conformément à la norme NF A 91-201. Toutefois, elle ne sera faite qu'avec de l'aluminium de zinc.

#### 4.1.2.2.4 Protection des aluminiums rives à froid ou boulonnées

Les surfaces en contact devront être protégées comme suit, suivant l'atmosphère et la durabilité des alliages. D'une façon générale, les surfaces devront être appliquées l'une contre l'autre lorsque la peinture ne sera pas encore sèche, si elle est sèche, un compound devra être appliqué au montage.

##### 4.1.2.2.4.1 Protection des assemblages alu/alu

En fonction de leur situation d'utilisation, l'entrepreneur devra procéder à la protection des assemblages et tenant compte des caractéristiques ci-après :

- En atmosphère sèche : il n'y a pas de protection à prévoir ;
- En atmosphère rurale ou urbaine courante : si au moins une des surfaces était un alliage de durabilité C, les surfaces devront être nettoyées, décapées et recouvertes d'une couche primaire ;
- En atmosphère corrosive ou marine : quelle que sera la durabilité des alliages, même protection que celle qui précède ;
- En atmosphère particulièrement corrosive : pour les alliages de durabilité A, même protection que ci-dessus ; pour les alliages de durabilité B et C, la protection des surfaces contre l'humidité sera assurée par un compound de jonction neutre pour l'aluminium, tel que le compound au chromate de baryum ou à la poudre d'aluminium.

D'une façon générale, les surfaces devront être appliquées l'une contre l'autre lorsque la peinture ne sera pas encore sèche, si elle est sèche, un compound devra être appliqué au montage.

#### 4.1.2.2.5 Protection des aluminiums, avec des pièces d'autre métal rivées à froid ou boulonnées

En atmosphère particulièrement corrosive ces contacts directs seront interdits. En atmosphère sèche et non corrosive, aucune protection ne sera à prévoir. Les mesures de protection suivantes devront être adoptées dans les autres cas.

##### 4.1.2.2.5.1 Protection des assemblages alu/autres métaux

Avant la réalisation d'assemblage de matériaux de nature différente, l'entrepreneur devra vérifier la bonne compatibilité de métaux lors d'assemblages de différentes natures à savoir :

- Assemblages aluminium/zinc, acier galvanisé. Les surfaces devront être traitées suivant les prescriptions concernant la protection des assemblages des pièces d'aluminium rivées à froid ou boulonnées, décrites ci-dessus ;
- Assemblages aluminium/acier/fonte. En atmosphère corrosive, l'acier et la fonte devront être métallisés ou galvanisés et les surfaces en contact devront recevoir chacune une couche primaire et être assemblées lorsque ce primaire ne sera pas encore entièrement sec. En atmosphère rurale ou urbaine courante, une couche primaire devra être appliquée sur chaque surface, l'assemblage étant fait lorsque cette peinture ne sera pas encore sèche ;
- Assemblages aluminium/cuivre, alliages de cuivre, plomb. En atmosphère corrosive, un isolement efficace devra être obtenu en interposant un élément isolant et non absorbant qui devra dépasser les bords des surfaces en contact. Des rondelles et des canons devront être employés pour éviter les contacts entre les boulons ou autres fixations et les pièces ;
- En atmosphère rurale ou urbaine courante, les surfaces en contact devront être nettoyées et décapées et 2 couches





primaires devront être appliquées sur chacune des surfaces et le joint devra, être assemblé lorsque la dernière couche ne sera pas encore sèche.

#### **4.1.2.2.6 Protection des assemblages rives à chaud**

##### **4.1.2.2.6.1 Assemblages rivés à chaud**

Il est fait le rappel que l'entrepreneur devra exécuter une protection de tous les assemblages rivés à chaud et notamment ceux :

##### **Surfaces intérieures :**

Toutes les surfaces intérieures des joints exécutés avec des rivets posés à chaud devront être propres mais non peintes. Il est précisé qu'en présence d'une atmosphère dite corrosive, toutes les pièces en acier ou en fonte devront subir un traitement de métallisation suivant les prescriptions propres ce processus. Une observation est à respecter pour les assemblages aluminium/cuivre ou alliages de cuivre dans ce cas l'utilisation des rivets posés à chaud sera interdite.

##### **Surfaces extérieures :**

Toutes les surfaces extérieures situées en atmosphère sèche et non corrosive, aucune protection ne sera à exécuter des rivets posés à chaud devront être propres mais non peintes. Mais il est précisé qu'en présence d'une atmosphère dite corrosive et en atmosphère rurale ou urbaine courante, chaque tête du rivet en acier et l'alliage d'aluminium environnant et quel que soit sa durabilité A, B ou C, devra être métallisé en suivant les prescriptions citées à la métallisation. Toutefois, ladite métallisation pourra être substituée par une autre protection à savoir :

- Peinture éprouvée au néoprène ;
- Peinture au caoutchouc chloré ;
- Peinture à haute teneur en zinc ;
- Peinture glycérophthalique ou vinylique.

##### **4.1.2.2.6.2 Assemblages soudés**

Il est fait le rappel que l'entrepreneur devra exécuter une préparation appropriée pour tous les assemblages destinés à être soudés :

- Toutes les surfaces destinées à être assemblées par soudage devront être préparées selon les dispositions de la préparation des pièces. Il est fait le rappel que lors d'un soudage par point, il est nécessaire d'obtenir une bonne résistance de contact et pour satisfaire à cette demande, une protection convenable l'emploi certains vernis fraîchement appliqués avant soudage permettront de respecter cette observation ;
- Tous les joints soudés entre élément dits de durabilité A et B, qui seront utilisés dans une atmosphère particulièrement corrosive (excepté ceux où l'atmosphère sera sèche et non corrosive) devront être protégés de l'entrée de l'humidité par le cordon de soudure ou par un mastic convenablement posé avant peinture ;
- En ce qui concerne les cordons de soudure des alliages de durabilité B2 et de leur environnement, ils devront être protégés sur 5 cm minimal de part et d'autre de la soudure, sauf dans le cas d'une l'atmosphère sèche et non dite corrosive.

#### **4.1.2.2.7 Contacts entre l'aluminium et d'autres matériaux**

##### **4.1.2.2.7.1 Définitions**

Il est fait le rappel à l'entrepreneur des définitions ci-dessous :

- Notamment pour toutes les surfaces des pièces en alliages dits d'aluminium et qui seront en contact direct avec les bétons et autres matériaux tels que ; mortiers, briques et terres cuites, les plâtres, celles-ci devront être impérativement protégées dans toutes les zones où il pourra y avoir de l'humidité ou une atmosphère dite corrosive.
- L'entrepreneur devra respecter les prescriptions suivantes :
  - \* Lors de l'utilisation d'alliage de durabilité du type A et B, la surface de l'alliage devra être impérativement protégée par deux couches de peinture à base d'aluminium ou de peinture bitumineuse, ou de peinture époxy au brai ;
  - \* Lors de l'utilisation d'alliages de durabilité du type C, la surface de l'alliage devra être protégée par une application de bitume chaud ou par deux couches de peinture bitumineuse, ou de peinture époxy au brai.
- En présence d'une surface bois et en contact direct avec l'aluminium, celles-ci devront avoir reçues préalablement un traitement avec deux couches d'une peinture dite bitumineuse ou époxy au brai.

##### **4.1.2.2.7.2 Contact aluminium/matériaux et sols**

- L'entrepreneur devra assurer une protection efficace sur toutes les surfaces de chaque ouvrage et éléments de cet ouvrage en alliage d'aluminium qui seront en contact direct avec le sol. Pour cela, il devra réaliser le nettoyage, puis un décapage avant l'application d'une peinture par une couche de bitume appliquée à chaud, soit par 2 couches de peinture bitumineuse ou de peinture époxy au brai.



#### 4.1.2.2.7.3 Cas spéciaux

- Il est précisé à l'entrepreneur que le présent document n'a pour but que de préciser les conditions qui seront à respecter en matière de fourniture, d'usinage, et de la mise en œuvre de tous les éléments dits métalliques composant l'ouvrage, ainsi que la consolidation ou la réparation des charpentes à ossature métalliques et notamment :
  - \* Pour tous les immeubles à usage dit d'habitation, des bureaux, ainsi que pour tous les locaux dits commerciaux ou dits scolaires ;
  - \* Pour toutes les constructions dites industrielles ou dites agricoles.

D'une façon générale l'entrepreneur devra respecter toutes les règles de calcul applicables aux travaux visés par le présent document seront les "Règles pour le calcul et l'exécution des constructions métalliques" dites aussi Règles CM" qui seront en vigueur au moment de la consultation des entreprises. Il est rappelé à l'entrepreneur qu'il est réputé avoir une parfaite connaissance des règles CM et il ne pourra pas arguer d'une quelconque omission dans le présent document pour ne pas exécuter ses travaux suivant lesdites règles CM de sa section. Il devra également respecter toutes les prescriptions propres à la fourniture, l'usinage et la mise en œuvre des constructions mentionnées dans le présent document et elles compléteront si nécessaires les règles CM pour une bonne réalisation de l'ouvrage. Dans le cas d'une divergence dans l'interprétation des Règles CM avec le présent document pour le même objet, ce sont les prescriptions de ce dernier qui prévaudront.

#### 4.1.2.3 QUALITÉ DES PEINTURES

Peintures et vernis - Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture :

- NF EN ISO 12944-1 Partie 1 : introduction générale (indice de classement : T 34-555-1) ;
- NF EN ISO 12944-2 Partie 2 : classification des environnements (indice de classement : T 34-555-2) ;
- NF EN ISO 12944-3 Partie 3 : conception et dispositions constructives (indice de classement : T34-555-3) ;
- NF EN ISO 12944-4 Partie 4 : types de surface et préparation de surface (indice de classement : T34-555-4) ;
- NF EN ISO 12944-5 Partie 5 : systèmes de peinture (indice de classement : T 34-555-5) ;
- NF EN ISO 12944-6 Partie 6 : essais de performance en laboratoire (indice de classement : T 34-555-6) ;
- NF EN ISO 12944-7 Partie 7 : exécution et surveillance des travaux de peinture (indice de classement : T 34-555-7) ;
- NF EN ISO 12944-8 Partie 8 : développement de spécifications pour les travaux neufs et l'entretien (indice de classement : T 34-555-8).

##### 4.1.2.3.1 Définition des peintures

###### 4.1.2.3.1.1 Elles devront satisfaire aux spécifications du D.T.U 59 ainsi qu'aux dispositions suivantes

En fonction du choix de chaque type de peinture l'entrepreneur devra utiliser une peinture ayant les caractéristiques suivantes :

- Peinture dite primaire à réaction - Elle devra avoir un pigment inhibiteur contenant au moins 20% de chromate de zinc ou d'un autre chromate résistant convenablement à l'eau. Elle ne devra pas être composée avec des éléments à base de cuivre, de mercure ou de plomb ;
- Peinture de finition - Elle devra être compatible avec la couche dite primaire et sera choisie en fonction de l'exposition. Elle ne devra pas être composée avec des éléments à base de cuivre, de mercure ou de plomb.

###### 4.1.2.3.1.2 Peinturage

Lors des opérations de peinturage celles-ci doivent être effectuées conformément aux spécifications du DTU 59. Le peinturage doit impérativement être précédé d'un traitement de surface approprié. Toutes les diverses opérations citées aux prescriptions citées ci-après devront être réalisées successivement avec le temps approprié entre chacune d'entre et elles devront avoir une parfaite compatibilité pour obtenir le résultat escompté. Il est rappelé que pour toutes applications de peintures elles devront se faire uniquement sur des surfaces réputées sèches et cela de préférence à une température supérieure à + 5°C. Lorsque de la mise en peinture pour des surfaces usinées celles-ci doivent recevoir une protection appropriée pour le métal de la charpente, puis en fonction des conditions de leur exposition ou assemblage et réalisée en tenant compte des informations portées sur les plans ou les DPM qui peuvent avoir un autre avis. Lors des opérations réalisées en atelier pour l'assemblage définitif l'un sur l'autre des diverses pièces et ne devront être montés qu'après les opération ci-dessous :

- Il sera alors procédé au nettoyage de toutes les surfaces, puis asséchées et soigneusement dégraissées avec un solvant approprié
- Après l'observation ci-dessus il sera procédé au décapage de toutes les surfaces doivent être décapées pour améliorer les qualités de l'accrochage de la peinture. Pour réaliser ce décapage il pourra être obtenu :
  - \* Soit par l'application de primaires dits à réaction phosphatante appliqués suivant les prescriptions du fabricant, et surtout en dehors de la présence d'humidité et cela pendant et après ladite application ;
  - \* Soit par tous moyens dits mécaniques, papiers abrasifs, usinage, brosses métalliques, sablage ;



- \* Soit alors par l'application des décapants dits chimiques.
- Mise en application d'une couche primaire sur toutes surfaces qui auront été préalablement décapées, celles-ci devront recevoir une couche dite primaire avec pigment inhibiteur contenant au moins 20% de chromate de zinc ou d'un autre chromate résistant convenablement à l'eau.
- Lors de l'application de la couche dite de finition sur toutes les surfaces ayant reçues préalablement une couche primaire, cette dernière opération de finition devra être réalisée en fonction du résultat escompté par l'application d'une seule couche ou de plusieurs couches peinture qui devra être compatible avec la couche de peinture dite primaire. Cette dernière couche de peinture sera adaptée aux conditions d'exposition. Il est précisé à l'entrepreneur que dans le cas d'un emploi de peintures dites à base de poudre d'aluminium, alors il devra exécuter une sous-couche non dite feuilletante, puis d'une couche de finition feuilletante.

#### 4.1.2.3.2 Peinture de protection

##### 4.1.2.3.2.1 Peinture de protection

Il est fait le rappel à l'entrepreneur que le présent marché décrit la nature et les conditions d'application de la couche dite primaire. A défaut de toute indication contraire du marché, toutes les pièces devront être livrées revêtues d'une couche primaire au minium (de plomb) et à l'huile de lin.

##### Le choix de la peinture :

Le traitement des surfaces sera conforme au chapitre 10 de la norme NF EN 1090-2. Toute surfaces auxquelles doivent être appliqués des peintures et produits doivent être préparées de manière à satisfaire aux critères de l'ISO 8501 pour une durée de vie prévue de la protection contre la corrosion supérieure à 15 ans, degré de préparation P1 ou P2 suivant catégorie de corrosivité.

Toutefois, il sera possible de procéder à l'adjonction d'un stabilisant mais à la seule condition de ne pas dépasser 6 % en poids. Avant toute opération de peinture, toutes les surfaces à peindre devront être préalablement nettoyées, grattées et brossées énergiquement à la brosse métallique et cela de façon à supprimer le plus de calamine, de rouille et autres matières étrangères. L'opération de peinture sera effectuée autant que possible dans un endroit clos et couvert, à l'abri des poussières.

Dans le cas où cette prescription ne pouvait être observée, le titulaire de la présente section pourra alors effectuer la peinture en plein air, mais à la seule condition expresse de ne pas opérer par temps humide ou par temps de gel. Il est précisé que sauf stipulations contraires mentionnées dans le présent du marché, toutes les parties des pièces qui seront destinées à être assemblées au chantier recevront préalablement une couche primaire de protection avant leur départ de l'atelier. Il est à noter également que pour toutes les pièces ou parties de pièces destinées à être enrobées avec du béton, elles seront mises en place sans avoir été peintes.

#### 4.1.2.3.3 Galvanisation, métallisation

Rappel des risques de corrosion :

- Classification des conditions ambiantes selon EN ISO 12944-2

La galvanisation à chaud est un procédé de protection anticorrosion des structures en acier qui est à la fois fort efficace et économique.

Le procédé de galvanisation à chaud (préparation de surface par décapage dans des acides, immersion de la structure en acier dans un bain de zinc à environ 450° C, gradient de température au sein de l'élément en acier lors de la phase d'immersion) impose cependant, en comparaison avec les autres procédés de protection anticorrosion, des exigences plus sévères en matière de :

- Qualité et propriétés de l'acier ;
- Planning, conception structurelle ;
- Fabrication de la structure en acier ;

Qui doivent être prises en compte par toutes les parties contractantes du projet. En fait, une combinaison critique de certains facteurs lors de la galvanisation ou lors du traitement des éléments d'acier dans les solutions aqueuses servant au dégraissage, au décapage et au fluxage pourrait provoquer un risque de formation de fissures.

Dans le cadre des parties 2 et 4 de la norme EN 10025:2004, l'aptitude à la galvanisation à chaud peut être convenue pour les aciers de construction des produits longs d'ArcelorMittal jusqu'aux nuances S460. Cependant, cette spécification se limite simplement à l'effet de la composition chimique de l'acier par rapport aux teneurs en silicium et en phosphore sur l'épaisseur et l'aspect de la couche de zinc.

Le niveau d'un risque éventuel de LME, lié à la composition chimique, n'est pas réglementé dans le cadre des normes européennes.

##### 4.1.2.3.3.1 Galvanisation courante

Il est spécifié qu'en présence d'une spécification d'une galvanisation dite courante de certaines pièces, celles-ci devront recevoir une

galvanisation ou métallisées, le marché en précisera la nature ainsi que l'épaisseur minimum du dépôt, puis les conditions de réception.

#### 4.1.2.3.3.2 Galvanisation en milieu agressif

Lorsque les pièces sont destinées à être employées dans un milieu agressif, alors ces pièces doivent être galvanisées ou métallisées, le marché en précisera ci-après la nature ainsi que l'épaisseur minimum du dépôt, puis les conditions de réception.  
Dans ce cas l'ensemble des pièces en acier, de carbone, seront alors galvanisées à chaud avec une épaisseur de dépôt minimum de 80 microns.

### 4.1.2.4 PROTECTION DES ALLIAGES

#### 4.1.2.4.1 Protection contre l'action des agents atmosphériques

##### 4.1.2.4.1.1 Généralité

Lorsque le projet est réalisé avec une ou plusieurs charpentes en alliage d'aluminium, celles-ci devront faire l'objet d'un traitement permettant une protection parfaite des charpentes contre l'action des agents atmosphériques en fonction, d'une part de la composition de l'alliage, d'autre part des conditions d'exposition des charpentes aux dits agents. Il est précisé à cet effet, que tous les alliages d'aluminium seront affectés, comme suit, d'un indice dit de durabilité, qualifiant leur aptitude à résister à l'action des agents dits atmosphériques.

##### 4.1.2.4.1.2 Action des agents atmosphériques

Suivant l'action de ces agents atmosphériques il est recommandé de prendre en compte :

##### Indice de durabilité des alliages de corroyage et de fonderie :

- Aluminium/magnésium 5754 (A-G3), 5086 (A-G4), 5056A (A-G5) : indice A ;
- Aluminium/silicium/magnésium 6060 (A-GS), 6181 et 6082 (A-SG), A-S13, A-S7G : indices B1 et B ;
- Aluminium/zinc/magnésium 7020 (A-S7G), 7051 (A-Z2G2) : indices B2 et B ;
- Aluminium/cuivre/magnésium 2017A (A-U4G), 2024 (A-U4G1), 2014 (A-U4SG), A-U5GT : indice C.

##### Cas où la protection devra être assurée selon atmosphères et indices :

- Atmosphère sèche et non corrosive :
  - \* Indices A, B1, B2, C = il n'y aura pas nécessité de protection.
- Atmosphère rurale :
  - \* Indices A, B1, B2, = pas de nécessité de protection ;
  - \* Indice C = la protection sera nécessaire.
- Atmosphère urbaine courante :
  - \* Indices A, B1 = pas de nécessité de protection ;
  - \* Indice B2 = pas de nécessité de protection, mais les soudures et leur environnement sur 5 cm minimal de part et d'autre de la soudure devront être protégées ;
  - \* Indice C = protection nécessaire.
- Atmosphère corrosive (par ex. atmosphère industrielle sévère, atmosphère marine, atmosphère très humide) :
  - \* Indice A = pas de nécessité de protection ;
  - \* Indices B1, B2 = protection nécessaire ;
  - \* Indice C = protection nécessaire, mais l'emploi de l'alliage correspondant ne sera pas recommandé.
- Atmosphère particulièrement corrosive (ex. fumées agressives, exposition à des substances activement corrosives)
  - \* Indices A, B1, B2 = protection nécessaire ;
  - \* Indice C = protection nécessaire, mais l'emploi de l'alliage correspondant ne sera pas recommandé.

##### 4.1.2.4.1.3 Protection

Il est fait le rappel à l'entrepreneur qu'il devra assurer la protection des ouvrages suivant un procédé soit du type peinture, soit par anodisation, soit par métallisation. Avant la mise en place des tiges de boulons situées dans les pièces, celles-ci devront être protégées par un enduit dit protecteur tout en n'ayant aucune avec un support en aluminium. Dans le cas où il sera nécessaire que les boulons soient ajustés, alors ces tiges devront être, avant toute insertion, enduites avec de la lanoline ou avec une autre graisse neutre. Il est précisé que ladite opération devra être répétée en cas de démontage. Dans le cas de l'emploi de rivets ne sont pas en alliages de durabilité égale voir même supérieure à celle du métal de la charpente, alors leurs têtes et le métal environnant devront être protégées par peinture selon les directives citées ci-dessous.

En effet, dans le cas d'une présence d'atmosphère corrosive, toutes les têtes de rivets en 5056 (A-G5) qui auront été posés à froid et en contact direct avec le métal environnant devront être également protégées. Dans le cas d'une nécessité de l'emploi de rivets ou



de boulons en acier se révélerai nécessaire, alors il sera procédé aux opérations de protection des éléments et des parties environnantes, celles-ci devront être rigoureusement réalisées conformément aux spécifications concernant la protection des assemblages des pièces dites en aluminium en contact direct avec des pièces d'autre métal qui auront été rivées à froid voir même boulonnées et cette protection sera également faite pour tous les assemblages rivés à chaud.

#### **4.1.2.4.2 Anodisation et métallisation**

##### **4.1.2.4.2.1 Anodisation, métallisation**

- L'anodisation sera réalisée conformément à la norme NF A 91-450 ;
- La métallisation sera réalisée conformément à la norme NF A 91-201. Toutefois, elle ne sera faite qu'avec de l'aluminium de zinc.

#### **4.1.2.4.3 Protection des assemblages des pièces d'aluminium rivées à froid ou boulonnées**

##### **4.1.2.4.3.1 Protection des assemblages alu/alu**

Toutes les surfaces des assemblages qui seront directement en contact devront être protégées en tenant compte de l'atmosphère et la durabilité des alliages utilisés et notamment dans un milieu :

##### **En atmosphère sèche :**

- Il n'y a pas de protection à prévoir. Il est précisé qu'en atmosphère dite rurale ou urbaine courante et dans le cas ou au moins une des surfaces était un alliage de durabilité de type C, alors toutes les surfaces devront alors être soigneusement nettoyées, décapées et recouvertes d'une couche primaire.

##### **En atmosphère corrosive ou marine :**

- Quelle que soit la durabilité des alliages, il sera procédé à la même protection que celle précitée. - Il est à noter qu'en présence d'atmosphère particulièrement corrosive et notamment lors de l'utilisation d'alliages de durabilité de type A, il sera procédé à la même protection que ci-dessus ;
- Lors de l'emploi d'alliages de durabilité de type B et C, la protection des surfaces contre l'humidité sera alors assurée par un compound de jonction neutre pour l'aluminium, tel que le compound au chromate de baryum ou à la poudre d'aluminium.

D'une façon générale, toutes les surfaces devront être appliquées l'une contre l'autre lorsque la peinture ne sera pas encore sèche, si elle est sèche, un compound devra être appliqué au montage.

#### **4.1.2.4.4 Protection des assemblages des pièces en aluminium, avec des pièces d'autre métal rivées à froid ou boulonnées**

##### **4.1.2.4.4.1 Protection des assemblages alu/autres métaux**

- Lorsqu'il sera fait l'emploi d'assemblages de différentes natures et utilisés en atmosphère particulièrement corrosive, tous les contacts directs seront alors interdits. Pour ceux situés en atmosphère sèche et non corrosive aucune protection des assemblages ne sera prévue. Les mesures de protection suivantes devront néanmoins être adoptées dans les autres cas.
- Assemblages aluminium/zinc, acier galvanisé, il est précisé que pour ce type d'assemblage toutes les surfaces devront être traitées suivant les prescriptions concernant la protection des assemblages des pièces d'aluminium qui auront été rivées à froid ou boulonnées, décrites ci-dessus.
- Assemblages aluminium/acier/fonte, il est précisé que pour ces types d'assemblages et situés en atmosphère corrosive, l'acier et la fonte devront être métallisés ou galvanisés et que pour toutes les surfaces en contact direct, ceux-ci devront recevoir chacune une couche primaire et être assemblées lorsque ce primaire ne sera pas encore entièrement sec. Pour les assemblages situés en atmosphère rurale ou urbaine courante, une couche primaire devra être appliquée sur chaque surface, l'assemblage étant fait lorsque cette peinture ne sera pas encore sèche.
- Assemblages aluminium/cuivre, alliages de cuivre, plomb situés en atmosphère corrosive, il sera alors prévu un isolement efficace en interposant un élément du type isolant, non absorbant et prévu avec un débordement des surfaces en contact. Il sera prévu la mise en place de rondelles, des canons afin d'éviter les contacts directs entre les boulons ou autres fixations et les pièces. Il est à noter qu'en atmosphère rurale ou urbaine courante, toutes les surfaces en contact devront être nettoyées, décapées et elles recevront 2 couches primaires sur chacune des surfaces. Il sera mis en place un joint qui devra être assemblé lorsque la dernière couche ne sera pas encore sèche.

#### **4.1.2.4.5 Protection des assemblages rivés à chaud**

##### **4.1.2.4.5.1 Assemblages rivés à chaud**

- En présence de surfaces en contact - Toutes les surfaces intérieures des joints exécutés avec des rivets qui auront été

posés à chaud devront être propres mais non peintes. En présence d'un milieu en atmosphère corrosive, toutes les pièces en acier ou en fonte devront être métallisées conformément aux prescriptions de métallisation. Il est précisé que l'utilisation des rivets posés à chaud sera interdite pour tous les assemblages aluminium/cuivre ou alliages de cuivre.

- Préconisation pour les surfaces extérieures - lorsque celles-ci sont situées en atmosphère sèche et non corrosive, alors aucune protection ne sera à appliquer. Dans le cas d'un milieu en atmosphère corrosive et en atmosphère rurale ou urbaine courante, toutes les têtes de rivets en acier et l'alliage d'aluminium environnant qu'il soit de durabilité A, B ou C, devront être métallisés en suivant les prescriptions citées à la métallisation. Toutefois, il sera possible de remplacer la métallisation par une autre protection : peinture éprouvée au néoprène, au caoutchouc chloré, mais avec une haute teneur en zinc, glycérophthalique ou vinylique.

#### **4.1.2.4.5.2 Assemblages soudés**

Lorsque les assemblages seront soudés, toutes les surfaces assemblées devront être préparées selon les dispositions normalisées pour la préparation des pièces. Toutefois, pour le soudage par point, il pourra être appliqué certains vernis et cela juste avant soudage et permettront ainsi d'obtenir une bonne résistance de contact et une protection appropriée. Tous les assemblages entre éléments de durabilité type B dans tous les cas (excepté ceux où l'atmosphère sera sèche et non corrosive) devront être protégés de l'entrée de l'humidité par le cordon de soudure ou par un mastic convenablement mis en place avant peinture. Tous les cordons de soudure des alliages de durabilité type B2 et leur environnement déborderont de 5 cm minimal de part et autres de la soudure, puis ils devront être bien protégés, sauf dans le cas d'une l'atmosphère dite sèche et non corrosive.

#### **4.1.2.4.6 Contacts entre l'aluminium et les matériaux de construction**

##### **4.1.2.4.6.1 Définitions**

Il est ainsi défini que pour toutes les surfaces des pièces dites en alliages d'aluminium et en contact direct avec les bétons et mortiers, les briques et terres cuites, les plâtres, celles-ci devront être obligatoirement protégées partout où il pourra y avoir de l'humidité ou une atmosphère corrosive.

Les prescriptions suivantes devront être respectées :

- Pour tous les alliages de durabilité de type A & B, la surface de l'alliage devra être obligatoirement protégée par 2 couches de peinture dite à base d'aluminium ou de peinture bitumineuse, ou de peinture époxy au brai ;
- Pour tous les alliages de durabilité de type C, la surface de l'alliage devra être obligatoirement protégée par une application de bitume chaud ou par deux couches de peinture bitumineuse, ou de peinture époxy au brai.

Enfin, il est précisé que pour toutes les surfaces de bois en contact direct avec l'aluminium, celles-ci devront être également peintes de 2 couches de peinture bitumineuse ou époxy au brai.

##### **4.1.2.4.6.2 Contact aluminium/matériaux et sols**

Dans le cas de ce type de contact, toute la surface des éléments en alliage d'aluminium qui seront en contact direct avec le sol devra être soigneusement nettoyée, décapée et protégée soit par une couche de bitume appliquée à chaud, soit par 2 couches de peinture bitumineuse ou de peinture époxy au brai.

##### **4.1.2.4.6.3 Cas spéciaux**

Il est précisé qu'en présence de certaines constructions dites à caractère provisoire ou dont un changement d'état de surface du métal qui n'aura pas d'influence sur les caractéristiques mécaniques sera acceptable. Elles pourront s'accommoder d'une protection dite réduite ou d'une absence de protection. Toutefois, l'entrepreneur devra respecter les prescriptions concernant la protection des assemblages avec d'autres métaux que l'aluminium ainsi que celles qui sont en contacts direct avec les matériaux de construction et les sols.

### **4.1.2.5 PROTECTION DES PROFILS A CHAUD**

#### **4.1.2.5.1 Protection par métallisation**

Tous les profilés laminés à chaud en acier recevront une protection par projection thermique (métallisation) sans peinture de finition, sauf spécification. La peinture de finition est prévue à la section Peinture.

Les revêtements obtenus par projection thermique satisferont à la norme NF EN 22-063 Revêtements métalliques et inorganiques - Protection thermique - Zinc, aluminium et alliages de ces métaux (indice de classement : A 91-201).

Les épaisseurs minimales des revêtements selon les ambiances et atmosphères seront conformes au tableau ci-après :

Ambiances intérieures



I <sub>1</sub>		I <sub>2</sub>		I <sub>3</sub>		I <sub>4</sub>		I <sub>5</sub>	
Locaux à faible hygrométrie		Locaux à hygrométrie moyenne		Locaux à forte hygrométrie		Locaux à très forte hygrométrie		Ambiance agressive	
Zn 50 ou Al 100 ou Zn Al <sub>15</sub> 50		Zn 80 ou Al 120 ou Zn Al <sub>15</sub> 80		Zn 150 ou Al 200 ou Zn Al <sub>15</sub> 150		Etude spécifique		Etude spécifique	
Atmosphères extérieures directes ou protégées et ventilées									
Atmosphère rurale non polluée	Atmosphère normale urbaine ou industrielle	Atmosphère sévère urbaine ou industrielle	Atmosphère marine entre 10 km et 20 km du littoral	Atmosphère marine entre 3 km et 10 km du littoral	Bord de mer	Atmosphère mixte normale	Atmosphère mixte sévère	Atmosphère agressive	
E <sub>11</sub> ou E <sub>21</sub>	E <sub>12</sub> ou E <sub>22</sub>	E <sub>13</sub> ou E <sub>23</sub>	E <sub>14</sub> ou E <sub>24</sub>	E <sub>15</sub> ou E <sub>25</sub>	E <sub>16</sub> ou E <sub>26</sub>	E <sub>17</sub> ou E <sub>27</sub>	E <sub>18</sub> ou E <sub>28</sub>	E <sub>19</sub> ou E <sub>29</sub>	
Zn 100 ou Al 150 ou Zn Al <sub>15</sub> 100	Zn 100 ou Al 150 ou Zn Al <sub>15</sub> 100	Al 150 ou Zn Al <sub>15</sub> 100	Zn 100 ou Al 150 ou Zn Al <sub>15</sub> 150	Zn 150 ou Al 200 ou Zn Al <sub>15</sub> 150	Zn 150 ou Al 200 ou Zn Al <sub>15</sub> 150	Zn 150 ou Al 200 ou Zn Al <sub>15</sub> 150	Al 200 ou Zn Al <sub>15</sub> 150	Etude spécifique	

#### 4.1.2.6 COUVERTURE EN PLAQUES NERVURÉES

##### 4.1.2.6.1 Caractéristiques des plaques nervurées

Ces tôles devront répondre à l'une des normes suivantes : NF EN 10214, NF A 36-345, P 34-301/1994, P 34-310/1994.

Les plaques nervurées en acier seront bien identifiées à l'aide d'une fiche technique qui comportera au moins les indications suivantes :

- La désignation commerciale ;
- La géométrie du profil, les principales dimensions étant cotée ;
- Le type d'acier utilisé : norme de référence, classe d'acier, classe de tolérance d'épaisseur ;
- La nature des revêtements : norme de référence et désignation ;
- Les valeurs de calcul sont portées utiles en fonction des épaisseurs nominales et des charges pour les cas les plus usuels.

Il est précisé que chaque plaque nervurée sera définie par sa fiche technique, et est commercialisée en une seule classe d'acier et une seule classe de tolérance d'épaisseur. Toutefois, il sera admis l'utilisation de la classe d'acier immédiatement supérieure.

##### 4.1.2.6.1.1 Épaisseurs

Les plaques nervurées seront fabriquées qu'à partir de tôles d'acier revêtues et dont l'épaisseur nominale est au moins égale à 0,63 mm.

Un Tableau récapitule les épaisseurs minimales en fonction des épaisseurs nominales pour les aciers de limite d'élasticité minimale spécifiée inférieure à 280 N/mm<sup>2</sup> Dimensions en millimètres

Épaisseur nominale	Épaisseur minimale	
	Cas de tolérances décalées <sup>1)</sup>	Cas de tolérances normales
0,63	0,59	0,55
0,70	0,66	0,62
0,75	0,71	0,67
0,80	0,76	0,72

1) Il est rappelé que les intervalles de tolérances sont de même étendue pour les tolérances normales et décalées est environ la moitié de la tolérance négative en tolérances normales.

##### 4.1.2.6.1.2 Forme, dimensions et tolérances

Les plaques nervurées sont conformes à la norme NF P 34-401 complétée par les indications suivantes :

- Épaisseurs nominales ; voir le tableau du précédent article ;
- En ce qui concerne les tolérances sur épaisseurs : ce sont celles définies comme "Normales" ou "Décalées" par la



norme P 34-310/1994.

En ce qui concerne les tolérances négatives admises, elles sont réduites en valeur absolue de 0,02 mm pour les revêtements aluminisés.

Pour les plaques nervurées dites à peau intérieure de couverture double peau, elles pourront ne pas présenter de retombée à la nervure de rive emboîtée.

#### 4.1.2.6.1.3 Caractéristiques mécaniques

Les caractéristiques mécaniques de base des plaques nervurées sont celles du matériau dont elles sont issues.

#### 4.1.2.6.2 Accessoires en tôle d'acier revêtue

##### Généralités :

Les tôles d'acier employées pour la fabrication des accessoires devront répondre à l'une des normes suivantes : NF EN 10025, NF EN 10130, NF EN 10142, NF EN 10214, NF A 36-345, 34-301/1994, P 34-310/1994.

Tous les accessoires issus de tôles d'acier avec revêtement métallique et primaire seront peints après façonnage. Tous les accessoires issus de tôles d'acier non revêtues au préalable seront galvanisés à chaud au trempé après façonnage, conformément à la norme NF A 91-121, et auront un revêtement minimal de zinc de 300 g/m<sup>2</sup> par face.

#### 4.1.2.6.2.1 Nomenclature

- Les accessoires dits linéaires ;
  - \* Sont à bords découpés ou plans (faîtière à bords découpés, faîtière à boudin à bords découpés, faîtière crantée, 1/2 faîtière à boudin à bords découpés, bandeau de faîtage à bords découpés, closoir à bords découpés, bande de rive à bords plans, plaque de rive à bords plans, faîtière et 1/2 faîtière ventilées à bords découpés) ;
  - \* Du type à bords emboutis (1/2 faîtière à boudin, bandeau de faîtage, faîtière contre mur) ;
  - \* Soudés (closoir soudé à bords nervurés).
- Les accessoires pour pénétrations ponctuelles ;
  - \* Réalisés avec des plaques de pénétration (plaques d'aération, plaques à douille) ;
  - \* Du type à rapporter (trémie, capot d'aération, douille) ;
  - \* Avec des pièces pour pénétrations dites spéciales.

#### 4.1.2.6.3 Fixations

Il sera prévu pour toutes les fixations ainsi que leurs accessoires devront répondre en tant qu'éléments dits de couverture à des caractéristiques minimales qui leur permettront de répondre pour la part qui leur est impartie, aux exigences recherchées dont les principales visées ici sont : la résistance mécanique, l'étanchéité et la durabilité.

Ces caractéristiques minimales concernent :

- Le type, la forme et les dimensions ;
- Les matériaux et les moyens de protection contre la corrosion ;

#### 4.1.2.6.3.1 Résistances

##### Résistance caractéristique à l'arrachement :

Il est précisé ici qu'à chaque système de fixation correspond une résistance caractéristique à l'arrachement déterminée selon la norme PrXP P 30-310 pour toutes les fixations posées en sommet de nervure, et selon la norme PrXP P 30-314 pour les fixations posées en plage et les fixations de couture.

##### Résistance à la flexion :

Pour les vis autoperceuses et auto-taraudeuses de longueur supérieure ou égale à 70 mm posées en sommet de nervure, la résistance conventionnelle à la flexion est déterminée selon la norme PrXP P 30-312.

L'interprétation des résultats d'essai se fera de la façon suivante et on ne doit constater aucune amorce de rupture des vis avant d'avoir réalisé un déplacement :

- De 11 mm pour les vis de longueur nominale > 70 mm et < 90 mm ;
- De 17 mm pour les vis de longueur nominale > 90 mm.

#### 4.1.2.6.4 Autres matériaux

#### 4.1.2.6.4.1 Embases opaques

Ces plaques devront être conformes à la norme NF P 37-417.





#### 4.1.2.6.4.2 Closoir en matériaux non métalliques

- Ces closoirs seront en matériaux dits plastiques cellulaires et il est différencier ci-dessous :
  - \* Les profils dits sous les plaques, en égout par exemple ;
  - \* Les "contre profils" posés sur les plaques, en faîtage par exemple.

Ces cloisons pourront comporter un renforcement : tamis extérieur métallique, plastique armé, etc.

#### 4.1.2.6.4.3 Compléments d'étanchéité

En ce qui concerne les compléments d'étanchéité ceux-ci devront être conformes à la norme NF P 30-305.

#### 4.1.2.6.4.4 Accessoires en zinc, plomb, acier inoxydable, alliage d'aluminium

Pour leur mise en œuvre, il y aura lieu de se reporter à chacun des documents ci-dessous :

- Travaux d'évacuation des eaux pluviales : P 36-201 ;
- Alliage d'aluminium : NF P 34-206 ;
- Zinc : P 34-211 ;
- Acier inoxydable : P 34-214 ;
- Plomb : NF P 34-216.

### 4.1.2.7 COMPOSANTS

#### 4.1.2.7.1 Composants des aciers

Il est fait ici le rappel que ce sont des produits dits marchands et donc des profilés normalisés dits du commerce (P.C.C.) : E 24.2 ou 24.3 ou E 30.3 ou E 36.3 selon norme NF A 35.501, laminés à chaud ou à froid. Dans le cas d'un projet rentrant dans la catégorie de construction dite porteuse ou même autoporteuse, alors tous les aciers devront impérativement être conformes aux normes aux règles :

- "CM 66 " (additif de juin 1980) et NF A 45.001 à 010, NF A 45.202, 205, 206, 209, 210, 211, 255, NF A 46.012, NF A 46.402 (profilés à froid), NF A 46.503 tôles moyennes et fortes).

#### En ce qui concerne les platines dites de fractionnement :

Elles seront réalisées avec des aciers du type Z ayant comme propriétés d'assurer une pérennité des ouvrages en position perpendiculaire à la surface et cela suivant les normes NF A 36.201 et 202 qui lui sont appliquées. Il est fait également le rappel que le titulaire de la présente section devra garantir que l'équivalent carbone (CE) pour l'acier est compatible avec les procédures de soudure qu'il propose d'utiliser pour les pièces moulées avec soudure

## 4.1.3 PRÉCONISATIONS DE MISE EN ŒUVRE

### 4.1.3.1 PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES

#### 4.1.3.1.1 Rapports entre le présent document et les règles CM

##### 4.1.3.1.1.1 Présentation

L'entrepreneur devra veiller à ce que lesdites fixations soient choisies en respectant les spécifications du présent document ainsi qu'aux instructions de leur fournisseur, ceci concernera notamment en fonction :

- Du type d'assemblage mise en œuvre ;
- De l'épaisseur totale à assembler ;
- De la nature même et des dimensions des pièces à assembler (forme, épaisseur, résistance du matériau) ;
- De la résistance propre de l'assemblage.

Il est fait ici le rappel à l'entrepreneur que ladite fixation en plage ne sera réalisée que sur des supports dits en acier (éventuellement incorporés dans le béton) avec une visserie dite autoperceuse ou dite auto-taraudeuse.

Dans le cas de l'emploi par l'entrepreneur d'un autre type de visserie que celle dite autoperceuse, alors l'entrepreneur devra procéder à un pré perçage des plaques. Pour ce faire il sera utilisé un diamètre dit de perçage est égal au diamètre nominal de la fixation + 1 mm. Pour la visserie dite auto-taraudeuse, le diamètre de préperçage du support devra être celui mentionné dans les spécifications du fournisseur des fixations. L'entrepreneur devra prendre toute disposition pour éviter l'incrustation dans ledit revêtement de particules métalliques chaudes provenant d'un perçage. Ces particules métalliques devront être enlevées immédiatement pour ne pas risquer leur oxydation sur le revêtement.

#### 4.1.3.1.2 Dispositions constructives



#### 4.1.3.1.2.1 Les dispositions constructives à respecter seront

Lors la réalisation d'assemblage du type rivé ou boulonné, il est précisé que chaque percement aura un diamètre en adéquation avec les profilés et sera déterminé sous la responsabilité de l'entrepreneur et notamment pour :

- Les rivets de diamètre immédiatement supérieur ou immédiatement inférieur au diamètre indiqué ;
- Les boulons de diamètre immédiatement inférieur au diamètre indiqué.

La prescription visée ci-avant est sous réserve, en effet l'entrepreneur devra avoir procédé aux vérifications prévues aux Règles CM ainsi que celles de conditions de distance des rivets ou boulons seront conformes aux règles. Il devra vérifier également l'intervalle entre les axes des rivets ou boulons et les inégalités pour les pièces soumises aux intempéries ou situées en atmosphère dite favorisant l'oxydation.

Il est précisé que pour toutes les pièces non soumises aux influences précédentes, que l'oxydation devra rester dans les normes pour les goussets pincés entre 2 pièces assemblées et que la pince dite transversale des rivets ou boulons devra être comprise entre 1,5d et 2,5.

#### 4.1.3.1.3 Assemblages

##### 4.1.3.1.3.1 Assemblages d'éléments, divers

##### Assemblages d'éléments en prolongement :

Lorsqu'il sera nécessaire de réaliser des assemblages d'éléments dits secondaires, ceux-ci seront disposés en prolongement des uns des autres et en s'appuyant sur un même élément porteur seront dits éclissés entre eux.

##### Assemblages soudés :

Dès la conception de l'ouvrage, il a été pris le parti de réduire au maximum le nombre de soudures et dans le cas où celles-ci sont indispensables, alors on préconisera une soudure dite à plat de préférence afin de permettre une libre déformation et de retrait des éléments, ce qui est la conséquence de la fusion entre les fers. L'entrepreneur fera sienne de l'ordre de leur exécution pour obtenir après soudage un élément approprié à son emploi.

Lors de la réalisation de soudure en un même point, il ne devra pas avoir un surplus de soudure et notamment lors de la réalisation de soudure dite bout à bout, de soudures dites à recouvrement ou d'une jonction d'une soudure exécutée dans un angle. Il est fait le rappel que seront admises les formes en T pour toutes les rencontres d'assemblage, mais que pour toute forme en croix (X) celle-ci sera à éviter au maximum-

Lorsqu'il sera nécessaire la mise en œuvre de pièce formant trièdre, il est vivement recommandé de tronquer le sommet de la pièce secondaire de l'assemblage.

#### 4.1.3.1.4 Critères de service

##### 4.1.3.1.4.1 Le critère de flèche des ouvrages est pris égal à la plus contraignante des exigences suivantes

L'entrepreneur devra respecter la réglementation en vigueur pour les techniques concernées.

##### Par type d'éléments :

- 1/200 de la portée sous charges d'exploitation caractéristiques pour les éléments de structure.
- 1/250 de la hauteur pour les poteaux.
- 1/300 de la portée pour les éléments en consoles.

#### 4.1.3.1.5 Enlèvement des attaches provisoires

Toutes attaches provisoires (notamment celles nécessaires pour la fabrication ou le montage) sont soigneusement enlevées après leur utilisation

### 4.1.3.2 PRESCRIPTIONS POUR L'EXÉCUTION DES ACIERS

#### 4.1.3.2.1 Exécution à l'atelier

##### 4.1.3.2.1.1 Planage, dressage, traçage

Lors de ces opérations et de l'emploi de tôles et de larges plats leur planéité devra être de préférence réalisée aux rouleaux. Les fers plats ainsi que tous les profilés seront dressés de préférence à la presse, ou avec une machine dite rotative à galets. Lors de l'épure au sol, celle-ci doit être réalisée pour un personnel qualifié et dans les limites fixées ci-dessous :

- L'entrepreneur devra prendre en compte les contre-flèches de toutes les poutres du projet et cela dès l'exécution de chaque élément afin de prendre en compte le poids propre des fers et toutes les charges d'exploitation et autres ...

##### 4.1.3.2.1.2 Forgeage, cintrage, pliage, emboutissage

Lors de ces opérations, tous les profilés qui devront être forgés seront chauffés au rouge dit cerise et ne présenteront aucun signe dit de brûlure et lorsque la température des profilés descendra au rouge sombre alors le forgeage sera arrêté. Pour passer les fers à l'état rouge cerise l'emploi d'un chalumeau est interdit. Toutes les pièces dites de forge en acier seront chauffées au four et non à la forge, après leur mise en forme, elles seront obligatoirement recuites. Lors de l'emploi de tôles à plié, courber ou dites emboutir seront alors chauffées dans des fours, puis traitées avec les mêmes précautions que ci-dessus, au moyen de dispositifs capables de former d'un seul coup la longueur entière de la tôle.

Toutefois, lors de la réalisation de pliages, la courbure et l'emboutissage pourront être opérés à froid si l'épaisseur des pièces ne dépasserait pas 9 mm ou quand le rayon de courbure dépasserait 50 fois leur épaisseur. La limite inférieure du rayon de courbure pourra être ramenée à 30 fois l'épaisseur de la pièce si l'entrepreneur peut justifier d'un équipement mécanique convenable.

#### 4.1.3.2.1.3 Débitage

Lors de cette opération de débitage chaque partie cisailée pourra rester brute de cisaillement, mis sous la seule condition expresse de ne présenter aucune déchirure, ni un manque de matière, ni de bavure. Pour réaliser cette opération, il pourra être réalisé par oxycoupage comme moyen de débit, mais à condition d'obtenir une coupe régulière des fers et en cas de coupes irrégulières elles devront être reprise à la meule.

#### 4.1.3.2.1.4 Perçage de trous

Lors de l'opération de perçage certaines précautions doivent être prises à savoir :

- Que pour la mise en place de rivets ou de boulons le diamètre du trou ou de l'alèse sera celui du diamètre nominal du rivet ou du boulon augmenté de 1 mm et avec un maximum d'écart de 2 mm pour les trous poinçonnés ;
- Que pour tous les trous pour la pose de rivets ou de boulons ne pourront pas être réalisés au chalumeau ;
- Dans les cas les plus courants les trous pour des rivets ou des boulons pourront être effectués par poinçonnements directs, le diamètre sera définitif sans alésage ultérieur, mais à condition que les bords soient bien circulaires, et sans bavure ni crique. Dans le cas où un alésage est prévu, le poinçonnage côté débouchure devra être fait à un diamètre inférieur à 3 mm au diamètre définitif.
- Les poinçons utilisés devront être en parfait état, ils ne devront pas être usés ou détériorés leur utilisation est interdite.
- Qu'il devra y avoir une concordance du diamètre des trous avec celui des rivets ou des boulons et les pièces destinées à un assemblage dit superposé et devront être parfaites pour permettre le passage des rivets ou des boulons d'entrer librement dans les trous qui auront été prévus à cet effet.

Que dans le cas de réparation ou de renforcement par élément et destinés à être assemblés avec des éléments conservés, tous les nouveaux trous nécessaires pour assemblages ne seront pas percés à l'atelier dans les pièces nouvelles, à moins que le marché ne l'autorise expressément en indiquant l'alésage à réserver pour le chantier (4 mm au moins sur le diamètre).

### 4.1.3.3 PRESCRIPTIONS POUR LES ALLIAGES

#### 4.1.3.3.1 Conception et calculs

##### 4.1.3.3.1.1 Règles et points particuliers

- Gamme : ALPHATON ;
- Système : GEN.06 ;
- Épaisseur : 30 mm (parois 8 mm) ;
- Hauteur : 150 à 300 mm ;
- Longueur : 150 à 1000 mm ;
- Masse surfacique : 42 kg/m<sup>2</sup> ;
- Teintes et calepinage : au choix de la maîtrise d'œuvre dans la gamme du fabricant.

### 4.1.3.4 EXÉCUTION DES TRAVAUX EN ACIER

#### 4.1.3.4.1 Assemblages

##### 4.1.3.4.1.1 Assemblages

Dans le présent projet, Il sera retenu comme principes d'exécution que la transmission des efforts aura pour effet de se faire par un contact dit direct, il est rappelé que toutes les surfaces ayant pour rôle d'assurer cette transmission devront être soigneusement ajustées. Cette directive devra être portée sur les plans. Tous les éléments mis en œuvre devront avoir été préalablement dressés et ajustés, puis ils seront soigneusement décapés et débarrasser de toute trace de décapage. Ces éléments seront réunis et serrés en leurs lieux et places respectives et cela à l'aide de serre-joints ou avec des boulons de montage de mêmes diamètres que les rivets

définitifs, cet assemblage dit provisoire ne devra pas être la cause de tension ni bâillement dans les pièces.

L'entrepreneur devra procéder à l'affleurement des âmes et notamment aux talons des cornières afin d'assurer un contact parfait des tranches de joint, l'élimination des excédents de largeur des plats ne sera exigée que si cette opération est spécifiée dans le présent marché.

Lorsqu'il sera procédé au rivetage, il est précisé à l'entreprise qu'avant de réaliser ledit rivetage, toutes les pièces assemblées seront alors serrées à bloc par la mise en œuvre avec un nombre suffisant de boulons de mêmes diamètres ou légèrement inférieures à ceux des rivets dits définitifs. Lors de la réalisation de cette opération le contact doit être fait sans jeu garce à la mise en place ces boulons, mais dans le cas où cette directive ne serait pas exécutée convenablement, toutes les pièces seront à démonter, puis dresser et ajuster. En aucun cas, il ne faudra compter sur la rivure pour en assurer le contact. Tous les éléments qui auront été associés pour permettre leur rivetage devront impérativement présenter une parfaite concordance avec les trous et regards. Bien qu'actuellement il n'existe plus ou très peu de cas où ce procédé par rivetage est employé sauf dans le cas de travaux sur des éléments anciens, tous les corps des rivets auront toujours une longueur suffisante pour permettre, outre la confection de têtes bouterolles permettant d'assurer le remplissage intégral des trous et d'éviter l'empreinte des bouterolles dans les éléments assemblés.

#### 4.1.3.4.1.2 Boulons à autre résistance

Lors de l'emploi de boulons à haute résistance dit à serrage contrôlé, il sera fait l'application des prescriptions spéciales si cette directive est prévue dans le marché. Toutes les faces des pièces qui auront été assemblé par boulons à serrage contrôlé devront alors être parfaitement planes et propres. L'entrepreneur en devra l'exécution dans le cas où cette prestation serait stipulée au présent marché, ce dernier devra alors préciser le mode de traitement des surfaces au contact dans les assemblages.

#### 4.1.3.4.2 Tolérances

D'un point de vue exclusif en ce qui concerne la résistance des ouvrages et cela sans faire opposition aux directives du présent marché ou aux conditions imposées, soit d'une part par l'utilisation des ouvrages et d'autre part par la mise en œuvre des aménagements et installations.

Certaines tolérances pourront être admises et sont citées ci-dessous pour :

- Les profilés
- Les tolérances seront celles qui sont sur les dimensions transversales des profilés et feront l'objet des normes en vigueur au moment de la consultation.
- Le perçage, quel que soit le mode opératoire de perçage, la tolérance exigée dans l'irrégularité de la distance entre les trous sera de  $d/10$ ,  $d$  étant le diamètre( $\varnothing$ ) des trous. Quel que soit le type de perçage, ainsi la tolérance dans l'irrégularité de l'alignement des trous sera également de  $d/10$ . Mais en aucun cas, les tolérances admises citées ci-avant, ne devront empêcher la concordance des trous de rivets avec les pièces superposées et sera suffisante pour permettre aux rivets d'entrer en lieu et place.
- Dimensions linéaires :
  - \* Débitage : celui-ci, il sera fait avec une tolérance en plus ou en moins, exprimée en millimètres ou en mètres pour toutes dimensions linéaires  $L$ , conformément aux normes en vigueur, la tolérance à respecter sera celle fixée après accord de la maîtrise d'œuvre.
  - \* Tracé d'épure : sauf stipulation expresse du marché, l'écart toléré par rapport au tracé théorique d'une structure ou d'un de ces éléments sera fonction de ladite structure ou de l'élément exprimés.

#### 4.1.3.4.3 Montage

##### 4.1.3.4.3.1 Montage à blanc

En fonction des exigences et de la complexité des ouvrages du projet, l'entrepreneur devra faire un montage provisoire en atelier dit à blanc des éléments complexes ou simples pour vérifier le respect dimensionnel de l'ouvrage suivant ses propres plans émanant de ceux du maître d'œuvre. Il sera procédé au boulonnage pour chaque assemblage, puis au déboulonnage qui ne devra pas avoir été la cause de déformation élastique des autres pièces.

#### Le montage à plat des poutres complètes :

- Ne sera pas exigé au présent marché ;
- Sera exigé au présent marché.

En ce qui concerne les poutres et ou tronçons de poutre pourront faire l'objet d'un montage dit à plat.

Dans ce cas, il sera alors prévu un espace suffisant dit de chantier permettant le passage aisé par-dessous afin d'assurer une complète vérification des ouvrages qui auront été assemblés, notamment lors du rapprochement des pièces par divers serre-joints, avec l'aide de broches (exécution manuelle avec des coups modérés avec un marteau) permettant l'ajustement relatif des pièces

sans provoquer une déformation des trous et permettre ainsi le boulonnage aisé des assemblages.

#### **4.1.3.4.3.2 Montage sur place**

Il est fait le rappel à l'entrepreneur qu'il devra assurer un parfait montage des diverses pièces constituant l'ouvrage. Il devra notamment :

- Vérifier et réceptionner les ouvrages des autres corps d'état sur lequel seront posés ses ouvrages et en cas de non-conformité il en informera par écrit le maître d'œuvre ;
- Prendre toute mesure de protection lors de la manipulation afin de ne pas causer la déformation des pièces, voire d'endommager la peinture ;
- Assurer un parfait aplomb lors du montage de ses ouvrages ;
- Éviter tous voilages, torsions, courbures anormales qui pourraient être occasionnés par le transport ou lors de leur manutention.

Dans le cas où l'entrepreneur constaterait que cette directive n'a pas été respecté, et que les déformations sont toutefois minimes, alors il en devra le redressement avant le montage des éléments. Dans les cas où ces déformations sont majeures, alors tous les éléments incriminés seront retournés en atelier. Il est entendu que ce retour et remplacement des éléments sont à la charge de la présente section et il ne devra pas générer un retard quelconque du chantier de son propre section et aux autres sections, dans le cas contraire, il lui sera fait l'application de pénalités de retard.

- Lors du brochage, l'exécution sera dite manuelle avec des coups modérés avec un marteau permettant l'ajustement relatif des pièces sans provoquer une déformation des Trous et permettre ainsi le boulonnage aisé des assemblages ;
- Réaliser le montage sur place par boulons appropriés "sauf prescription contraire du marché" tant qu'au sujet de leur qualité que de leur diamètre ;
- La mise en place d'écrous appropriés tant qu'au sujet de leur qualité que de leur diamètre, ils seront bloqués à l'aide d'une clé dynamométrique pour en assurer un parfait blocage. Dans le cas où les boulons travailleront à la traction et que l'entrepreneur ne disposerait pas de contre-écrous pour éviter tout desserrage de ce dernier, alors l'entrepreneur devra faire procédé au matage convenable des filets ou par un point de soudure approprié à cet effet.
- En présence d'assemblages dits boulonnés et supportant des efforts importants, il est fait le rappel à l'entrepreneur que la longueur du corps cylindrique des boulons devra être supérieure à l'épaisseur totale à serrer et ces boulons seront alors munis sous leurs écrous de rondelles d'épaisseur supérieure à cet excédent de longueur.
- Vérifier qu'en aucun cas, la partie dite filetée ne devra pas régner au droit d'une section dite cisailée et que dans les assemblages transmettant des efforts dits importants, les boulons qui auront été posés sur profilés présentant des faces inclinées seront alors munis de rondelles d'épaisseur variable, et cela de façon à assurer un repos correct de la tête ou de l'écrou et permettant ainsi un serrage normal.
- Lors d'assemblages dits par boulons à haute résistance à serrage contrôlé, les prescriptions qui seront à appliquer lors de l'exécution à pied d'œuvre seront celles de l'emploi de boulons dits à haute résistance à serrage contrôlé, et cela pour les constructions en atelier.
- Lors du rivetage et cela dans le cas d'un montage à pied d'œuvre exigera la mise en œuvre de rivets, cette opération sera alors effectuée par des ouvriers spécialisés et dans les conditions identiques que celles de l'exécution en atelier. Sauf spécifications contraires du marché, tout rivetage effectué sur place sera fait au marteau pneumatique dans les mêmes conditions que celles formulées pour les constructions en atelier. Tous les ouvrages devront alors reposer provisoirement sur leurs appuis par l'intermédiaire de calages suffisamment stables réservant ainsi le jeu nécessaire pour les scellements.

#### **4.1.3.4.4 Particularités des travaux de réparation ou de modification de charpentes existantes**

##### **4.1.3.4.4.1 Particularités d'existants**

Lors de travaux dits de dérivetage, le titulaire du présent devra lors de cette opération prendre toutes les précautions dites d'usage afin d'éviter toute déformation des trous des anciens rivets. En présence de criques sur les bords d'un trou, alors pour chaque cas les rivets seront alors percés pour être facilement chassé de leur emplacement et cela afin d'éviter les risques d'avaries.

Dans le cas où il serait précisé sur les plans de l'exécution de nouveaux joints, alors dans ce cas toutes les coupes seront effectuées à la scie ou au chalumeau, dans ce dernier cas, elles seront soigneusement ébavurées proprement à la meule.

Afin d'assurer le bon repérage des trous, des gabarits seront alors faits pour relever avec exactitude l'emplacement de chaque trou existant et cela pour chaque élément ancien à raccorder.

Dans le cas où il serait précisé sur les plans qu'il sera nécessaire de réaliser sur place de nouveaux trous pour permettre le raccord par assemblage dit à neuf avec un élément ancien, alors après la mise en contact direct des pièces l'alésage sera d'au moins de 4 mm sur le diamètre. Il sera prévue une étude particulière lorsqu'il sera nécessaire de redresser des pièces de section notable Dans la



mesure où un chauffage et une percussion des pièces seraient nécessaires, ils seront réalisés avec circonspection afin que le dérivetage puisse s'effectuer sur une longueur suffisante pour en faciliter le redressement. Il est précisé qu'après le redressement tous les trous seront alors soigneusement alésés afin d'être en mesure d'assurer nouveau rivetage avec un diamètre adapté.

#### **4.1.3.4.5 Peintures**

Après les diverses opérations précitées, l'entrepreneur devra toutes les reprises de peinture et cela sur toutes les parties modifiées lors de la pose sur le chantier, rivets, boulons, éraflures, etc...

### **4.1.3.5 EXÉCUTION DES TRAVAUX EN ALLIAGES**

#### **4.1.3.5.1 Stockage, tolérances, traçage**

##### **4.1.3.5.1.1 Stockage**

Les ouvrages en alliage d'aluminium seront stockés sur le chantier à un emplacement dit propre et sec, il est précisé au titulaire de la présente section que ses ouvrages ne devront pas avoir autant que possible un contact direct et prolongé avec d'autres métaux incompatibles, du ciment, du bois humide et dans tous les cas à éviter.

##### **4.1.3.5.1.2 Tolérances d'exécution**

Il est fait le rappel ci-dessous à l'entrepreneur que :

- Les tolérances admises pour l'exécution seront celles qui sont fixées par le DTU 32.1 concernant la construction métallique des charpentes en acier, sauf spécifications portées au présent document.
- Du point de vue exclusif de la résistance de ses ouvrages et sans déroger aux directives mentionnées dans le présent marché ainsi qu'aux conditions imposées, il aura le choix soit par le fait de l'utilisation de ses ouvrages, soit le type de mise en œuvre des aménagements et d'installation.

##### **4.1.3.5.1.3 Travail après recuit**

Il est précisé dans le présent document que, lorsque le traitement thermique est postérieur à l'exécution de la pièce, cette dernière devra retrouver ses caractéristiques mécaniques initiales qui auront servi à déterminer son dimensionnement.

#### **Travail après recuit :**

- A pour but de permettre localement une déformation plus facile de la partie souhaitée ;
- Pendant cette opération de recuit, le métal ne devra pas être brûlé.

#### **Travail sur trempe fraîche :**

- Cette opération devra faire l'objet d'une mise au point sous la surveillance d'un spécialiste "sachant"

#### **Travail à chaud :**

- Est une solution qui devra être évitée autant que possible, sauf en cas de nécessité absolue et après avis et accord du maître d'œuvre. Cette opération s'effectuera en atelier sous le contrôle exprès d'un sachant, afin d'être en mesure de vérifier avec précision que la température appliquée sera bien celle requise pour l'alliage mis en place.

##### **4.1.3.5.1.4 Traçage et marquage**

Lors de cette opération de traçage sur des métaux en alliage d'aluminium, l'entrepreneur devra tenir compte des conditions ambiantes de température et il prendra soin de ne pas rayer la surface sauf si ladite surface pourra être supprimée lors de l'opération d'usinage ou de soudage.

##### **4.1.3.5.1.5 Planage et dressage des pièces**

#### **Cette opération a pour objet :**

- D'assurer le redressage afin de permettre de corriger la déformation subie lors des opérations de coupe et d'usinage et il devra être, en cas de besoin, exécuté à froid ;
- De ne pas employer un moyen de chauffage quelconque pour cette opération, cela est interdit ;
- D'assurer également le planage et le dressage qui devront être exécutés sans provoquer de choc à la presse ou à la machine à rouleaux et de ne laisser aucune marque locale sur le métal après cette opération.

#### **4.1.3.5.2 Pliage et cintrage**

Pendant cette opération de pliage et de cintrage il peut se produire des criques apparentes, alors dans ce cas la pièce ainsi ouvrée sera mise au rebut et notamment pour.



**Les tôles :**

- Il est précisé à l'entrepreneur qu'il doit tenir compte du rayon de cintrage qui est en fonction de l'épaisseur comme précisé dans la norme NF A 50-451 ;
- Devront être, sauf impossibilité, pliées dans le sens perpendiculaire au laminage et dans le cas les rouleaux de la cintruse présenteraient des marques ou de la rouille, alors L'entrepreneur devra procéder à la mise en place d'intercalaires en tôles minces (3/10 et 5/10 mm), récupérables, d'aluminium écroui avec la tôle à cintrer ;
- Dans le cas d'une utilisation d'une épaisseur de tôle > à 6mm, l'arrête de cette tôle devra au droit du pli être préalablement biseautée ;
- Toutes tôles ayant des criques seront immédiatement rebutées.

**Profilés :**

- Lors de l'opération de cintrage d'un profilé celle-ci ne devra pas entraîner une déformation de la section, ni de marquages pouvant nuire à sa bonne tenue ;
- Le cintrage d'un profilé ne devra entraîner ni déformation de la section, ni marquage susceptibles de nuire à sa bonne tenue.

**4.1.3.5.3 Perçage et alésage**

**4.1.3.5.3.1 Perçage et alésage, rivetage**

- Une fois que les pièces auront bien superposées et bien serrées l'une contre l'autre, alors l'entrepreneur pourra procéder à leur perçage suivant le diamètre recherché, puis il réalisera la séparation des dites pièces. Dans le cas où des bavures seraient constatées, elles seront immédiatement supprimées. Si le perçage de ces pièces n'était réalisable, alors les trous seraient réalisés avec un diamètre inférieur, puis après coup ils seront alésés perpendiculairement aux faces et cela pour obtenir le diamètre désiré au bon montage de ces pièces. Lors de la coupe celle-ci devra être propre et franche sans aucune amorce de fissure ;
- Dans le cas où les éléments seraient peu sollicités mais soumis à des efforts dits statiques, alors l'entrepreneur aura la possibilité de réaliser des trous jusqu'à un diamètre de 12 mm. Ce perçage pourra être effectué par un poinçonnage direct au diamètre approprié, mais sous réserve que l'épaisseur de la tôle ne soit pas supérieure au 2/3 du diamètre ;
- Un léger fraisage "chanfrein" sera fait sur chaque poinçonnage avec un foret légèrement plus gros que le trou destiné à la fixation par rivetage pour des assemblages qui seront soumis à diverses sollicitations ;
- Afin d'être en mesure d'assurer dans de bonnes conditions le rivetage et où le boulonnage, l'entrepreneur, veillera à la bonne concordance des trous permettant ainsi la pose aisée des rivets et où des boulons en lieu et place ;
- Le diamètre des trous sera le diamètre dit nominal des rivets et boulons majoré des tolérances connues de tous.

**4.1.3.5.4 Rivetage**

**4.1.3.5.4.1 Rivetage**

Pour toute opération de rivetage, l'entrepreneur devra respecter l'ordre d'exécution ci-dessous :

- En premier lieu que le diamètre du trou soit approprié à celui du rivet ;
- S'assurer de la bonne distance entre les lignes dites longitudinales de rivets (alternés ou non ;
- S'assurer de la bonne distance entre les lignes dites l'entraxe de rivets ;
- S'assurer de la bonne distance à partir de l'axe d'un rivet au bord le plus voisin de la pièce assemblée, dans le sens de l'effort, sollicitant l'assemblage (pince longitudinale) ;
- S'assurer de la bonne distance de l'axe d'un rivet au bord le plus voisin de la pièce assemblée dans la direction normale à l'effort sollicitant l'assemblage (pince transversale) ;
- S'assurer de la bonne épaisseur de la plus mince des pièces assemblées ;
- S'assurer que les conditions de distance soient bonnes pour la mise en lieu et place des rivets ;
- L'entrepreneur n'est pas un simple exécutant, il doit veiller à ce que l'espacement minimal soit respecté ainsi que du bon renforcement du bord du profilé, cornière à boudin par exemple ;
- Il est rappelé à l'entrepreneur que le diamètre des rivets ne devra être en aucun cas, ni inférieur à l'épaisseur de la pièce assemblée classée immédiatement après la pièce assemblée la plus épaisse, - ni inférieur au 1/4 de sa totalité de l'épaisseur des éléments assemblés.

**4.1.3.5.4.2 Conditions particulières d'emploi des rivets**

**Emploi de rivets dits longs :**

- La mise en place de ce type de rivet impose que l'épaisseur totale des pièces à assembler ne devra pas dépasser le diamètre du rivet multiplié par 4. Il sera toutefois admis et cela qu'à titre exceptionnel d'aller jusqu'à 5 fois le diamètre du rivet, mais en augmentant de 1% par 1,5 mm de serrage supplémentaire ;





- Emploi des fourrures ;
- Lorsqu'il sera fait la mise en place d'un nombre suffisant de rivets dits travaillant au cisaillement et qui auront été calculé de façon normale, alors dans ce cas, il devra être augmenté de 2% par 1,5 mm d'épaisseur totale des fourrures utilisées dans le joint.

**Emploi de rivets dits fraisés :**

- Il est fait le rappel que lors de l'emploi de rivets dits fraisés cela n'aura aucune conséquence sur la diminution de la résistance au cisaillement mais par contre, il ne devra pas être négligé de prendre comme base de départ la moitié de la hauteur du fraisage pour être la mesure de fournir la valeur de la résistance du matage.

**Pour les rivets dits travaillant en traction :**

- Lors de cette opération, il ne sera pris en compte que les 2/3 de la résistance d'un rivet dit ordinaire. Dans le cas d'une utilisation de rivets à tête dite réduite et travaillant en traction ;
- Alors l'entrepreneur devra justifier leur résistance, soit par le calcul, soit au moyen d'essais ;
- Un rappel est fait à l'entrepreneur que l'emploi de rivets en A-G5 ne pourront être employés qu'en atmosphère dite non corrosive.

**Exécution du rivetage :**

- Il est précisé à l'entrepreneur qu'avant et pendant l'opération de rivetage, toutes les surfaces des éléments qui seront à river devront impérativement être collées l'une contre l'autre, cette conduite à tenir permettra d'éviter de créer des contraintes de pose et d'assurer qu'aucune déformation ne sera faite, ni bâillement des pièces après le rivetage. L'entrepreneur devra après l'opération précitée, mettre en place chaque tige du rivet dans son logement et elle devra remplir complètement celui-ci, avec les éventuels désalignements légers qui pourraient y avoir. Toutes les têtes des rivets devront assurer le maintien des pièces et elles seront dites concentriques aux tiges, avoir une forme bien formée et ne devront pas posséder des criques ;
- Lors de l'opération du rivetage et notamment du côté de l'application de la bouterolle, il ne devra pas avoir une marque de la bouterolle.

D'une façon plus générale la pose et le rivetage des rivets en aluminium se feront à froid. Il est rappelé que lors de l'utilisation de rivets qui ne dépassent pas 16 mm, alors il pourra être utilisée une tige dite normalisée immédiatement inférieure à celle normalement définie pour la dimension de la tige. En principe, il ne sera pas fait utilisation de rivets supérieurs à 22 mm. Pour le rivetage dit à chaud de rivets en alliages d'aluminium, il est impératif de respecter la puissance de chauffe appropriée à l'alliage et cela pendant cette opération, sinon le rivet sera dit brûlé et impropre à son utilisation et mis au rebut.

En ce qui concerne les rivets dits en acier leur pose s'effectue à chaud rouge cerise, passer ce point de chauffe le rivet sera dit brûlé et devra être mis au rebut.

**4.1.3.5.5 Boulonnage**

Il est fait le rappel à l'entrepreneur les conditions dans lesquelles les boulons seront posés seront identiques à celles des rivets et notamment pour ce qui concerne la distance entre les têtes des boulons ainsi que dans le choix des dimensions (diamètre, longueur). Tout emploi de boulons dits en alliage d'aluminium devra avoir été préalablement traité avec une protection dite par anodisation et colmatage gras au bichromate.

**Les boulons en acier seront :**

- Soit dits galvanisés ou alors dits cadmiés électrolytiquement, avoir une épaisseur de protection minimale de 10 microns (mesure faite sur la tête du boulon) ;
- Soit dits galvanisés à chaud, avoir une épaisseur de protection définie par un dépôt minimal de 5 g de zinc par décimètre carré.

**Cas pour les éléments dits fortement sollicités :**

- Le type de boulon devra avoir une partie dite lisse, et elle aura pour dimension toute l'épaisseur de l'assemblage des pièces et le filetage dépassera l'écrou d'au moins un pas ;
- Afin d'assurer une parfaite protection des têtes et des écrous, alors il leur sera interposé une rondelle ayant le même type d'alliage que les pièces à assembler ;
- Seront obligatoire la pose de freins dits d'écrous pour tous les écrous travaillant en traction. Pour tous les autres cas, l'entrepreneur se reportera aux spécifications propres du présent marché pour le choix du type de freinage à appliquer.

**Boulonnage à haute résistance :**



- Ne seront pas applicables au boulonnage à haute résistance toutes les dispositions décrites précédemment, mais celles qui s'appliqueront à ce type d'assemblage seront celles qui sont prévues par les Règles AL définies dans ce même document ;
- Il sera procédé avant tout assemblage à un traitement dit particulier de toutes les surfaces en contact direct et avoir au coefficient de frottement admis dans les calculs.

Chaque boulon (vis et écrous) devra avoir été préalablement traité par un bain protecteur, soit en conformité avec les spécifications citées précédemment pour les surfaces dites extérieures.

#### 4.1.3.5.6 Soudage

##### 4.1.3.5.6.1 Soudage, programme

L'entrepreneur pourra procéder au soudage de fer soit par un procédé dit à l'arc électrique ou dit par résistance et ils sont décrits ci-dessous :

- Soit le soudage est du type à l'arc, dans ce cas, il se fera sous protection gazeuse d'argon ou d'hélium, purs ou en mélange ;
- Soit le soudage est par le procédé TIG dans ce cas, il se fera par un arc au tungstène manuel ou automatique ;
- Soit le soudage est réalisé par le procédé MIG dans ce cas, il se fera à électrode consommable semi-automatique ou automatique ;
- Soit le soudage est réalisé par résistance et qui se fera soit par points en recouvrement pour les éléments de faibles épaisseurs, soit en bout par étincelage.

#### Dessins d'exécution :

Il est stipulé à l'entrepreneur qu'il devra impérativement respecter les dessins dits d'exécution. En effet, il est prévu pour chaque ouvrage ou partie d'ouvrage un dessin qui lui est propre avec toutes les indications nécessaires pour une exécution correcte des assemblages. Toute pièce ou partie d'ouvrage présentant des soudures non prévues au dessin pourra être refusée.

#### Programme de soudage :

Dans le cas où les documents du marché prescriraient l'établissement par l'entrepreneur d'un programme de soudage, l'entrepreneur sera tenu de le respecter les conditions détaillées d'exécution du soudage et notamment :

- L'ordre d'exécution des assemblages ;
- Le mode de soudage ;
- La préparation et le positionnement des cordons, lors de leur exécution ;
- L'ordre d'exécution des cordons.

#### Préparation des pièces :

- Chanfreinage : toutes les pièces des ouvrages à souder devront être aux préalables chanfreinés suivant la NF A 87-010. Il est fait l'observation suivante à l'entrepreneur que dans le cas d'un soudage bord à bord et sans reprise à l'envers la quarte de chacune des tôles du côté opposé au soudage sera abattues au grattoir.
- État de surface : le point où s'effectuera le soudage devra être préalablement dégraissé par un solvant approprié, puis il sera procédé à un décapage soigné (par l'utilisation d'une brosse en acier inoxydable) ou par un procédé dit chimique (solution acide ou alcaline). Mais dans ce dernier cas, l'entrepreneur devra réaliser un traitement pour en assurer la parfaite neutralisation.

##### 4.1.3.5.6.2 Méthode, contrôle, qualification

Il est rappelé à l'entrepreneur :

- Les paramètres de soudage qui seront à réaliser en fonction du choix du procédé, du genre de soudage à effectuer et l'épaisseur des éléments à souder. En effet, il devra respecter la conduite à tenir ainsi que pour les modalités dites opératoires lors du soudage et devront être comme les effets dits calorifiques ne provoqueront que de faibles déformations et cela sans introduire des contraintes dites nuisibles à la bonne tenue du métal ;
- L'exécution des travaux de soudage devra être faite à l'abri des courants d'air. Toutes les surfaces des pièces à souder seront réputées sèches, après chaque passe, elle sera brossée. Il est précisé que pour toutes les soudures dites chanfreinées d'un seul côté nécessitera une reprise à l'envers et il en sera de même pour les fonds des soudures dites chanfreinées en forme de X qui devront alors être gougés à l'aide d'un outil dit à profil arrondi. Le corindon formant un dépôt sur le cordon de soudure ne devra en aucun cas être la cause d'une formation d'un caniveau dans le métal de base ;
- Qu'une fois le corindon enlevé, l'aspect de la surface du cordon devra être régulier ainsi que sa section, dans le cas où cette directive ne serait pas respectée, alors il sera procédé à son élimination par meulage dit à blanc, puis sera exécuté une seconde opération de soudage en évitant également la formation de cratères dits d'extrémité.

**Le contrôle obligatoire de toutes ses soudures :**

- En effet, toutes les soudures devront répondre aux spécifications dites de résistance prise en compte dans les calculs. Elles devront avoir une bonne apparence et plus être exemptes de fissures, de criques, d'inclusions d'oxydes, ne pas avoir de grosses soufflures ou de grosses contaminations par le tungstène. Toute soudure dite criquée longitudinalement ou transversalement devra être reprise suivant le processus déjà précité ;
- Toutes les soudures devront être réalisées par un soudeur ayant une licence de soudure en fonction du type de procédé choisi ;
- L'entrepreneur devra se soumettre au contrôle technique pour l'agrément de ses soudures et du matériel permettant de vérifier la certitude d'une bonne exécution. En effet toutes les soudures sont à réaliser par un soudeur spécialisé qui utilisera un matériel approprié dans le cas où cela aurait été demandé dans le marché lors de la consultation. Cette vérification sera faite sur un métal dit consécutif de ladite charpente et cela afin de juger après examen de la texture que celle-ci ne présente pas une cassure pouvant être obtenue par une rupture de l'assemblage ;
- Certains défauts de soudage sont constatés notamment, collages divers, soufflures, amorçages, etc. L'aspect global des surfaces dites visibles ne devra alors pas être supérieur à 4% des essais pratiqués et pour ce qui concerne les surfaces d'essai les moins favorables, elles seront limitées à 8 %. Lorsqu'il sera réalisé des soudures pour des éléments qui seront que très peu sollicités, alors il sera admis des défauts jusqu'à une proportion 8% pour l'ensemble des essais et jusqu'à 16% pour l'essai le moins favorable. Dans la progression de cette surface, il ne sera toutefois pas tenu compte des soufflures dites inférieures à 0,5 mm de diamètre. Il est précisé à l'entrepreneur que chaque zone sera repérée dans un rapport avec l'auteur des dites soudures.

**4.1.3.5.7 Assemblage et montage sur chantier**

Il est précisé à l'entrepreneur que :

- Le montage sera effectué sur le site et que tous les aplombs devront être respectés ainsi que les alignements et les niveaux. Aucune pièce ou élément ne devront subir aucune blessure lors de leur diverse manipulation. Dans le cas d'un constat du voilage des pièces ainsi que diverses torsions ou des courbures occasionnées lors de leur transport ou de leurs diverses manipulations, alors il sera fait leur redressement avant toute mise en place et cela soit sur le site ou si besoin en atelier ;
- Toutes les déformations précédemment mentionnées ci-avant et qui ne pourront être reprises ou redressées afin de ne pas nuire aux propriétés des assemblages, ils seront rebutés et remplacés aux frais de la présente section. L'entrepreneur est tenu d'assurer une totale maîtrise du montage et permettant ainsi une parfaite stabilité de l'ouvrage dans toutes les phases du montage et du démontage si nécessaire ;
- Lors des assemblages à l'aide de broches pour bien positionner les divers assemblages, elles ne devront en aucun cas être la cause de déformation, ni de l'agrandissement des trous dans lequel elles auront été logées, ni d'avoir un diamètre supérieur au trou cela est interdit ;
- Sauf autre moyen d'assemblage mentionné dans les stipulations contraires des DPM, alors le montage se fera par boulonnage. Il est fait le rappel à l'entrepreneur qu'il doit assurer l'entretien après montage, ce qui implique que tous les points des éléments de la charpente et des assemblages resteront bien accessibles pour cet entretien qu'il sera prévu dans les points dits bas une évacuation des eaux provenant soit de l'extérieur soit produites par condensations ;
- Il sera tenu compte du coefficient de dilatation de l'aluminium et de la température au moment du réglage.

**4.1.3.6 CONSTRUCTIONS SOUDÉES EN ACIER**

**4.1.3.6.1 Programme de soudage**

**4.1.3.6.1.1 Généralités**

**Programmation :**

L'entrepreneur devra établir son programme de soudage sur son papier à entête daté et visé par ce dernier et il mentionnera à quel partie d'ouvrage il est fait référence en tenant compte du planning imposé par ce type d'ouvrage avec à l'appui de dessins, tableaux, etc... si nécessaire et notamment :

- Pour la totalité de l'ouvrage ou d'une seulement qu'une partie d'ouvrage ;
- Dans l'ordre de la mise en œuvre des assemblages ;
- Toutes les mesures pour réduire au minimum les contraintes propres ainsi que les déformations pouvant survenir pendant les manipulations, transport, etc...

**Pour chaque mise en œuvre et en fonction du type de joint, l'entrepreneur devra préciser :**

- Quelles seront les caractéristiques et la qualité de l'acier pour chaque joint ;



- Les différentes épaisseurs pour chaque élément à assembler ;
- Leur positionnement dans l'ouvrage afin de réaliser un soudage fout à bout, en angle, à clin, à entaille, etc...
- Le mode de soudage qu'il compte employer (manuel avec électrodes enrobées, sous flux, automatique ou semi-automatique, etc.) avec justification de la convenance du procédé ;
- Quel sera le mode de préparation qu'il compte prendre pour chaque élément à souder (définition et mode d'exécution des chanfreins) ;
- La situation dans l'ouvrage des pièces avec pour chacune d'elles le détail des divers retournements si cela sera nécessaire pour leur repérage, ainsi que les dispositions prises pour éviter toute avarie lors de retournements.

**Mise en place des éléments pour le soudage est définie ci-dessous :**

- Il sera précisé l'intervalle à fond de chanfrein ;
- Le pointage à la soudure (définir la longueur et l'espacement des pointages) ou fixation par serre-joints, clames ou autres moyens appropriés ;
- Il sera précisé l'ordre d'exécution des cordons ;
- Quel sera le type de traitement si cela est nécessaire (ex thermique par préchauffage, recuit, dégourdissement, etc.) il pourra être global ou local dans ce cas, l'entrepreneur précisera les moyens de chauffage et quel sera la température.

**4.1.3.6.2 Exécution à l'atelier**

**4.1.3.6.2.1 Programme de soudage pour joints**

- Ce programme sera prévu pour tous les ouvrages, ou parties d'ouvrage qui devront être assemblées par soudage. Les plans devront permettre une lecture aisée de ces divers assemblages par soudage et cela afin d'en assurer leur bonne exécution en atelier en suivant strictement ceux qui sont définis sur les plans. Toute pièce ayant été réalisée avec des soudures non prévues aux plans sera mis au rebut ;
- Pour tous les assemblages pouvant être soumis à de fortes sollicitations ou présentant certaines difficultés de soudage, alors le présent marché pourra demander à l'entrepreneur qu'il établisse un document spécial appelé "Programme de soudage" définissant ainsi les conditions détaillées de l'exécution du soudage de ses ouvrages. En effet, son programme devra respecter les prescriptions qui suivront ci-après, il devra être approuvé par le maître d'œuvre avant tout début de travaux ;
- Le choix du mode de soudage sera effectué à l'arc électrique avec électrodes métalliques enrobées. Le présent marché pourra toutefois prévoir un autre moyen de soudage, notamment l'utilisation du soudage sous flux ou alors une certaine liberté sera donnée à l'entrepreneur de proposer l'utilisation d'un autre procédé de soudage approprié. Mais dans ce dernier cas le procédé utilisé sera en tout point conforme aux prescriptions définies aux autres procédés de soudage.

**4.1.3.6.2.2 Programme de soudage pour cordons**

Ce programme définira les dimensions diverses, le type de chaque cordon, l'ordre dans lequel sera exécuté le dépôt des passes avec pour chaque passe :

**Celui réalisé par soudage dit manuel :**

- Par définition celui-ci est une appellation dite commerciale et dans lequel il est utilisé divers types de baguettes de soudure et divers diamètres. Le poste de soudure pourra être alimenté en courant électrique (alternatif ou continu pôle + ou - à l'électrode) ;
- Voltage et ampérage, celui-ci devra permettre de respecter les prescriptions du fabricant d'électrodes, ainsi que les normes techniques propres pour les opérations de soudure. Ce réglage sera fait en fonction du type de soudure à réaliser et de fers à assembler avec une ou sans reprise à l'envers ou première passe soutenue sur cale en cuivre (en gouttière, à plat, horizontale, verticale montante ou descendante, en plafond). Il sera également précisé le point de départ de chaque passe et sens d'avancement. Quelles seront les précautions à prendre pour éviter ou éliminer les cratères d'extrémité.

**Celui réalisé par soudage sous flux :**

- Par passe manuelle dite de soutien (éventuellement) réalisée avec une machine dite automatique ou semi-automatique avec une granulation de la poudre de bonne qualité ;
- Réglage du voltage et de l'ampérage sera en fonction de la position dite soudage des assemblages. Il sera également précisé le point de départ de chaque passe et sens d'avancement, puis l'élimination des cratères d'extrémité si nécessaire.

**4.1.3.6.3 Préparation des pièces pour soudage**

#### 4.1.3.6.3.1 Généralités

- Il est fait le rappel à l'entrepreneur pour ce qui concerne les prescriptions du planage, dressage, traçage et débitage pour les constructions dites rivées ou dites boulonnées puis exécutées en atelier, dans ce cas les prescriptions applicables seront celles des constructions dites soudées ;
- Il existe des cas où les tolérances dites dimensionnelles de fabrication pourront conduire à assembler bout à bout des poutrelles dont les profils ne concorderaient pas exactement en épaisseur, hauteur ou largeur. Alors l'entrepreneur agissant comme l'homme de l'art devra faire en sorte de trouver le meilleur compromis pour permettre d'apparier les extrémités dites à rabouter, quand rien ne s'y opposera par ailleurs. Cette directive a pour objet d'obtenir les meilleures concordances de profils. Lorsque différents de profils seront utilisés, s'il en existe, alors ils seront rachetés en fonction du plan et notamment en fonction de l'inclinaison convenable de l'assemblage à souder ;
- Lors de la réalisation des chanfreins pour la mise en soudure des joints, ils seront préparés soit à la raboteuse, au burin, à la meule ou au chalumeau automatique. Si l'entrepreneur est amené à utiliser des aciers dits à haute limite élastique, le chalumeau automatique ne sera toléré mais à la seule condition de ne pas créer de zone martensitique fragile.

#### 4.1.3.6.3.2 Soudage manuel à l'arc électrique

Lorsque le projet fera appel pour ses charpentes métalliques à des tubes destinés à être assemblés par soudage, alors le marché précisera les prescriptions techniques à respecter lors de leur exécution.

- Le procédé utilisé sera dit soudage manuel à l'arc électrique dans lequel il est fait l'utilisation de divers types d'électrodes avec de l'enrobé. Toute soudure devra être réalisée uniquement par des ouvriers agréés comme soudeur et cela sous la surveillance permanente d'un chef soudeur ;
- Agrément des soudeurs ;
- Dans le cas où cette demande d'agrément des soudeurs serait mentionnée dans le marché, alors il sera procédé à des essais de texture ayant pour but de vérifier essentiellement si l'ensemble (soudeur et matériel) donnera une suffisante certitude de bonne exécution des assemblages envisagés ;
- Ces essais seront du même type que les assemblages à réaliser pour ce projet et ils seront exécutés par des soudeurs dits qualifiés qui utiliseront pour chaque type de métal les électrodes appropriées avec un parfait réglage du poste de soudure en fonction de la position d'exécution dans le projet.

Préparation des éprouvettes

Il est demandé que chaque assemblage devra totaliser une longueur de joint de 40 cm environ, puis Il sera découpé de manière à obtenir des barreaux de 55 mm de largeur.

Épreuves : après avoir pratiqué préalablement une saignée dans la soudure des barreaux, cette opération consistera à rompre par pliage les éprouvettes ainsi obtenues de façon à obtenir la rupture dans ladite soudure. Ces ruptures seront après coup examinées du point vu de leur texture et il sera noté chaque défaut, tels que collages, soufflures, inclusion ou non de laitier ou d'oxydes. Ainsi, la somme des surfaces dites apparentes des défauts constatés n'en aucun cas dépasser 4 % de ladite surface qui aura été sectionnée et cela pour le barreau le moins favorable. Après chaque soudure celle-ci sera identifiée à proximité des cordons avec un poinçon appartenant à chaque soudeur agréé.

#### 4.1.3.6.3.3 Exécution du soudage en atelier

- L'exécution de la procédure de soudage sera celle qui aura été préparée conformément aux plans de détail des pièces à souder et seulement après que celles-ci auront été préalablement assemblées en fonction de leur positionnement in situ par des serre-joints ou autres moyens appropriés et pouvant assurer sans effort excessif un serrage adéquat et de façon à ne pas être ébranlées pendant l'opération de soudage et lors du refroidissement. Il est fait le rappel à l'entrepreneur qu'il devra prendre toute mesure adaptée pour réduire autant que possible les déformations et les contraintes résultantes aux efforts dits calorifiques (fusion du métal), de retrait (refroidissement) et d'éviter la tempe éventuelle ;
- L'entrepreneur devra dans tous les cas respecter l'ordre des soudures afin de limiter les déformations. Les opérations de soudage devront se faire à l'abri du vent, de la pluie, et de la neige. Elles seront interrompues immédiatement dès que la température dans le poste de travail s'abaissera au-dessous de - 5°C. Entre - 5°C et 0°, de ce fait, l'entrepreneur prendra toute mesure dites spéciales telle que le préchauffage de pièces avant soudage et seront réputées sèches. L'emploi de baguette avec un enrobage dit hydrophile (électrodes basiques notamment) devra être étuvé avant leur suivant les recommandations du fabricant, puis elles seront conservées dans une étude appropriée et cela jusqu'au moment de leur nouvel emploi ;
- Dès la première passe de soudure l'entrepreneur piquera le corindon qui a été déposé sur le cordon y compris les scories et cela pour chaque passe. Ces mêmes précautions devront être respectées lorsqu'il faudra continuer une soudure qui aura été arrêtée ou sera à raccorder en deux soudures. Il sera procédé au prolongement hors œuvre de



la soudure pour éviter la formation de cratères dits d'extrémité. Dans le cas de la présence de gouttelettes provenant des projections de soudure, elles seront supprimées. Pour éviter toute reprise dite à l'envers après piquage ou usinage de soudure dite en V, il sera fait l'utilisation d'outils à profil arrondi, il est précisé à l'entrepreneur que l'utilisation d'outils dits droit est interdite ;

- Le métal de base ne devra pas avoir de sillon provenant du dépôt de cordon de soudure. L'aspect final de la surface du cordon devra être régulier et aussi lisse que possible, dans le cas du non-respect de cette directive, l'entrepreneur devra alors procéder à la recharge ou au meulage de façon à ne pas présenter ni un manque de matière, ni être en discontinuité, ni bavure, ni bombement excessif. Il est à noter que dans certains cas pour ne pas créer de zone martensitique fragile lors du rechargement, il sera alors employé des aciers dits à haute limite élastique. De plus toute soudure ayant des criques situées longitudinalement ou transversalement devra être reprise.

#### 4.1.3.6.3.4 Soudage sous flux

- Dans le cas du choix de ce type de soudage, alors l'entrepreneur devra disposer d'appareils de ce type munis de tous les dispositifs adaptés et permettant de s'assurer un contrôle efficace en cas de besoin d'un nouveau réglage du tracé du fil utilisé comme électrode jusqu'à la poignée de soudage. Tous les appareils utilisés auront été préalablement révisés afin d'être en mesure de régler à tout instant le voltage et l'ampérage du courant nécessaire au moment du soudage ;
- L'utilisation de ce type de soudage sous flux entièrement automatique ne donne pas l'agrément du soudeur. Mais dans le cas où il est demandé dans le présent document un soudage sous flux semi-automatique, alors la maîtrise d'œuvre pourra demander l'agrément des soudeurs et cela suivant les directives prévues aux prescriptions concernées ainsi que celles des soudeurs chargés de l'exécution éventuelle des passes dites de soutiens en soudages dits manuels.

#### 4.1.3.6.3.5 Autres procédés de soudage

Il est fait le rappel à l'entrepreneur que dans le cas où celui-ci souhaiterait utiliser un autre moyen de soudage que le soudage manuel ou le soudage sous flux (par ex. : soudage à forte pénétration, soudage électrique par résistance, etc.) il devra au préalable établi suivant les indications citées au programme de soudage avoir l'accord du maître d'œuvre. En effet, ce programme précisera toutes les conditions d'exécution du travail ainsi que tous les essais qu'il compte faire pour obtenir l'agrément de son procédé, avec des soudeurs ayant les prérequis pour effectuer le soudage avec toutes les caractéristiques de qualité exigées et éventuellement quel sera le métal de base employé.

### 4.1.3.7 RÈGLES DE CALCULS, ESSAIS, PROTOTYPE

#### 4.1.3.7.1 Conception et calcul

##### 4.1.3.7.1.1 Notes de calculs et plans

L'entrepreneur de la présente section reconnaît avoir l'obligation de :

- Fournir ses plans d'exécutions avec les détails des assemblages nécessaires pour définir exactement tous les éléments de la construction ainsi que ses notes de calcul pour avoir l'accord du maître d'œuvre ainsi que celui du bureau de contrôle avant toute mise en fabrication ;
- Justifier le choix des contreventements ;
- Communiquer quels seront les efforts en pieds de poteaux et cela sous les effets des charges permanentes (exploitation, vent, ponts roulants, etc...) ;
- Fournir le mode de protection des aciers ;
- Respecter les directives mentionnées aux définitions communes prévues dans l'article 6.0.3.7.11.

##### 4.1.3.7.1.2 Règles et points particuliers

Il est rappelé à l'entrepreneur les points dits particuliers dans ce projet dans sa conception afin d'obtenir dans le temps la bonne tenue de celui-ci et à savoir :

- Sauf justifications dites spéciales, toutes les pièces tendues, fortement sollicitées ou soumises à des efforts variables ne devront en aucun cas comporter de variations brusques dites de section, ni présenter de zones où la section nette différera notablement de la section dite brute ;
- Toutes les entailles, trous, filetages et soudures devront être placés, autant que possible, dans les régions à faible niveau de contraintes ;
- Tous les assemblages devront être conçus de telle manière à réduire au maximum les efforts dits secondaires, en notamment en faisant concourir les lignes dites moyennes des membrures ainsi que celles des barres de treillis, situées sensiblement en un même point.

**Pour ce qui concernera les principaux éléments dits de construction l'entrepreneur veillera à ce que :**

- Toutes les barres de treillis soient autant que possible, disposées et attachées symétriquement ;
- La transmission des efforts dite de compression par contact direct ne sera admise que dans le cas où les surfaces de contact transmettant ces efforts seront bien ajustées ;
- Soient mentionné sur ses plans toutes les portées nécessaires dans ce projet.

**Pour ce qui concerne les assemblages dits soudés l'entrepreneur devra veiller à ce que :**

- La répartition des assemblages soudés sera celle qui permettra une bonne exécution de chaque soudure dans les meilleures conditions d'accessibilité, compte tenu de l'encombrement de l'appareillage de soudage, notamment l'approche des torches MIG ou TIG ;
- Les points de soudages ne soient pas dans des positions dites inconfortables ainsi que ceux qui sont à réaliser sur le chantier devront être limités au strict nécessaire ;
- Tous les cordons de soudure seront situés autant que possibles au point de bas niveau de contrainte et d'être parallèles à la direction de l'effort et cela de manière à n'influencer qu'une faible partie de la section dite transversale de l'élément ;
- Tous les cordons de soudure devront autant que possibles être placés en des points de bas niveau de contrainte et être parallèles à la direction de l'effort de manière à
- Tous les assemblages soudés dits à cordon longitudinal, l'aile devra avoir pour largeur, au moins, 2 fois la dimension de la gorge du cordon de soudure ;
- La dimension de la gorge ne devra pas être inférieure à 5 mm en soudure dite manuelle et pour un soudage en semi-automatique et de 3,5 mm en soudure dite automatique ;
- Dans le cas d'assemblage de pièces d'épaisseur dite différente, il ne sera considéré que l'effort étant transversal ou oblique par rapport à la soudure, ce qui impliquera que la pièce la plus forte soit amincie afin de pouvoir se raccorder facilement à la plus faible par une façon de pente ne dépassant pas 1/4 (la longueur de la pente envisagée comprendra la largeur du cordon de soudure) ;
- Tous les assemblages soudés à recouvrement seront, en principe, à éviter lors de l'emploi de tubes ;
- Tous les joints dits soudés et soumis à des charges variables, alors il y aura lieu d'utiliser, autant que possible, des soudures dites bout à bout, totalement pénétrées ; les soudures d'angle sollicitées de cette manière devront être, autant que possible, totalement pénétrées.

**4.1.3.7.1.3 Dessins d'ensemble**

L'entrepreneur devra fournir ses plans dits d'ensemble qui définiront l'emplacement et le nombre d'éléments constituant le présent projet et ils préciseront les points ci-dessous :

- Les portées ainsi que la désignation normalisée de l'alliage constituant l'élément et la désignation normalisée de son état ;
- Que sur le plan dit d'ensemble des fondations il sera précisé : la pression maximale sur la maçonnerie ainsi que la valeur des efforts transmis par chaque point d'appui et pour chacune des catégories de charge et ceci sous la forme suivante :
  - \* Effort vertical ;
  - \* Effort horizontal ;
  - \* Moment de flexion.

**4.1.3.7.1.4 Dessins de détails**

Tous les plans de détail devront faire figurer tous les éléments qui en permettront la bonne réalisation et notamment mentionner :

- Toutes les dispositions des assemblages à mettre en œuvre ;
- Toutes les portées ajustées afin d'obtenir le résultat escompté ;
- Tous les diamètres et la disposition des rivets et boulons ainsi que leur nature et leur fonction ;
- Quel sera le procédé à employer pour le soudage, la nature du fil-électrode ou du métal d'apport, la dimension des cordons de soudure ;
- Quelles seront les contreflèches à donner aux poutres ;
- Quelle sera la valeur du jeu admis à l'extrémité de chaque âme,
- Quels seront les diamètres des trous à réaliser lors de l'emploi de rivets et de boulons avec mention du mode d'usinage prévu ;
- Toutes les spécifications de protection particulières nécessaires pour le projet ;

Il est stipulé que dans le cas de modification du projet au cours de l'exécution des travaux, les dessins et calculs seront rectifiés par l'entrepreneur afin que l'ouvrage soit exactement défini par ces pièces. Les modifications seront mentionnées sur le cartouche avec un changement d'indice et de date. Les plans devront également tenir compte des gabarits dits réglementaires à respecter, au-dessus ou à proximité des voies de communication ou d'installations en service.



#### 4.1.3.7.2 Contrôle des alliages

##### 4.1.3.7.2.1 Contrôle individuel

Il est rappelé à l'entrepreneur qu'il devra réaliser le contrôle individuel de ses ouvrages et ils seront les suivants :

- Un examen d'aspect dit extérieur. Notamment pour ce qui concerne la surface des tôles et des profilés, elle devra être propre et débarrassée de tous les éléments tels que fissures ou rayures préjudiciables à leur bon maintien dit mécanique ;
- Une vérification que toutes les caractéristiques dimensionnelles définies dans les normes ont bien été respectées ;
- Un essai de dédoublement uniquement applicable aux tôles. Cet essai consistera à effectuer un prélèvement puis le pliage des deux branches parallèles et de les amener à une distance égale à l'épaisseur de la tôle. Cet échantillon est prélevé à chaque extrémité et en travers du sens de laminage de la tôle sur une partie de languette ayant 400 mm de longueur et de 30 mm de large ;
- De s'assurer qu'en fin d'essai que la tôle ne se sera pas dédoublée et cela même partiellement. Il ne sera pas pris en compte des criques dues au pliage et situées dans la partie dite arrondie. Pour ce qui concerne le cas des cas de tôles dites en alliage durci par un traitement dit thermique, alors la procédure pour effectuer l'essai de dédoublement (rayon de pliage ou emploi d'ultrasons) sera celle définie pour les documents particuliers du présent marché.

Dans le cas où il serait constaté un dédoublement des pièces et cela même partiel, alors l'entrepreneur procédera à un queutage dit complémentaire afin de réaliser un nouvel essai dans le cas où les dimensions rendraient possible ce nouvel essai.

##### 4.1.3.7.2.2 Contrôle par sondage

Ce type de contrôle sera à réaliser sur un lot de matériaux. En effet, cet essai sera fait sur des produits ayant les mêmes caractéristiques et sera dits de la même coulée et devra avoir subi les mêmes opérations de traitement mécanique et thermique et dont les caractéristiques seront a priori identiques. Il est précisé à l'entrepreneur qu'exceptionnellement et dans le cas d'une commande inférieure à 100 kg le lot sera alors dit composé de l'ensemble des éléments.

Dans le cas de la demande expresse du maître d'œuvre d'une justification de l'appartenance des éléments aux divers lots, l'entrepreneur a l'obligation d'y répondre et son contrôle comportera les essais suivants :

##### Essai dit chimique :

- Il sera effectué un essai par lot.

##### Essai dit de traction :

- Ces essais seront alors effectués conformément aux dispositions dites générales et mentionnées dans les normes citées précédemment. Il est précisé à l'entrepreneur que le nombre d'éprouvettes qui devra être prélevé dans chaque lot sera fixé à 4% du nombre de pièces constituant le lot, avec un maximum égal à 4. Dans le cas où il est constaté que l'un des essais de traction n'est pas satisfaisant, alors l'entrepreneur devra procéder à un nouvel examen comportant un nombre double d'éprouvettes. Si l'un des essais n'est pas satisfaisant le lot pourra être rebuté.

#### 4.1.3.7.3 Réception des soudures

##### 4.1.3.7.3.1 Réception des soudures, peinture

L'entrepreneur a l'obligation de respecter les prescriptions mentionnées dans le présent marché.

- Notamment avant toute application d'une couche de peinture qui ne pourra être faite sur un cordon de soudure qu'après avoir été contrôlé, puis validé. Il est rappelé à l'entrepreneur qu'avant de pouvoir expédier tous les ouvrages ou une partie d'ouvrage sur le site, ils et elles devront avoir satisfait à la réception de toutes les soudures ;
- Toutes les dispositions citées aux prescriptions des peintures dites de protection par galvanisation seront alors applicables aux constructions dites soudées.

##### La réception :

- Elle portera notamment sur le lissage des surfaces et sur la concordance des dimensions des cordons avec les dimensions initialement prévues. Toutes les soudures exécutées ne devront pas comporter de pores, ni incrustation de scories, ni trous, ni autres défauts. Tous les défauts qui auront été constatés sur les cordons de soudure douteux feront alors l'objet sur toute leur longueur incriminée d'une purge par fraisage ou gougeage approprié. Ces opérations de reprise seront à la charge du titulaire de la présente section ;
- Pour ce qui concerne les constructions soudées (exécution en atelier) toutes les prescriptions seront applicables dans le cas d'une exécution sur site.

#### 4.1.3.8 COUVERTURE EN PLAQUES NERVURÉES





#### 4.1.3.8.1 Préalables

##### 4.1.3.8.1.1 Réception de l'ossature

#### Il est fait le rappel suivant à l'attributaire du présent marché :

- Si l'adjudicataire n'est pas celui qui a réalisé la structure dite porteuse, alors dans ce cas, il devra impérativement réceptionner ladite structure et s'il constate de défauts, il en avisera le maître d'œuvre au plus tard à la date fixée comme début d'exécution des travaux et qui porteront sur les points énumérés ci-dessous :
- \* Que l'ossature doive satisfaire, pour ce qui est visible à l'œil nu, aux plans et croquis, ainsi que le nombre et caractéristiques des appuis, chevêtres, etc..

Le maître d'œuvre ayant pris connaissance du refus du support par l'adjudicataire, le maître d'œuvre rendra alors sa décision et fera l'objet d'un nouvel ordre de service avec nouveau délai d'exécution.

#### 4.1.3.8.2 Travaux en partie courante

##### 4.1.3.8.2.1 Épaisseurs et des portées des plaques nervurées

Il est fait ici le rappel à l'attributaire de la présente section que la détermination des épaisseurs ainsi que celles des portées entre appuis sont calculées en fonction de leur emplacement et en fonction des charges supportées. Tous les profils mis en œuvre feront également l'objet d'une vérification d'un point de vue de leur résistance et de leur stabilité, pour les sollicitations caractéristiques dues à l'action des charges qu'ils devront subir.

##### 4.1.3.8.2.2 Recouvrements

L'attention de l'attributaire de la présente section est attirée sur les points ci-après :

#### Sens de pose et recouvrements longitudinaux

- Les plaques seront obligatoirement posées avec les nervures dites parallèles à la ligne de plus grande pente ;
- Le recouvrement longitudinal sera donné par l'emboîtement de la nervure "dite mal" de rive située sur la nervure de rive " dite femelle" de la plaque nervurée précédente. Ledit recouvrement est effectué dans le sens opposé aux pluies dominantes.

#### Recouvrements transversaux se feront toujours au droit des appuis

- Pose sans complément d'étanchéité ;

Alors dans ce cas, tous les recouvrements transversaux devront avoir une longueur dite minimale et cela en fonction de la zone climatique où est érigé l'ouvrage.

- Pose avec complément d'étanchéité ;

Dans ce cas, le recouvrement dit transversal aura une valeur comprise entre 150 mm et 200 mm. Le complément d'étanchéité devra être conforme à la norme et pour ce qui concerne ledit recouvrement, il sera conçu de façon que l'axe des fixations se trouve sensiblement au milieu dudit recouvrement ;

- Les recouvrements transversaux se font toujours au droit des appuis.

Il est fait ici le rappel à l'entrepreneur, que tous les recouvrements dits transversaux devront avoir une longueur dite minimale en fonction de la zone climatique où est érigé l'ouvrage.

##### 4.1.3.8.2.3 Assemblage des plaques à l'ossature

L'attributaire de la présente section devra veiller à ce que lesdites fixations soient choisies en respectant les spécifications du présent document ainsi qu'aux instructions de leur fournisseur, ceci concernera notamment en fonction :

- Du type d'assemblage mise en œuvre ;
- De l'épaisseur totale à assembler ;
- De la nature même et des dimensions des pièces à assembler (forme, épaisseur, résistance du matériau) ;
- De la résistance propre de l'assemblage.

Il est fait ici le rappel à l'attributaire de la présente section que ladite fixation en plage ne sera réalisée que sur des supports dits en acier (éventuellement incorporés dans le béton) avec une visserie dite autoperçuse ou dite auto taraudeuse.

Dans le cas de l'emploi par l'attributaire de la présente section d'un autre type de visserie que celle dite autoperçuse, alors l'attributaire de la présente section devra procéder à un préperçage des plaques. Pour ce faire il sera utilisé un diamètre dit de perçage est égal au diamètre nominal de la fixation + 1 mm. Pour la visserie dite auto taraudeuse, le diamètre de pré perçage du support devra être celui mentionné dans les spécifications du fournisseur des fixations. L'attributaire de la présente section devra prendre toute disposition pour éviter l'incrustation dans le dit revêtement de particules métalliques chaudes provenant d'un perçage. Ces particules métalliques devront être enlevées immédiatement pour ne pas risquer leur oxydation sur le revêtement.





#### 4.1.3.8.2.4 Dispositions particulières selon l'emplacement des fixations

- Notamment pour toute fixation en sommet de nervure. Dans ce cas-là, l'entrepreneur devra utiliser un pontet ou une cale d'onde et notamment : en rive de bâtiment si les plaques n'ont pas un pied d'onde et au recouvrement sur des plaques dites translucides ou sur des accessoires dits ponctuels en polyester.
- Fixations en plage.

Ce mode de fixation imposera que toutes fixations soient appliquées sur les parties dites planes de la plage et cela à la base des nervures principales. Toutes les rondelles utilisées devront avoir les diamètres minimaux suivants :

- Plaques de longueur de pose dite inférieure ou égale à 12 m : 19 mm ;
- Plaques de longueur de pose dite supérieure à 12 m et inférieure ou égale à 15 m : 25 mm.

#### 4.1.3.8.2.5 Dispositions particulières selon le type de fixation

L'attributaire de la présente section devra les appliquer et notamment pour ce qui concerne :

##### **Les tire-fond à bourrer seront enfoncés au marteau :**

Le serrage final est effectué à la clé pour ne pas endommager la plaque et les rondelles.

##### **Les tire-fond à visser seront enfoncés au marteau :**

L'enfoncement de ces tire-fond sur seulement 10 mm environ, puis ils sont ensuite vissés à la clé jusqu'au serrage final. En aucun cas, ils ne devront pas être posés comme les tire-fond à bourrer.

Lors de l'emploi de boulons-crochets, agrafes, attaches certaines précautions être prises.

- Ces types de fixations devront impérativement être géométriquement bien adaptés à la forme ainsi qu'au type du support. Toutes les tiges des boulons-crochets ainsi que toutes les attaches seront placées du côté du faitage et cela par rapport aux pannes ;

Lors de la mise en place de vis dites autoperçuses et vis et dites auto-taraudeuses certaines précautions seront à prendre.

- Les vis dites autoperçuses et dites auto-taraudeuses devront être posées à l'aide d'une visseuse munie d'un dispositif de serrage dit automatique et faisant appel soit à un limiteur de couple, soit à une butée de profondeur ;
- Tous ces dispositifs devront avoir fait l'objet de contrôles dits réguliers pendant leur mise en œuvre. Il est également rappelé à l'attributaire de la présente section qu'il doit prendre toutes dispositions afin de respecter le diamètre dit de pré perçage préconisé par le fournisseur des vis auto-taraudeuses. Cela induit un choix rigoureux du foret à utiliser ;
- Ce qui impliquera lors du remplacement d'une vis qui s'avérerait nécessaire, un nouveau pré perçage à effectuer avec un foret de diamètre dit supérieur à celui de la vis à remplacer et il sera utilisé une vis dite auto-taraudeuse et son diamètre devra être adapté à celui du foret. Puis la mise en place d'une nouvelle rondelle dite d'étanchéité mais avec un de diamètre supérieur (3 mm de plus).

#### 4.1.3.8.2.6 Répartition et densité minimales des fixations

Lorsqu'il sera prévu une ou plusieurs pénétrations et qui leur pose nécessitera de couper au moins deux nervures principales contiguës de plaques, alors toutes les nervures devront être fixées sur le chevêtre, densité minimale.

Pour prendre en compte d'une façon forfaitaire tous les efforts accrus du vent intéressant les rives de toiture, il sera nécessaire que la mise en œuvre de toutes les nervures dites principales soit fixée comme ci-après :

- Sur la dernière et l'avant-dernière panne avant l'égout extérieur ;
- Sur la dernière et l'avant-dernière panne avant un faitage simple couronnant une façade ;
- Sur chaque panne, pour la plaque située en rive couronnant un mur pignon, sur une largeur au moins égale à 1 m.
- Ladite pose ne sera réalisée qu'après que l'entreprise qui a été chargée de la pose se soit assurée que l'assemblage des plaques à l'ossature n'est fait qu'après une vérification complète et en fonction ;
- Des dépressions normales de vent en fonction de la situation géographique du présent projet ;
- Du mode de fixation ;
- Du type de fixation ;
- Du nombre de fixations ;
- Des épaisseurs de tôle à assembler ;
- De la portée d'utilisation des plaques.
- Il est précisé au soumissionnaire que pour un mode de fixation donné, chaque type ou système de fixation est notamment caractérisé par sa résistance caractéristique dite à l'arrachement et ayant le symbole Pk. etc.



#### 4.1.3.8.2.7 Dispositions particulières relatives aux fixations de couture

- Lorsque les plaques nervurées seront couturées à leurs recouvrements longitudinaux à l'aide de fixations prévues pour cet usage, et selon un espacement dit maximal.
- Toutes les fixations de couture devront être régulièrement disposées. Pour ce qui concerne la fixation sur panne des nervures dites à recouvrement longitudinal des plaques seront également considérée comme une fixation dite de couture lorsqu'elle sera située en sommet de nervure.

#### 4.1.3.8.3 Ouvrages particuliers

##### 4.1.3.8.3.1 Découpes et usinages sur chantier

Il est rappelé aux soumissionnaires de la présente section que ces opérations sont déconseillées sur le chantier, en effet il est préférable de réaliser préalablement un calepinage qui permettra d'éviter toutes les opérations précédemment citées. Néanmoins dans le cas où des coupes seraient nécessaires, alors l'entrepreneur devra utiliser une grignoteuse appropriée à ce type d'opération. Lorsque l'attributaire de la présente section réalise des opérations dites de coupe et de meulage, il devra préalablement assurer la protection dite soignée du revêtement pour éviter toute incrustation de particules métalliques chaudes et le cas échéant la tôle sera ensuite ébavurée.

##### Lorsque le soudage a été réalisé en atelier :

- Après toute opération dite de soudage, il faudra reconstituer la zone de revêtement qui aura été détruite, cette reconstitution sera réalisée par l'application d'une peinture contenant au moins 92 % en masse de poudre de zinc et d'une peinture de finition de même nature que le revêtement, appliquée à froid.

##### Recouvrement des pièces accessoires sur les plaques :

- Il est rappelé à l'entrepreneur que sauf prescriptions contraires, le recouvrement des pièces dites accessoires sur les plaques sera à effectuer comme un recouvrement dit de plaque sur plaque. Les prescriptions pour les recouvrements transversaux devront être également respectées.

##### 4.1.3.8.3.2 Rives

Le titulaire du présent devra assurer le traitement :

- Des rives qui seront habillées de bandes dites de rive qui recouvrira la nervure extrême de la dernière plaque de partie courante ;
- Les bandes de rive seront fixées sur les pannes en même temps que cette plaque, et cela de façon que la distance entre la nervure de rive et la rive de la toiture soit inférieure ou égale à 350 mm.

Dans certains cas, il faudra prendre une partie de plaque (découpe) pour obtenir ladite valeur.

- De la retombée de la bande de rive qui sera fixée sur la pièce de façade qu'elle recouvre (planche de rive, bardage, ...) par vis ou rivets étanches selon le cas ;
- Les rives contre mur seront habillées de bandes dites de rive et devront posséder un relevé de 100 mm au minimum. Le relevé devra être recouvert par une bande dite porte-solin.

##### 4.1.3.8.3.3 Arêtiers, façtages biais

Il sera à prévoir par la présente section la mise en œuvre des arêtiers, façtages biais :

Les arêtiers seront étudiés et réalisés selon les mêmes principes que pour les façtages précédemment décrits. En effet, chaque ouvrage est un cas dit particulier et sera traité avec des pièces dites spéciales qui pourront demander des coupes et des pliages sur le chantier et cela afin de répondre totalement à l'objectif recherché.

##### 4.1.3.8.3.4 Noues, rives biaises

Ces ouvrages sont particuliers et leur mise en œuvre sera traitée suivant leur type :

Les noues devront être du type encaissé.

Cela impliquera que la charpente soit dès le départ conçue pour respecter cette configuration de noue. Elles sont exécutées conformément aux DTU 40.35 et norme NF P 34-205-1 (Mai 1997) et NF P34-2051/A1 (juin 2006) et NF P34-205-2 (mai 1997). La section des noues devra satisfaire aux prescriptions des normes en vigueur, sans que la profondeur ne soit toutefois inférieure à 60 mm et avoir une largeur à 200 mm. Les plaques nervurées en raccord de noue seront découpées et façonnées de façon à former l'égout et le larmier sur ladite noue. Ce larmier devra avoir une hauteur minimale de 40 mm. Le débord dit latéral des plaques ou des larmiers devra avoir un débordement par rapport aux parois de la noue de 50 mm minimum. L'ouverture entre les bords des plaques sur la noue sera au minimum de 80 mm.

##### 4.1.3.8.3.5 Raccordements aux pénétrations

Ci-dessous il est fait le rappel pour la mise en œuvre de ces divers raccordements lors de pénétrations et notamment :

- Lorsque la pénétration n'intéresse qu'une seule largeur de plaque, l'ouvrage sera alors traité à l'aide d'accessoires dits préfabriqués en usine qui se poseront et se fixeront comme les plaques dites de partie courante ;
- Pour le chevêtre, il devra être prévu autour des pénétrations intéressant une dimension (largeur ou longueur) dite supérieure à 400 mm. Lorsqu'une seule nervure sera coupée, alors elle devra être supportée par une platine de renforcement éventuellement intégrée à l'accessoire.

**Tous les raccords aux souches et aux châssis pourront être réalisés comme suit :**

- Par utilisation de plaques châssis se posant comme les profils de partie courante ;
- Par utilisation d'un châssis préfabriqué et dit rapporté sur une plaque préalablement découpée aux dimensions de la trémie à réaliser. Ce châssis sera fixé à l'aide de vis de couture ou de rivets directement sur ladite plaque. Il sera à prévoir un complément d'étanchéité conforme à la norme NF P 30-305 (Décembre 1995) sera alors disposé dans la gorge destinée à le recevoir avant la pose du châssis. Le complément devra alors avoir une section dite transversale appropriée à ladite gorge qui est destinée à la recevoir de façon à assurer une compression de l'ordre du tiers de la section initiale de la bande ;
- Par utilisation d'éléments standard et à bords dits emboutis et de plaques de rive qui auront été préalablement assemblées, soudées en atelier en fonction des dimensions de la souche pour former deux demi-éléments.

#### **4.1.3.9 PRÉCONISATIONS COMPLÉMENTAIRES**

##### **4.1.3.9.1 Précautions contre les contacts hétérogènes**

###### **4.1.3.9.1.1 Précaution contre les contacts hétérogènes**

Il est rappelé ici à l'entrepreneur que lors de l'emploi de matériaux de nature différente et destinée à être en contact direct, l'entrepreneur devra vérifier leur compatibilité et dans le cas contraire, il devra interposer un matériau dit neutre et notamment par un intercalaire en plastique, joints creux en mastic souple, etc.

##### **4.1.3.9.2 Protection, nettoyage et acceptation**

###### **4.1.3.9.2.1 Protection, nettoyage et acceptation**

Il est précisé ici à l'entrepreneur qu'il devra assurer une protection efficace et complète de son ouvrage par la mise en place de protections dites dures et pelables jusqu'à la réception des travaux et il en devra la déposer après la réception. Dans le cas où il serait fait mentionner dans la réception que certains éléments seraient défectueux, alors l'entrepreneur en devra immédiatement leur remplacement et cela sans supplément de prix et seront de nouveau soumis à approbation de la maîtrise d'œuvre.

##### **4.1.3.9.3 Stockage, coltinage et manipulations**

Les matériaux sont entreposés obligatoirement dans un local sec (hors d'eau), bien ventilé et à plat.

###### **4.1.3.9.3.1 Stockage**

Lors de l'approvisionnement sur site et notamment lors du stockage de ses ouvrages sur le(s) plancher(s), l'entrepreneur devra assurer une bonne répartition de ceux-ci afin de ne pas être la cause de désordre sur le(s) dit(s) plancher (s) quelque nature que ce soit. L'entrepreneur devra s'assurer également à ce que le stockage respecte en tout point les recommandations du ou des fabricants et notamment en assurant une mise à l'abri efficace de son ouvrage contre les divers intempéries, des salissures et de l'humidité pouvant être la cause de désordres divers.

###### **4.1.3.9.3.2 Coltinage**

Il est attendu que lors du coltinage des divers éléments de l'ouvrage que celle-ci soit faite de façon à ne pas endommager lesdits éléments. Dans le cas, il serait constaté un bris ou l'apparition de fentes, alors seront refusées et d'une façon plus générale toutes dégradations pouvant compromettre la résistance dite mécanique des ouvrages ou la tenue des finitions ultérieures.

###### **4.1.3.9.3.3 Manipulation**

D'une façon générale l'entrepreneur devra limiter autant que possible les manipulations des pièces et éléments d'ouvrage, il devra assurer la mise en place de moyens appropriés à l'amenée de ces éléments en leurs lieux et places.

##### **4.1.3.9.4 Entretien**

###### **4.1.3.9.4.1 Entretien**

L'entrepreneur devra fournir au maître d'ouvrage un carnet dit d'entretien des ouvrages mis en œuvre et dans lequel il sera spécifié :

- L'identification de chaque ouvrage ou partie d'ouvrage ;



- Quels sont les produits appropriés ou non appropriés pour leur entretien ;
- Un ensemble de fiches techniques des produits mis en œuvre ;
- Les coordonnées du ou des fabricants.

#### 4.1.3.9.5 Détermination des classes d'exécution

Le choix des classes d'exécution dépend des catégories de production et aux catégories de service, en liaison avec les classes de conséquences telle que définie dans l'Annexe B de l'EN 1990 Base de calcul des structures (Eurocode 0).

Suivant chapitre 4.1.2. de l'EN 1090, si aucune classe d'exécution n'est spécifiée, EXC2 doit s'appliquer.

Critères suggérés pour les catégories de services	
Catégorie	Critères
SC1	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Structures et éléments calculés pour des actions quasi statiques seulement (exemple : Bâtiment) ;</li> <li>– Structures et éléments avec leurs assemblages calculés pour des actions sismiques dans des régions à faible activité sismique et dans la classe de ductilité DCL selon EN 1998-1 ;</li> <li>– Structures et éléments calculés pour des actions de fatigue exercées par des ponts roulants.</li> </ul>
SC2	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Structures et éléments calculés pour des actions de fatigue selon l'EN 1993 (exemple : Ponts, structures sensibles aux vibrations induites par le vent) ;</li> <li>– Structures et éléments avec leurs assemblages calculés pour des actions sismiques dans des régions à moyenne ou forte activité sismique et dans les classes de ductilité DCM et DCH selon EN 1998-1.</li> </ul>

Critères suggérés pour les catégories de production	
Catégorie	Critères
PC1	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Éléments non soudés fabriqués à partir de produits de nuance acier quelles que soit leurs nuances ;</li> <li>– Éléments soudés fabriqués à partir de produits de nuance d'acier inférieur à S355 ;</li> </ul>
PC2	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Éléments soudés fabriqués à partir de produits de nuance d'acier supérieur à S355 ;</li> <li>– Éléments essentiels à l'intégrité de la structure qui sont assemblés par soudage sur le chantier de construction ;</li> <li>– Éléments devant subir un formage à chaud ou un traitement thermique au cours de la fabrication ;</li> <li>– Éléments en treillis tubulaires nécessitant des découpes en gueule de loup.</li> </ul>

Matrice recommandée pour la détermination des classes d'exécution						
Classes de conséquences	CC1		CC2		CC3	
Catégorie de service	SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Catégorie de production	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 a)	EXC3 a)
	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 a)	EXC4

Il convient d'appliquer la classe d'exécution EXC4 à des structures particulières ou aux structures avec des conséquences extrêmes d'une ruine structurelle comme requis par des dispositions nationales.

## 4.1.4 ORGANISATION

### 4.1.4.1 Préparation des travaux

#### Études d'exécution et dossier de plans d'exécution

Ces documents seront établis dans le respect des normes et spécifications techniques du Maître d'Ouvrage. Si l'Entrepreneur considère qu'elles sont inapplicables en l'espèce, il en informe le Maître d'Œuvre avec toutes justifications à l'appui de cette information.

Toute dérogation importante à ces normes et spécifications devra être soumise à l'accord préalable et écrit du Maître d'Œuvre.

Les plans seront réalisés au format Autocad et respecteront la charte graphique du Maître d'Ouvrage en cours de validité.

Fait partie intégrante du marché, la réalisation de l'ensemble des études d'exécution relatives à tous les travaux à réaliser dans le cadre du présent marché.

En particulier, l'entrepreneur doit établir, en 4 exemplaires :

- Les plans des différents corps d'état y compris les réservations nécessaires : Charpente métallique y compris les assemblages, Scellements, Toiture, Descente eaux pluviales, Habillage bandeaux, Métallerie.
- Les notes de calcul associées aux tous corps d'état, en particulier : Descentes de charges, charpente métallique, fondations, scellements, liste non exhaustive.
- Les fiches de sélection des matériels et matériaux.



Ces plans et les notes de calculs associées seront transmis à un bureau de contrôles choisi par le Maître d'Ouvrage pour validation. L'ensemble de la structure de l'auvent devra être conçu pour résister tous les actions prévues dans les Eurocodes, en particulier les charges de neige, vent et le respect des règles parasismiques.

Les données climatiques et sismiques seront analysées au cas par cas selon la zone géographique retenue.

Ces documents comprennent tous les détails nécessaires à la réalisation des travaux et permettent au Maître d'œuvre d'exécution et à l'organisme de contrôle de se rendre compte si les ouvrages sont conformes aux documents du marché et aux directives communiquées.

Ces documents seront remis au maître d'œuvre pour approbation, dans les délais prévus au planning.

L'entreprise devra impérativement se rapprocher des titulaires des autres sections pour se faire confirmer les interfaces des autres installations.

La description des travaux, les indications des plans et les quantités ne dispensent pas l'entrepreneur de provoquer avant la remise des prix toutes les explications qu'il jugerait nécessaire pour lever éventuellement toute indétermination, étant entendu qu'il ne pourra être accordé par la suite aucun supplément au prix remis, même en cas d'erreur ou d'omission ou de fausses interprétations des plans ou du devis descriptif.

L'entrepreneur sera réputé avoir eu accès aux locaux ou terrains dans leur état actuel, les avoir examinés avec attention et procéder avec l'accord du Maître d'Œuvre à toutes vérifications et tous sondages à sa convenance.

De plus, l'entreprise mettra à la disposition du Maître d'Œuvre tous les renseignements et dossiers permettant de s'assurer de la bonne exécution des installations.

### **Calendrier d'exécution des travaux**

Les travaux seront effectués en fonction du calendrier d'exécution établi par la direction des travaux ; l'entreprise devra s'y conformer expressément.

L'entreprise s'engage à mettre à la disposition du chantier, la main d'œuvre qualifiée, ainsi que tout le matériel nécessaire à l'exécution des ouvrages de la présente section, dans les délais mentionnés au calendrier des travaux.

### **4.1.4.2 Conduite et coordination**

#### **Conduite et coordination des travaux et fournisseurs**

L'entreprise devra désigner à la Maîtrise d'œuvre, et ce, dès l'ordre de service reçu, le responsable du projet et son adjoint.

Ils devront être parfaitement au courant du déroulement de l'opération pour assurer le suivi normal des études, de la préparation et du chantier, en période de vacances ou en cas de maladie.

Le responsable du projet devra assister à toutes les réunions où il sera convoqué.

L'entreprise désignera un responsable de chantier qui sera présent sur le site durant les horaires ouvrés. Il devra être capable de prendre toutes les décisions liées à l'exécution de ses ouvrages ou aux impératifs de la coordination avec les fournisseurs et interentreprises.

Le Maître d'œuvre se réserve le droit de réfuter les représentants de l'entreprise sans avoir à justifier de sa décision.

Pour la bonne marche de l'exploitation, en cas de travaux sur station ouverte, les interruptions de services aussi minimes soient-elles, seront réalisées avec l'accord préalable des utilisateurs. Afin d'éviter toute contestation de la part des occupants des locaux, il appartient à l'entreprise de se mettre en rapport avec les intéressés pour convenir de plages horaires d'intervention, ces informations doivent être rapportées au maître d'œuvre.

#### **Réception du matériel et équipements livrés sur site ou dans les locaux de l'Entreprise**

L'entreprise procédera le jour de la réception de travaux à l'ouverture et fermeture des tout dispositif qui demandera un examen visuel.

#### **Matériel fourni par l'Entreprise :**

Les matériels fournis par l'Entreprise sont réputés neufs et de la meilleure qualité.

La protection et la conservation du matériel mis en œuvre jusqu'à la réception des ouvrages sont de la responsabilité de l'Entreprise.

Il prendra toutes les dispositions nécessaires pour garantir la mise à disposition lors de la réception de ses installations, d'un matériel neuf. Le cas échéant il en assurera la réparation ou le remplacement si la réparation n'est pas acceptée par le Maître d'Ouvrage.

Chacune des fournitures utilisées sur le chantier devra répondre aux normes AFNOR en vigueur au moment de la réalisation.

#### **Matériel fourni par le Maître d'Ouvrage :**

Le matériel fourni par le maître d'Ouvrage est livré à l'attention de l'Entreprise, dans ses locaux ou sur le chantier, et reste sous la responsabilité de l'Entreprise jusqu'à la réception finale des travaux par le Maître d'Ouvrage en cas de vol et dégradation. Dans le cas de matériel livré dans ses locaux (cas des petits matériels), l'Entreprise aura en charge le réapprovisionnement sur site.

L'Entreprise vérifie la conformité de la livraison avec le bon de livraison. En cas de non-conformité, l'entreprise doit adresser une lettre recommandée motivée au transporteur dans un délai de trois jours.

En revanche, en cas de dérive prévisible du planning intervenant avant la livraison, elle se coordonnera directement avec le fournisseur afin de modifier la date de livraison réelle : cas de la livraison des réservoirs (systématique en cas de décalage) et de gros

matériel.

Chaque entreprise est tenue d'exécuter les plans de détail de ses ouvrages et installations selon le calendrier des travaux.

Ces plans devront être soumis au Maître d'Œuvre pour agrément. L'agrément du Maître d'Œuvre donné, au titre de la coordination du chantier, ne porte que sur les résultats à obtenir, l'aspect technique de l'ouvrage étant laissé à l'entière responsabilité de l'entreprise.

Tous les plans d'entreprise devront être soumis à l'approbation du bureau de contrôle, avant tout commencement d'exécution.

Après approbation, les plans devront être transmis, par les entreprises, aux corps d'état intéressés. Ceux-ci exécuteront alors sans supplément de prix les réservations, trous, y compris garnissages après passage des ouvrages et ragréages après exécution des scellements.

Au cas où les plans de réservations ne sont pas transmis en temps voulu, le Maître d'Œuvre fera exécuter, par simple commandement, les travaux nécessaires aux frais exclusifs de l'entreprise défaillante.

La fourniture des éléments incorporés aux ouvrages, tels que canalisations, fourreaux, douilles, rails, crochets, tampons, suspentes, etc., reste à la charge des sections concernés.

#### **Approvisionnement du chantier**

Chaque entreprise est tenue d'assurer l'approvisionnement de ses matériaux et ouvrages par ses propres moyens.

L'entreprise est réputée faire son affaire personnelle des problèmes inhérents au stockage de son matériel, matériaux et autres sur le chantier.

En cas de litige entre les corps d'état, le Maître d'Œuvre en sera immédiatement informé par les entreprises concernées afin de ne pas retarder la bonne marche des travaux

#### **4.1.4.3 Travaux divers en limite de prestation**

Les quantités correspondant à chaque article sont données à titre indicatif. Les soumissionnaires pourront les corriger si elles ne leur paraissent pas en rapport avec les nécessités de l'exécution et le respect des prescriptions du descriptif et des plans.

De même si, à l'occasion de leur reconnaissance du terrain et de l'étude du dossier, ils constataient la nécessité de certains travaux non explicitement prévus au descriptif mais, indispensables pour la réalisation complète des travaux, ils devraient noter, le montant de ces travaux assorti des quantités correspondantes.

Le montant global forfaitaire résultera du produit des prix unitaires par les quantités retenues par les soumissionnaires, c'est-à-dire les quantités figurant au récapitulatif-quantitatif, éventuellement corrigées par eux.

Cette décomposition du prix global forfaitaire servira à l'établissement des situations mensuelles de paiement.

### **4.1.5 GARANTIES ET ENTRETIEN**

#### **4.1.5.1 Garanties communes aux sections**

Tout le matériel fourni par l'Entreprise, sera garanti contre tous vices de construction pendant la durée déterminée dans les clauses générales à dater de la Réception,

##### **Préambule**

Toutes les sections réalisant des travaux comportant des fournitures et de la mise en œuvre sur sites devront assurer les garanties de parfait achèvement et de bon fonctionnement ci-après décrites. Au cours de cette période, l'Entreprise est tenue de rectifier tous les défauts de fonctionnement quelle qu'en soit la nature, et sous les seules restrictions mentionnées ci-dessus. Cependant cette prise en charge ne dégage en aucune manière l'Entreprise de la présente section, de tous les incidents de fonctionnement susceptibles de se produire.

##### **Garantie de parfait achèvement**

Pendant la période de parfait achèvement, soit 12 mois à compter de la date de réception de l'ouvrage, prononcée avec ou sans réserve, les soumissionnaires s'engagent à leurs frais (pièces et main d'œuvre), à réaliser sans délais les actions correctives visant à remédier à un vice, une non-conformité, une malfaçon ou un défaut quelconque est décelé.

Toute fourniture ou prestation, ou tous travaux effectués pendant cette période de garantie pour remédier à des désordres, marquent le début d'une nouvelle période de garantie de douze (12) mois relatifs aux parties modifiées ou réparées.

##### **Garantie de bon fonctionnement**

La garantie de bon fonctionnement d'une durée minimale de deux années à compter de la réception de l'ouvrage sans réserve (en application de la législation et des réglementations en vigueur).

#### **4.1.5.2 Entretien**



L'Entreprise, devra assurer gratuitement l'entretien de ses installations pendant la période précisée au CCAP lié à la commande, à partir de la réception. Pendant cette période, l'Entrepreneur remettra au Maître d'Ouvrage ses rapports de contrôle et d'entretien. De même, en fin de cette période de garantie, l'entrepreneur devra laisser l'installation en parfait état d'entretien et prête à affronter sans incident, une nouvelle année de fonctionnement. L'entreprise devra alors prévoir les registres de maintenance pour consigner aussi bien les interventions volontaires que divers événements de fonctionnement.



## 4.2 DESCRIPTION DES TRAVAUX

### 4.2.1 PASSERELLE

#### 4.2.1.1 Passerelle d'accès métallique sécurisé avec déport coulissant

L'article comprend :

Une passerelle d'accès métallique sécurisée, permettant de faire le plein du véhicule à hauteur suffisante selon les points suivants :

- Fourniture
  - Structure : acier galvanisé à chaud, résistant à la corrosion en milieu extérieur.
  - Dimensions :
    - \* Plateforme carrée 1220 x 1220mm à une hauteur de 1520mm
    - \* Plateforme coulissante rectangulaire sur rail ou roulement à bille de part et d'autre de la plateforme carrée de 555mm x 1220mm. Ces plateformes seront à déplacer manuellement.
    - \* Escalier d'accès de 1110mm de large pour 1960mm de long, 8 marches
  - Platelage : caillebotis galvanisé antidérapant.
  - Garde-corps : sur plateforme et escalier d'accès, hauteur 1300mm, avec lisse et sous-lisse.
  - Fixations : platines d'ancrage, chevilles mécaniques ou chimiques selon le support (béton, enrobé, structure métallique).
  - Accessoires : main courante
- Pose
  - Vérification de la planéité et de la portance du support existant.
  - Mise en place de la structure selon les plans d'exécution.
  - Fixation par boulonnage ou scellement chimique selon les prescriptions techniques.
  - Contrôle de l'alignement, de la stabilité et de la conformité aux normes.
- Conditions d'exécution
  - Travaux réalisés en coordination avec les autres corps d'état.
  - Respect des normes de sécurité en vigueur :
    - \* NF EN ISO 14122 (accès permanent aux machines).
    - \* NF E85-015 (garde-corps).
  - Nettoyage de la zone après intervention.
- Réception des travaux
  - La réception sera prononcée après :
    - \* Vérification de la conformité dimensionnelle et structurelle.
    - \* Contrôle de la qualité de pose, de la stabilité, et de la résistance à la corrosion.
    - \* Présentation des documents techniques, plans d'exécution, certificats matériaux et PV de conformité

Exemple de passerelle :





### 4.2.2 DEPOTAGE / SOUTIRAGE

#### 4.2.2.1 Fourniture et pose d'un coffret de dépotage/soutirage aluminium avec fermeture à cadenas

Caractéristiques techniques du coffret

- Matériau : Aluminium (alliage anticorrosion, épaisseur  $\geq 2$  mm).
- Indice de protection : IP55 minimum (extérieur).
- Résistance mécanique : IK10.
- Dimensions : adaptées à l'usage
- Traitement : anodisation ou peinture époxy pour résistance aux intempéries.
- Fermeture : poignée à came avec anse pour cadenas (cadenas fourni).
- Fixation : platine ou pieds pour ancrage sur dalle béton.
- Ventilation : grilles ou orifices protégés contre intrusion d'eau.

Conditions de pose

- Implantation sur dalle béton plane.
- Fixation par chevilles inox ou galvanisées.
- Respect des dégagements pour ouverture complète.

Fourniture

- Coffret complet en aluminium avec fermeture à cadenas.
- 2 cadenas inox ou laiton marin

##### 4.2.2.1.1 Coffret de dépotage

##### 4.2.2.1.2 Coffret de soutirage

### 4.2.3 RESERVOIR

#### 4.2.3.1 Fourniture et pose d'un couvercle coiffant sur chambre étanche

Fourniture

- Type : couvercle coiffant en acier, avec charnière latérale et bras de levage à contrepoids.
- Matériau : acier galvanisé à chaud, résistant à la corrosion, aux hydrocarbures et aux intempéries.
- Dimensions : à définir selon les plans du lot "Réservoir"
- Surface : striée
- Système de levage :
  - Bras articulé avec contrepoids intégré pour ouverture assistée.

- Butée de sécurité pour maintien en position ouverte.
- Fermeture :
  - Dispositif de verrouillage mécanique avec œillet pour cadenas.
  - Fourniture d'un cadenas inox avec clé ou code (selon choix du MOA), résistant aux intempéries.

### Pose

- Vérification de la planéité et de la solidité de la chambre étanche existante.
- Mise en place du cadre et du couvercle coiffant sur la chambre.
- Fixation par boulonnage ou scellement selon les prescriptions techniques.
- Réglage du système de contrepoids pour garantir une ouverture fluide et sécurisée.
- Installation du système de verrouillage et test du mécanisme.
- Vérification de l'étanchéité, de la stabilité et de la sécurité.