

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	5
1.1	Objet.....	5
1.2	Domaine d'application.....	5
1.3	Contenu et utilisation.....	9
1.4	Conception de la fondation, vérification du sol et résistance des fixations dans la fondation.....	10
1.5	Symboles et définitions.....	12
2.	CONFIGURATIONS D'ASSEMBLAGES DE PIEDS DE POTEAU TRAITÉES DANS CE GUIDE	15
2.1	Classification des assemblages suivant leur rigidité.....	15
2.2	Configurations d'assemblages de pieds de poteaux traitées.....	17
3.	RÉSISTANCES DES ACIERS, BÉTONS ET TIGES D'ANCRAGE	23
3.1	Valeurs des coefficients partiels.....	23
3.2	Résistances des aciers des platines d'extrémité et des poteaux.....	23
3.3	Résistance à la pression localisée du béton / joint de scellement.....	24
3.4	Tiges d'ancrage.....	25
4.	MÉTHODOLOGIE DE CALCUL DES DIFFÉRENTES CONFIGURATIONS D'ASSEMBLAGES DE PIED DE POTEAU	33
4.1	Inventaire des références utilisées.....	33
4.2	Informations concernant toutes les configurations d'assemblages traitées.....	34
4.3	Résistances des assemblages.....	37
4.4	Étape préliminaire : Établissement des paramètres de calcul.....	38
4.5	Étapes principales de calcul spécifiques à la Configuration A1.....	39
4.6	Étapes principales de calcul spécifiques à la Configuration A2.....	40
4.7	Étapes de calcul spécifiques à la Configuration A3.....	41
4.8	Étapes principales de calcul spécifiques à la Configuration E.....	42
4.9	Estimation des dimensions de la platine d'extrémité, des tiges d'ancrage et de la rigidité d'un assemblage.....	43
4.10	Sélection d'un assemblage à l'aide des tableaux d'assemblages prédimensionnés.....	45
5.	EXEMPLES D'APPLICATION À DES ASSEMBLAGES TYPIQUES	47
5.1	Exemple 1 : Configuration A1.....	47
5.2	Exemple 2 : Configuration A2.....	52
5.3	Exemple 3 : Configuration A3.....	71
5.4	Exemple 4 : Configuration E.....	74
5.5	Diagramme d'interaction $M-N$ de résistance d'un assemblage : méthodologie de l'Annexe F.....	100
5.6	Utilisation des tableaux des assemblages prédimensionnés de l'Annexe N et de l'Annexe O du guide.....	104
6.	RÉFÉRENCES	113

ANNEXE A : Résistance de calcul du joint de scellement à la pression localisée	117
A.1 Influence des dimensions de la fondation sur la résistance du joint de scellement à la pression localisée	117
A.2 Résistance de calcul du joint de scellement à la pression localisée	121
ANNEXE B : Résistance des composants de l'assemblage : méthode des tronçons en T.....	125
B.1 Généralités	125
B.2 Tronçon en T tendu.....	127
B.3 Tronçon en T comprimé	138
ANNEXE C : Résistance d'un assemblage de pied de poteau en compression seule	147
C.1 Introduction	147
C.2 Étapes de calcul	147
ANNEXE D : Estimation des dimensions de la platine d'extrémité pour un poteau soumis à un effort axial de compression	151
D.1 Étape n° 1 : Choix des paramètres de résistance de calcul des matériaux ..	151
D.2 Étape n° 2 : Estimation préliminaire de l'aire de la plaque d'assise.....	151
D.3 Étape n° 3 : Choix du type de platine d'extrémité.....	151
D.4 Étape n° 4 : Détermination de la largeur additionnelle d'appui.....	152
D.5 Étape n° 5 : Détermination des dimensions en plan minimales requis pour la platine	153
D.6 Étape n° 6 : Détermination de l'épaisseur minimale requise pour la platine d'extrémité.....	153
ANNEXE E : Vérification d'un assemblage de pied de poteau « encastré ».....	155
E.1 Introduction	155
E.2 Étapes de calcul	155
ANNEXE F : Diagramme de résistance d'un assemblage de pied de poteau sous interaction $M-N$	161
F.1 Introduction	161
F.2 Moment résistant en fonction de l'effort normal appliqué : étapes de calcul	161
F.3 Méthode pour déterminer le diagramme d'interaction $M-N$	170
ANNEXE G : Rigidité des pieds de poteaux à la flexion.....	175
G.1 Introduction	175
G.2 Méthode des composants	177
G.3 Coefficients de rigidité des composants et des tronçons en T.....	179
G.4 Rigidité initiale $S_{j,ini}$ de l'assemblage en rotation.....	183
G.5 Limites de classification	185
G.6 Évaluation de la rigidité dès la phase de prédimensionnement	187

ANNEXE H : Ancrage des tiges d'ancrage en barre lisse dans le béton	189
H.1 Introduction	189
H.2 Limitations sur l'utilisation des différents types et classes de tiges d'ancrage	189
H.3 Contrainte d'adhérence de calcul	190
H.4 Longueur d'ancrage de référence requise	191
H.5 Ancrage par coude ou par crochet	192
H.6 Ancrage par un dispositif à l'extrémité des tiges	194
ANNEXE I : Résistance de l'assemblage au cisaillement par frottement	197
ANNEXE J : Transmission de l'effort tranchant par cisaillement des tiges d'ancrage	199
J.1 Reprise de l'effort de cisaillement par cisaillement/flexion des tiges d'ancrage	199
J.2 Résistance des tiges d'ancrage en cisaillement	200
J.3 Résistance des tiges d'ancrage soumises à une combinaison de traction et de cisaillement	201
ANNEXE K : Reprise de l'effort de cisaillement par une bêche	203
K.1 Généralités sur les bêches	203
K.2 Conception et vérification d'une bêche en profil I ou H pour transmettre un effort de cisaillement V_z selon l'axe faible du poteau	203
K.3 Conception et vérification d'une bêche en cornière	209
K.4 Conception et vérification d'une bêche en I transmettant un effort tranchant résultant incliné par rapport à l'axe z-z du poteau	213
ANNEXE L : Dimensionnement forfaitaire des cordons d'angle des soudures	217
ANNEXE M : Aides donnant le coefficient α pour le calcul des résistances des tronçons en T en traction	219
ANNEXE N : Tableaux d'assemblages prédimensionnés de pieds de poteaux articulés	223
ANNEXE O : Tableaux d'assemblages prédimensionnés de pieds de poteaux encastres	229

5.4 Exemple 4 : Configuration E

5.4.1 Assemblage encasté transmettant un effort axial et un moment selon l'axe majeur du poteau – Données

L'assemblage à vérifier est décrit sur la Figure 5-12. Le poteau de profil IPE 300 et la platine de dimensions 440×180×15 sont en acier S235. Quatre rangées de deux tiges d'ancrage M20 de Classe 4.6 sont utilisées. Le béton est de Classe C25/30.

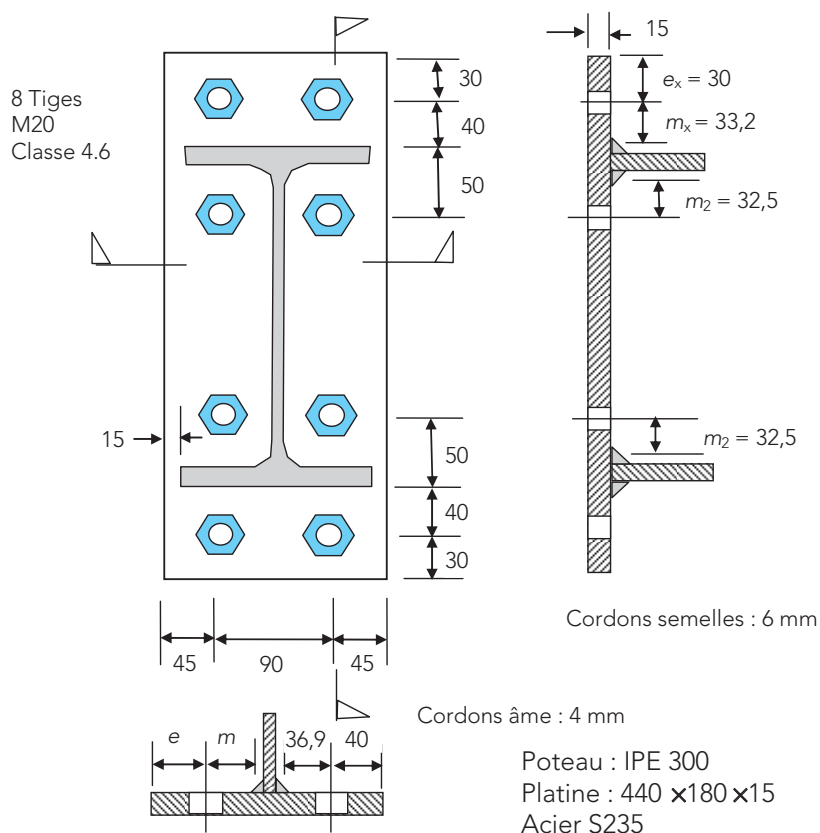


Figure 5-12 : Données de l'exemple 4.

5.4.2 Établissement des paramètres de calcul

■ Dimensions et caractéristiques du poteau IPE300

Hauteur : $h_c = 300$ mm.

Largeur : $b_{fc} = 150$ mm.

Épaisseur aile : $t_{fc} = 10,7$ mm.

Épaisseur âme : $t_{wc} = 7,1$ mm.

Limite d'élasticité : S235 (épaisseur ≤ 40 mm) : $f_y = 235$ N/mm².

■ Dimensions et caractéristiques de la platine

Hauteur platine : $h_p = 440$ mm.

Largeur platine : $b_p = 180$ mm.

Épaisseur platine : $t_p = 15$ mm.

Limite d'élasticité : S235 (épaisseur ≤ 40 mm) : $f_y = 235$ N/mm².

■ Dimensions et caractéristiques des cordons de soudures entre la platine et le poteau

Cordons d'angle doubles et symétriques partout, voir les dimensions forfaitaires pour les gorges des cordons d'angle selon l'Annexe L de ce guide :

– cordons semelles : $a_{fc} = 6$ mm ;

– cordons âme : $a_w = 4$ mm.

Résistance à la traction : S235 (épaisseur ≤ 40 mm) : $f_u = 360$ N/mm².

Note

Aucune vérification des soudures n'est requise lorsque les dimensions forfaitaires pour les dimensions des gorges de cordons d'angle de l'Annexe L sont utilisées.

■ Dimensions et caractéristiques de tiges d'ancrage

Tiges d'ancrage M20 de Classe 4.6 : $f_{ub} = 400$ N/mm² et $f_{yb} = 240$ N/mm².

Aire de la section résistante de la tige M20 : $A_s = 254$ mm².

■ Coefficients partiels

Les valeurs suivantes, conformes aux annexes nationales concernées, sont adoptées :

– $\gamma_c = 1,5$ pour le béton ;

– $\gamma_{M0} = 1,0$ pour la platine et le poteau ;

– $\gamma_{M2} = 1,25$ pour les soudures et pour les tiges d'ancrage.

5.4.3 Méthode de calcul

On applique les méthodologies de l'Annexe B et de l'Annexe E de ce guide pour déterminer les résistances, et celles de l'Annexe G pour déterminer les rigidités des différents composants de l'assemblage.

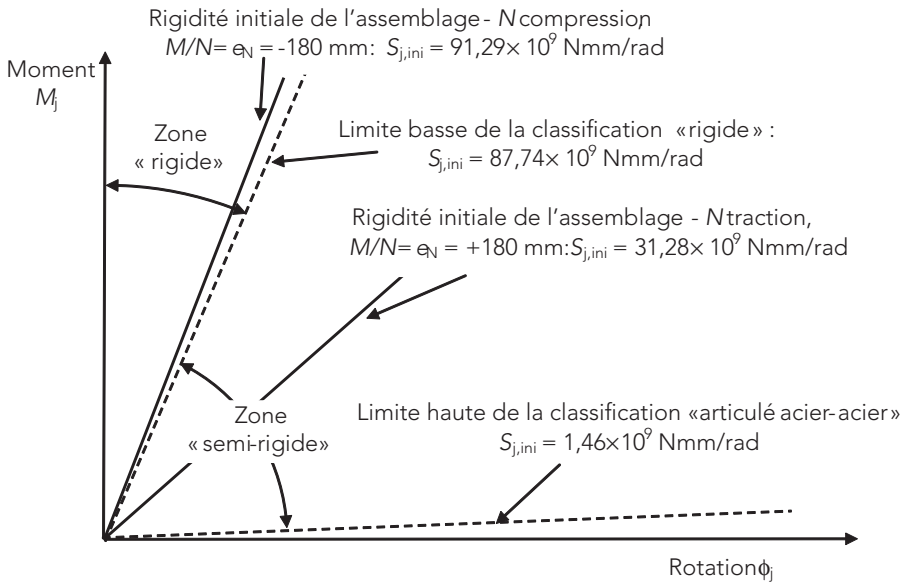


Figure 5-24 : Classement de l'assemblage selon l'EN 1993-1-8.

5.5 Diagramme d'interaction M-N de résistance d'un assemblage : méthodologie de l'Annexe F

5.5.1 Détermination du diagramme d'interaction

Le diagramme d'interaction $M-N$ définit les limites du domaine de résistance de calcul d'un assemblage soumis à une combinaison de moment et d'effort axial. Ce diagramme est obtenu en établissant les valeurs-clés qui sont données au Tableau 5-1 (voir aussi le Tableau F-2). Les huit couples de valeurs pour N_{Ed} et pour M_{Ed} donnent des points dans l'espace $M-N$ qui se situent sur la frontière du diagramme $M-N$. Le diagramme est complété par le tracé des droites entre ses points. Toute combinaison $(N_{Ed} - M_{Ed})$ située soit à l'intérieur, soit sur la frontière de résistance ainsi obtenue est admissible vis-à-vis des règles de calcul pour la résistance de l'assemblage.

Reprenant ici l'exemple d'assemblage « encastré » de la Figure 5-12, on peut utiliser les valeurs déjà établies pour les résistances et pour les différents paramètres géométriques intervenant dans la détermination du diagramme. Pour rappel, il s'agit de l'assemblage encastré en pied d'un poteau en IPE 300 avec une platine $440 \times 180 \times 15$ en acier S235, avec 8 tiges d'ancrage M20 de Classe 4.6 (voir la Figure 5-25).

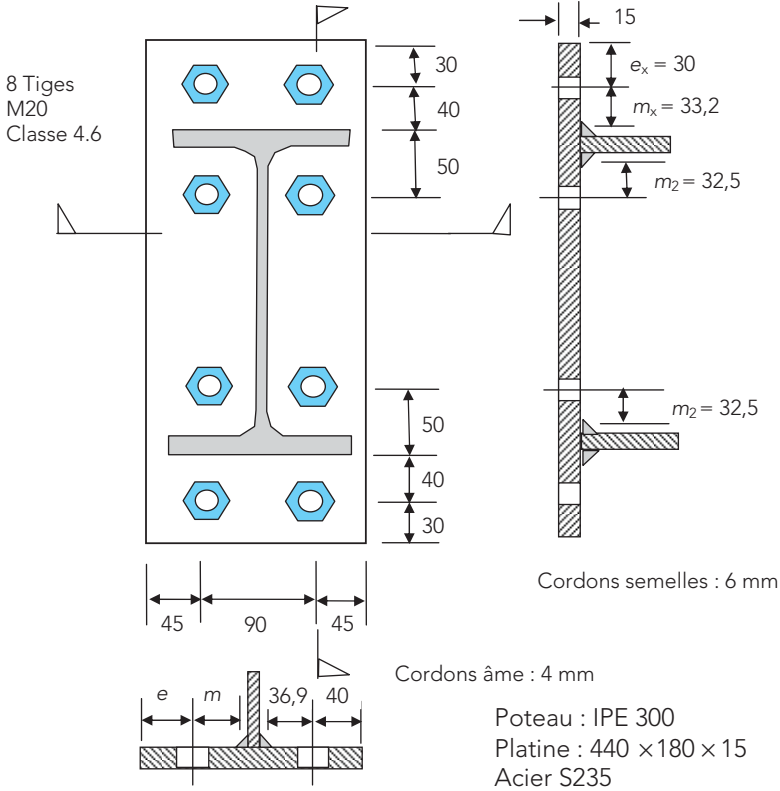


Figure 5-25 : Rappel des données de l'exemple 4.

Afin de rester homogène avec les calculs de résistances réalisés au paragraphe 5.4.10, le centre de traction est positionné au centre de « résistance » pour les deux rangées ensemble.

Note

On constate qu'en comparant les valeurs obtenues pour la distance z_t en 5.4.10 avec celle obtenue en 5.4.11, la position du centre de traction des deux rangées de tiges d'ancrage basée sur la résistance n'est pas la même que celle basée sur la rigidité. Lors de la détermination de la résistance de l'assemblage, notamment lorsque la résistance en compression est critique, c'est la position du « centre de résistance » de traction des deux rangées qui est retenue dans ce guide.

C'est la première option qui a été retenue pour ce guide, notant la tendance pour la deuxième à sous-estimer pas seulement la résistance en traction mais aussi la rigidité de la zone en traction.

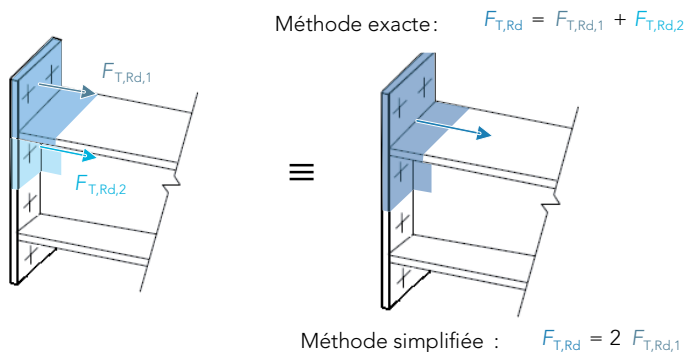


Figure B-5 : Modélisation d'une platine d'extrémité sous forme de tronçons en T équivalents tendus.

B.2.3 Étape n° 2 : Identifier les modes de ruine d'un tronçon en T en traction

B.2.3.1 Modes de ruine d'un tronçon en T en traction

L'ensemble des modes de ruine possibles est schématisé et explicité sur la Figure B-6.

Pour les assemblages en acier, l'EN 1993-1-8 définit, pour un tronçon en T tendu, les trois modes principaux de ruine (Modes 1, 2 et 3) qui impliquent la platine d'extrémité en flexion et/ou les tiges d'ancrage en traction. Il convient d'ajouter à ces 3 modes un mode couvrant la plastification de l'âme du T en traction (Mode 4).

Pour les assemblages de pieds de poteaux en particulier, un mode de ruine supplémentaire mérite également considération, référencé Mode 1-2 dans l'EN. Ce mode (voir le paragraphe B.2.3.2), correspond à une ruine prématurée de la platine en flexion qui peut survenir ici car les allongements induits dans les tiges d'ancrage par la traction peuvent conduire à une perte de contact entre les bords de la platine d'extrémité et le joint de scellement. Dans ce dernier cas, ni le Mode 1 ni le Mode 2 ne sont possibles.

Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4	Mode 1-2
<p>Mode 1 : « mécanisme complet » formé par la plastification en flexion de la platine d'extrémité le long de lignes (charnières plastiques) émanant des trous des tiges d'ancrage ou les entourant</p> <p>Mode 2 : « mécanisme partiel » accompagné d'une rupture des tiges en traction empêchant le développement du mécanisme complet</p> <p>Mode 3 : rupture des tiges, lorsque la platine d'extrémité est relativement rigide</p> <p>Mode 4 : plastification de l'âme du T en traction.</p> <p>Mode 1-2 : plastification de la platine d'extrémité en flexion à proximité de l'âme du tronçon, après perte de contact entre la platine d'extrémité et la fondation due à l'allongement des tiges d'ancrage. Dans ce cas, ni le Mode 1 ni le Mode 2 de ruine ne sont possibles.</p>				

Figure B-6 : Modes de ruine possibles d'un tronçon en T.

À chacun de ces modes correspond une résistance à la traction $F_{T,Rd}$, valeur donnée par la formule pertinente parmi celles indiquées au Tableau B-3.

B.2.3.2 L'impact de l'effet de levier dans les tiges d'ancrage sur les modes de ruine à considérer

Les Modes 1 et 2 sont possibles lorsqu'il y a un effet de levier qui augmente les efforts de traction dans les tiges d'ancrage, ce qui est typiquement le cas. Les déformations de la platine en flexion provoquent une séparation avec le béton, sauf aux bords extérieurs de la platine où l'effet de levier apparaît (*voir la Figure B-7*). Cela induit une réaction L au bord, effet qui augmente de la même valeur L l'effort de traction dans chaque tige. Pour des configurations typiques, l'effort de traction dans les tiges peut être augmenté de l'ordre de 30 %. Lorsque les déformations de la platine deviennent importantes, il peut se produire une mise en flexion notable des tiges d'ancrage.

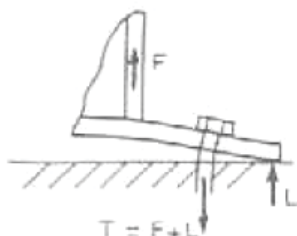


Figure B-7 : Effet de levier sur les tiges d'ancrage.