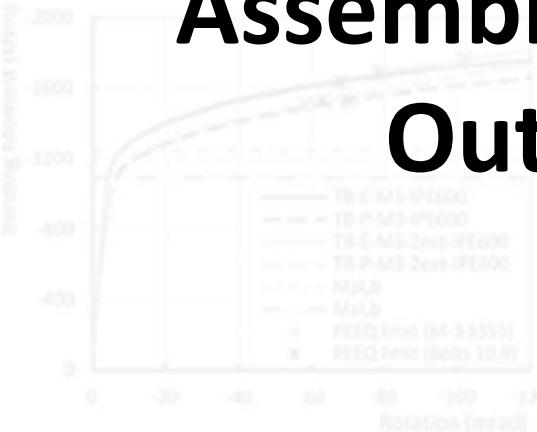




Assemblages pré-qualifiés en acier Outils à votre disposition



Demonceau Jean-François

Université de Liège

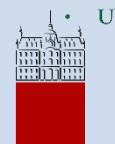
Unité de recherches UEE – Département ArGENCo



Organisé par ULiege
Liège, 4 avril 2019



Imperial College
London



Plan de la présentation

- 1. Guide de dimensionnement pour les assemblages préqualifiés**
- 2. Logiciel et application numérique**

Plan de la présentation

- 1. Guide de dimensionnement pour les assemblages préqualifiés**
- 2. Logiciel et application numérique**

The cover features a red and purple diagonal background. At the top right is the ECCS CECM EKS logo, followed by the Research Fund for Coal & Steel and European Union flags. The title 'EQUALJOINTS PLUS' is at the top, with the subtitle 'Recommandations pré-normatives pour le calcul parasismique d'assemblages pré-qualifiés en construction métallique' below it. The authors' names are listed in the center. The document number 'EQJ2-FR | 2018' is at the bottom right. A vertical column on the left contains the title and document number. At the bottom, four structural joint diagrams are shown with rotation arrows.

EQUALJOINTS PLUS Recommandation pré-normative pour le calcul parasismique d'assemblages pré-qualifiés en construction métallique

EQJ2-FR 2018

Raffaele Landolfo, Mario D'Aniello, Roberto Tartaglia,
Silvia Costanzo, Jean-François Demonceau,
Jean-Pierre Jaspert, Aurel Stratan, Dominiq Jakab,
Dan Dubina, Ahmed Elghazouli, Dan Bompa

EQJ2-FR | 2018

Introduction

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUES

ASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉS

OBJECTIFS DE
PERFORMANCE

HYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENT

ASSEMBLAGES
AVEC JARRET

ASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIE

ASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIE

ASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

- Le document résume les recommandations de dimensionnement pour trois assemblages pré-qualifiés boulonnés et un assemblage pré-qualifié soudé :
 - Assemblages poutre-poteau avec jarret
 - Assemblages poutre-poteau par platine d'about débordante raidie
 - Assemblages poutre-poteau par platine d'about débordante non raidie
 - Assemblages soudés avec poutre à section réduite

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUESASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉSOBJECTIFS DE
PERFORMANCEHYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENTASSEMBLAGES
AVEC JARRETASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIEASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIEASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

Structure du document

- Recommandations technologiques pour les configurations d'assemblage proposées
- Caractérisation des assemblages pré-qualifiés :
 - Objectifs généraux de performance
 - Hypothèses de dimensionnement
 - Pour chaque configuration d'assemblage :
 - Description de l'assemblage
 - Liste des systèmes structuraux pour lesquels l'assemblage est pré-qualifié
 - Domaine de validité de la pré-qualification
 - Procédure de dimensionnement

Recommandations technologiques

- Dans les structures soumises à une action sismique, les assemblages doivent toujours être dimensionnés, fabriqués et construits de façon à éviter une ruine fragile
 - ➔ La ruine de l'assemblage doit être associée à des modes de ruine ductiles!
- Les recommandations de l'EN1998-1-1 et de l'EN1993-1-8 doivent être respectées pour le dimensionnement des assemblages :
 - Respect des entre-distances minimales et maximales entre les boulons (Tableau 3.3 de l'EN1993-1-8)
 - Assemblages dimensionnés via la méthode des composantes
 - Soudures dimensionnées de façon à être pleinement résistantes (afin d'éviter une ruine fragile des soudures)

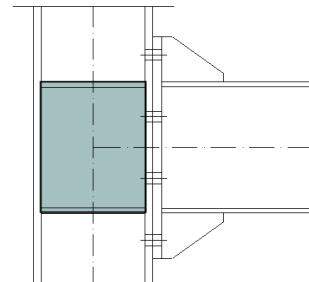
Recommandations technologiques

- Pour les propriétés des matériaux, référence est faite à l'EN1993-1-10 :
 - Dureté
 - Propriétés sur l'épaisseur
 - Choix de la classe de qualité
- Les recommandations permettant d'éviter le décollement lamellaire lors du soudage fournies dans l'EN1011-2 doivent être respectées
- Pour la réalisation, référence doit être faite à l'EN1090-2 (AISC 303-10 aux USA)

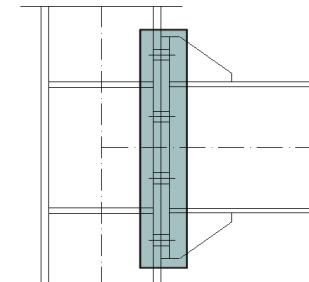
Objectifs généraux de performance : critère de résistance

- Dimensionnement sismique de structures métalliques → concept de structure dissipative dans laquelle des zones spécifiques de dissipation d'énergie sont activées via le développement de déformations plastiques
- Les zones non-dissipatives doivent rester élastiques afin d'éviter un mode de ruine fragile → les zones non-dissipatives sont dimensionnées afin de résister aux efforts associés au développement de la résistance plastique des zones dissipatives
- Selon la procédure de dimensionnement EQUALJOINTS, la zone dissipative est constituée de trois macro-composantes

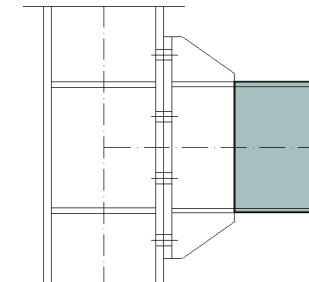
Panneau d'âme du poteau



Attache



Poutre



Objectifs généraux de performance : critère de résistance

- Chaque macro-composante est dimensionnée individuellement en utilisant des hypothèses spécifiques afin d'atteindre différents objectifs de dimensionnement
- Pour le panneau d'âme du poteau :
 - PANNEAU DE POTEAU PLEINEMENT RÉSISTANT – dimensionné de façon à être plus résistant que les autres macro-composantes
 - PANNEAU DE POTEAU À RÉSISTANCE ÉQUIVALENTE – dimensionné de façon à avoir une résistance proche de celle de la poutre ou de l'attache (ou des deux)
 - PANNEAU DE POTEAU À RÉSISTANCE PARTIELLE – dimensionné afin d'y développer des déformations plastiques

Objectifs généraux de performance : *critère de résistance*

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUES

ASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉS

OBJECTIFS DE
PERFORMANCE

HYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENT

ASSEMBLAGES
AVEC JARRET

ASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIE

ASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIE

ASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

- Chaque macro-composante est dimensionnée individuellement en utilisant des hypothèses spécifiques afin d'atteindre différents objectifs de dimensionnement
- Pour l'attache :
 - ATTACHE PLEINEMENT RÉSISTANTE – dimensionnée afin d'être plus résistante que les autres macro-composantes
 - ATTACHE À RÉSISTANCE ÉQUIVALENTE – dimensionnée afin d'avoir une résistance équivalente à la poutre ou au panneau de poteau (ou des deux)
 - ATTACHE À RÉSISTANCE PARTIELLE – dimensionnée pour y développer des déformations plastiques

Objectifs généraux de performance : critère de résistance

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUES

ASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉS

OBJECTIFS DE
PERFORMANCE

HYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENT

ASSEMBLAGES
AVEC JARRET

ASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIE

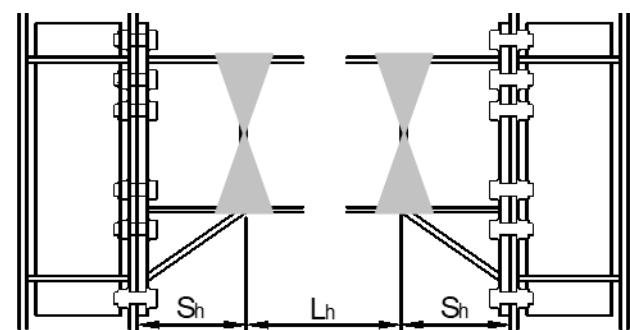
ASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIE

ASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

- Dans les versions actuelles de l'EN1993 et l'EN1998, le cas des assemblages à résistance équivalente n'est pas envisagé
→ considéré comme des assemblages à résistance partielle
- La source primaire de déformations plastiques dans le cadre d'un dimensionnement parasismique est l'extrémité de la poutre → le moment de dimensionnement au niveau de la face du poteau vaut :

$$M_{con,E_d} = \alpha \cdot (M_{B,R_d} + V_{B,E_d} \cdot s_h)$$

α depend du niveau de performance visé



Objectifs généraux de performance : critère de résistance

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUES

ASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉS

OBJECTIFS DE
PERFORMANCE

HYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENT

ASSEMBLAGES
AVEC JARRET

ASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIE

ASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIE

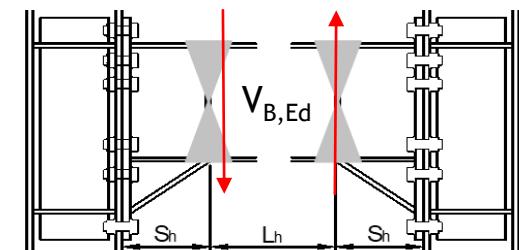
ASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

- Valeurs recommandées pour α en fonction du niveau de performance visé :
 - $\alpha = \gamma_{sh} \cdot \gamma_{ov}$ pour des assemblages pleines résistances - γ_{sh} est le coefficient d'écrouissage et γ_{ov} est le coefficient de sur-résistance
 - $\alpha = 1$ pour des assemblages à résistance équivalente
 - $\alpha < 1$ pour des assemblages à résistance partielle – $\alpha = 0,6$ ou $0,8$ recommandé afin d'éviter des dommages sévères au niveau de l'assemblage
- Valeurs recommandées dans l'EN1998 pour γ_{sh} et γ_{ov} :
 - $\gamma_{sh} = 1,1$
 - $\gamma_{ov} = 1,25$
- Valeur recommandée dans l'EN1993-1-8 pour γ_{sh} : **1,2**

Objectifs généraux de performance : critère de résistance

$$M_{con,Ed} = \alpha \cdot (M_{B,Rd} + V_{B,Ed} \cdot s_h)$$

Effort de cisaillement quand la rotule plastique se forme



$$V_{B,Ed} = V_{B,Ed,M} + V_{B,Ed,G}$$

- $V_{B,Ed,G}$ est la contribution associée aux charges de gravité
- $V_{B,Ed,M}$ est l'effort de cisaillement associé à la formation des rotules plastiques

$$V_{B,Ed,M} = \frac{2 \cdot M_{B,Rd}}{L_h}$$

Objectifs généraux de performance : critère de résistance

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUES

ASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉS

OBJECTIFS DE
PERFORMANCE

HYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENT

ASSEMBLAGES
AVEC JARRET

ASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIE

ASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIE

ASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

- L'effort de cisaillement agissant au niveau du panneau d'âme du poteau peut être obtenu via la formule suivante :

$$V_{wp,Ed} = \alpha \cdot (M_{B,Rd} + V_{B,Ed} \cdot s_h) / z - V_{c,Ed}$$

où :

- $V_{wp,Ed}$ est l'effort de cisaillement de calcul dans le panneau d'âme du poteau
- $V_{c,Ed}$ est l'effort de cisaillement dans le poteau
- z est le bras de levier interne

Objectifs généraux de performance : critère de résistance

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUES

ASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉS

OBJECTIFS DE
PERFORMANCE

HYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENT

ASSEMBLAGES
AVEC JARRET

ASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIE

ASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIE

ASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

- En respectant les objectifs de dimensionnement visés, les inégalités suivantes doivent être respectées :

$$M_{con,Rd} \geq M_{con,Ed}$$

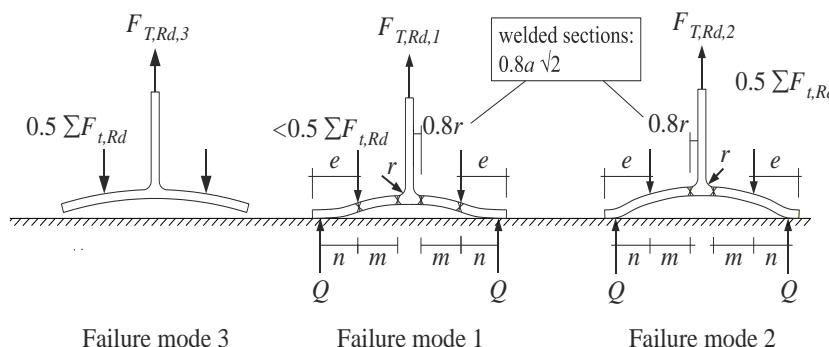
$$V_{wp,Rd} \geq V_{wp,Ed}$$

Objectifs généraux de performance : critère de ductilité

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUESASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉSOBJECTIFS DE
PERFORMANCEHYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENTASSEMBLAGES
AVEC JARRETASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIEASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIEASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

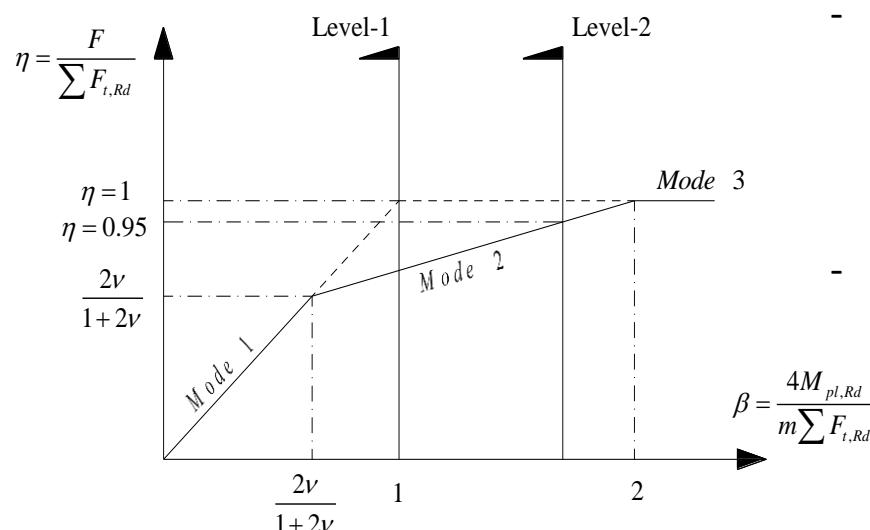
- La ductilité des assemblages est liée au type de mode de ruine activé
- Les composantes en flexion (à savoir la platine d'about ou la semelle de poteau fléchie) sont des composantes intéressantes à activer si un comportement ductile est visé MAIS un mode de ruine approprié doit être activé!



- Mode 1 → Ductile
- Mode 3 → Non ductile
- Mode 2 → Peut être ductile

Objectifs généraux de performance : critère de ductilité

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUESASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉSOBJECTIFS DE
PERFORMANCEHYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENTASSEMBLAGES
AVEC JARRETASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIEASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIEASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

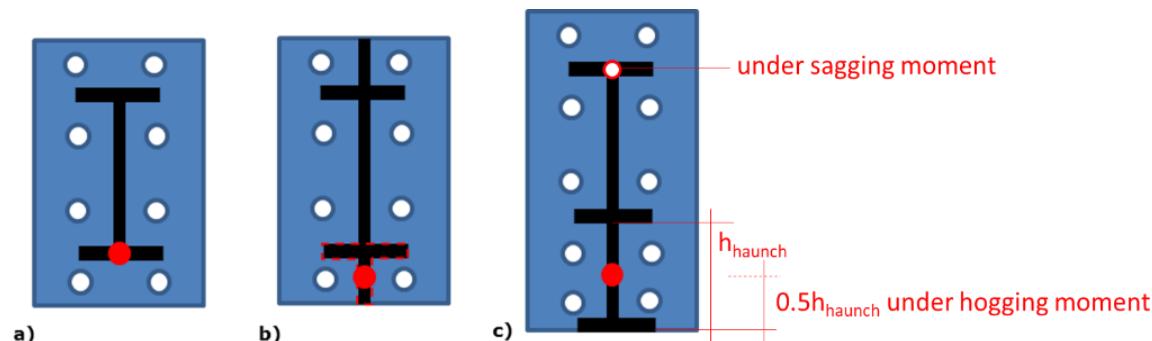
- Niveau 1 :
 $\beta \leq 1$ → Mode de ruine 1 ou 2 (mais proche du 1)
→ Haut niveau de ductilité
- Niveau 2 :
 $\beta < 2$ and $\eta \leq 0.95$
→ Mode de ruine 2
→ Ductilité plus faible mais mode de ruine fragile évité

Objectifs généraux de performance : critère de ductilité

INTRODUCTION

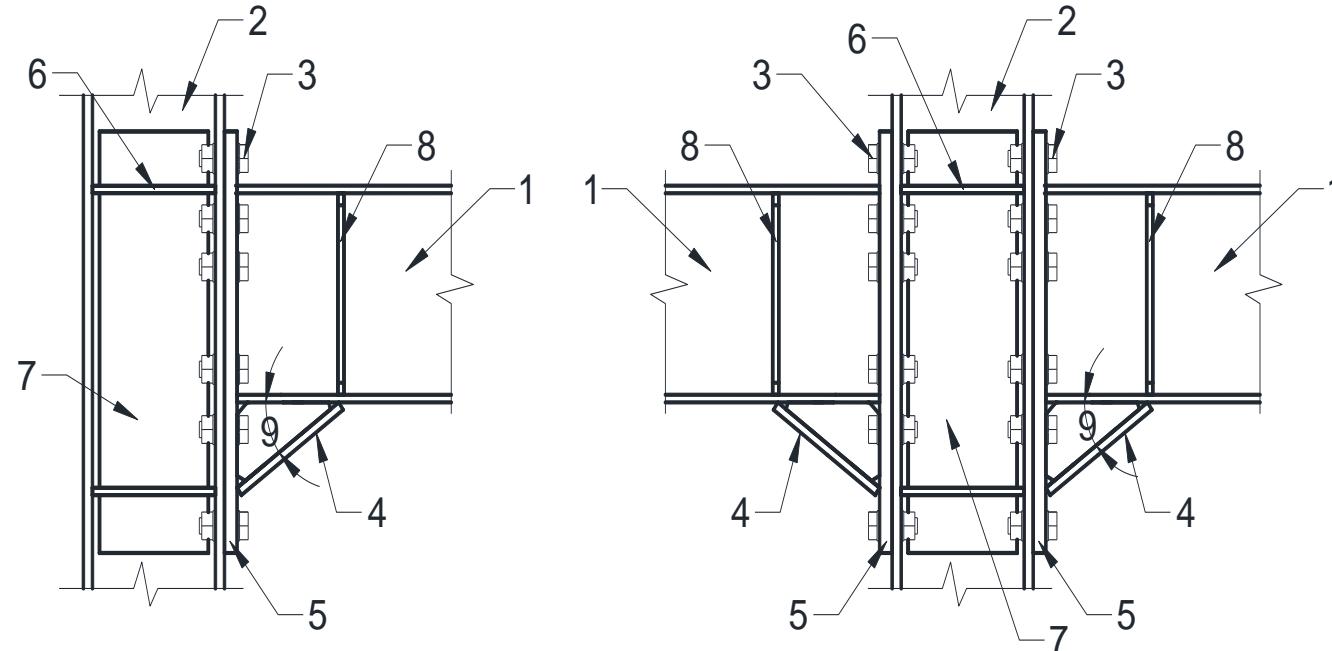
RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUESASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉSOBJECTIFS DE
PERFORMANCEHYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENTASSEMBLAGES
AVEC JARRETASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIEASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIEASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

- Rangées de boulons activées en traction → les rangées en-dessous de l'axe central de l'attache sont supposées être « non-actives » en traction du fait que leur contribution à la résistance au moment est limitée
- Centre de compression et bras de levier associé



Assemblages poutre-poteau avec jarret

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUESASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉSOBJECTIFS DE
PERFORMANCEHYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENTASSEMBLAGES
AVEC JARRETASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIEASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIEASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

Attache pleinement résistante et rigide avec panneau
pleinement résistant ou de résistance équivalente

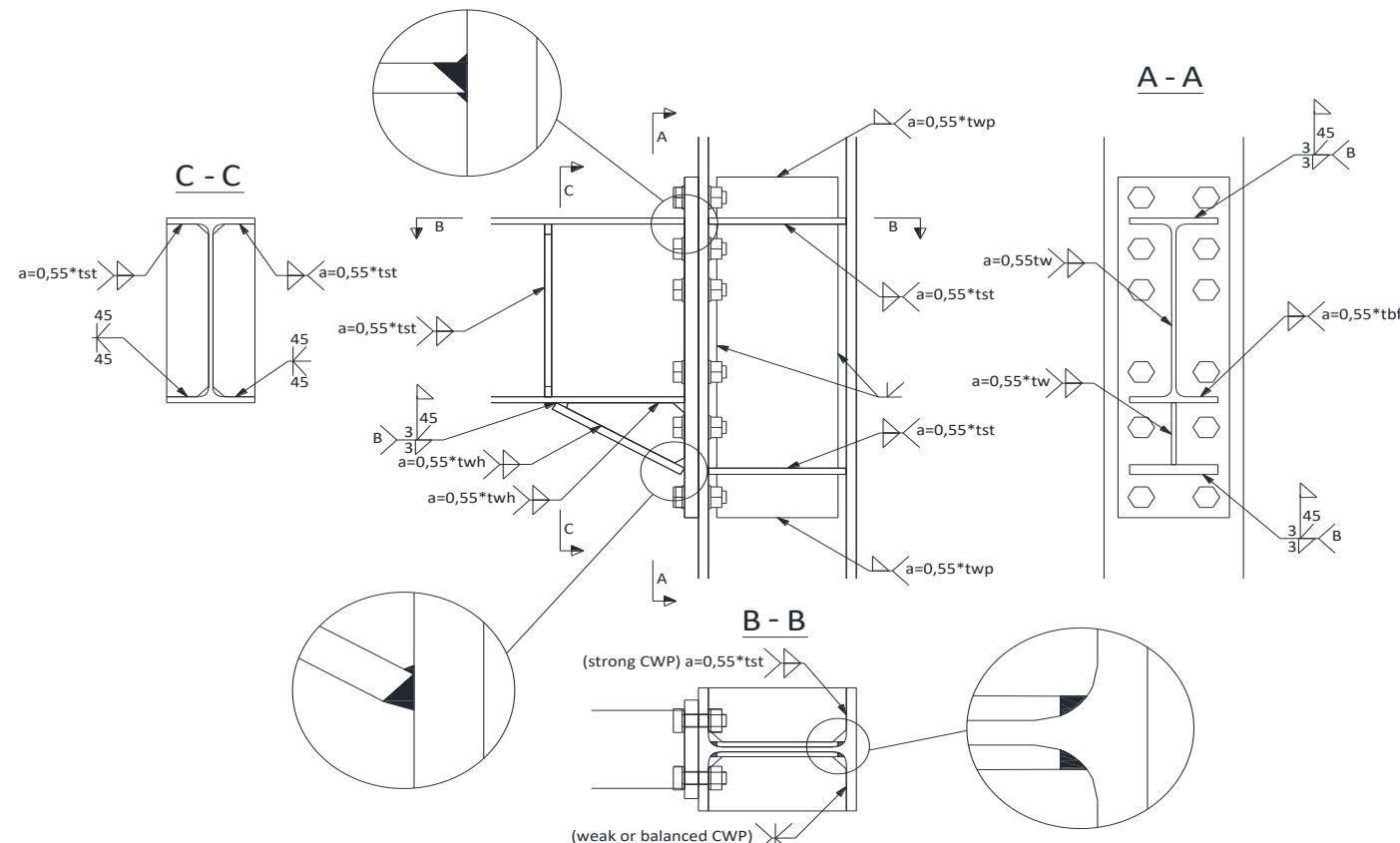
1 – Poutre 2 – Poteau	3 – Boulons 4 – Jarret	5 – Platine d'about 6 – Raidisseurs transversaux	7 – Plats de renfort d'âme 8 – Raidisseur de poutre 9 – Angle du jarret
--------------------------	---------------------------	---	---

Assemblages poutre-poteau avec jarret

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUESASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉSOBJECTIFS DE
PERFORMANCEHYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENTASSEMBLAGES
AVEC JARRETASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIEASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIEASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

- Détails des soudures

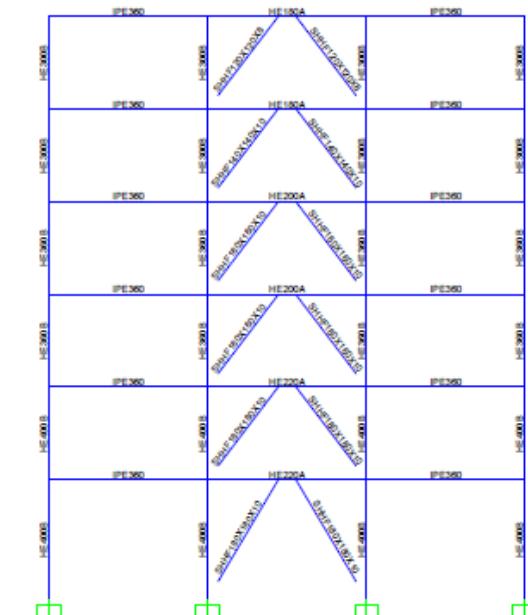
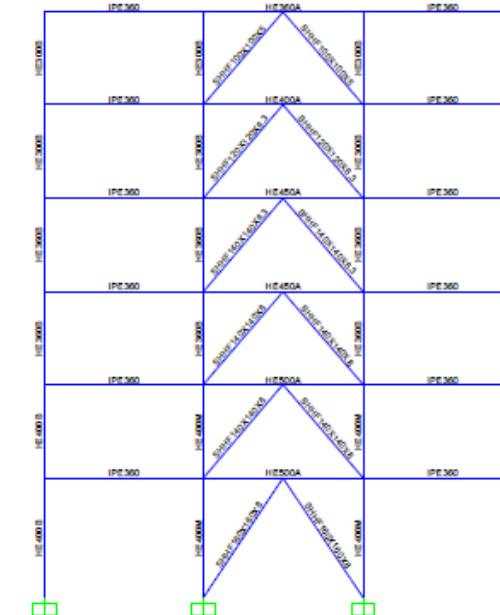
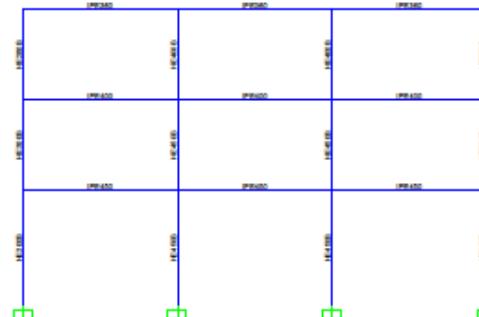


NOTE:

1. All full-penetration welds shall be quality level B acc. EN ISO 5817 and EN 1090-2:2008.
2. All welds shall be quality level C unless otherwise specified on drawings.

Assemblages poutre-poteau avec jarret

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUESASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉSOBJECTIFS DE
PERFORMANCEHYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENTASSEMBLAGES
AVEC JARRETASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIEASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIEASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

Assemblages poutre-poteau avec jarret

- Domaine de validité de la pré-qualification (1/2)

Eléments	Domaine d'application
Poutre	<p>Profilés laminés à chaud, sections IPE 330 à IPE 600. Sections de classe 1 selon l'EN 1993-1-1.</p> <p>Des sections reconstituées par soudage de dimensions équivalentes peuvent être utilisées, si la soudure entre les semelles et l'âme est à pleine pénétration, renforcée par des cordons.</p>
Hauteur de section	330 à 600 mm
Ratio portée sur hauteur (portée entre positions théoriques des rotules plastiques)	Minimum 7
Epaisseur des semelles	<p>Minimum : 11 mm</p> <p>Maximum : 21 mm* (Extrapolation de 10% par rapport à la valeur maximale testée)</p>
Matériaux	S235 à S355
Poteau	<p>Profilés laminés à chaud, sections HEB260/HEM260 jusqu'à HEB550/HEM550. Sections de classe 1 selon l'EN 1993-1-1.</p> <p>Des sections reconstituées par soudage de dimensions équivalentes peuvent être utilisées, si la soudure entre les semelles et l'âme est à pleine pénétration, renforcée par des cordons.</p>
Hauteur de section	260 à 550 mm
Epaisseur des semelles	<p>Minimum : 17.5 mm</p> <p>Maximum : 40 mm</p>
Matériaux	S235 à S355
Ratio des hauteurs de sections poutre / poteau	0.60-2.00

- **Domaine de validité de la pré-qualification (2/2)**

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUES

ASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉS

OBJECTIFS DE
PERFORMANCE

HYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENT

ASSEMBLAGES
AVEC JARRET

ASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIE

ASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIE

ASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

Platine d'about	20-40
Epaisseur	Minimum : 20 mm Maximum : 40 mm
Largeur	Minimum : largeur de la semelle de poutre + 30 mm Maximum: largeur de la semelle du poteau
Matériaux	S235 à S355
Raidisseurs transversaux de poteau et de poutre	Selon exigences de l'EN1993-1-8 et de l'EN1998-1.
Matériaux	S235 à S355
Plats supplémentaires d'âme	Selon exigences de l'EN1993-1-8 et de l'EN1998-1. Il est possible de prendre en compte l'aire totale des plats dans le calcul de la résistance au cisaillement des panneaux d'âme de poteau.
Hauteur	Au moins égale à la hauteur de la platine d'about
Matériaux	S235 à S355
Boulons	Boulons à haute résistance aptes à la précontrainte selon les normes EN14399-3 (système HR) ou EN14399-4 (système HV). Serrage contrôlé selon l'EN 1090-2.
Diamètre	M24 à M36
Nuance	8.8 à 10.9
Trous	Selon l'EN1993-1-8
Jarret	Inclinaison entre la semelle inférieure de la poutre et celle du jarret, entre 30° et 45°.
Angle	
Soudures	Selon la Figure 3.6
Semelle supérieure de la poutre sur la platine Semelle de jarret sur la platine	Soudures à pleine pénétration renforcées
Raidisseurs transversaux sur semelle de poteau	Soudures à pleine pénétration
Plats d'âme sur semelle de poteau	Soudures à pleine pénétration
Autres soudures	Soudures d'angle de chaque côté du plat soudé, avec un cordon d'angle au moins égal à 0,55 fois l'épaisseur du plat.

Assemblages poutre-poteau avec jarret

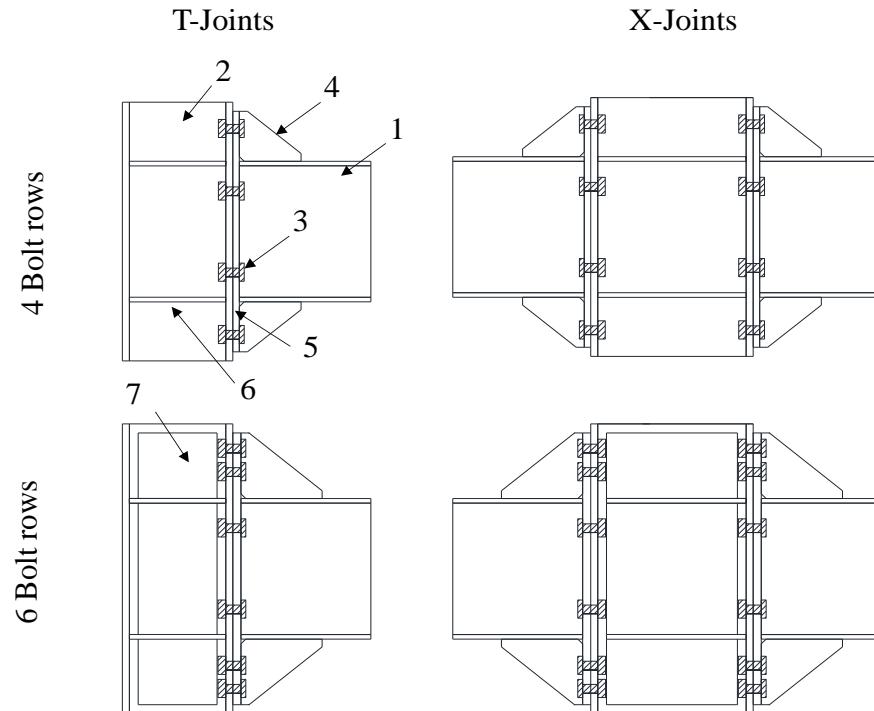
- **Procédure de dimensionnement :**
 - Fondée sur la méthode des composantes avec certains ajustements
 - Assemblage dimensionné sous flexion et sous effort de cisaillement présents à la face du poteau
 - Sur-résistance et écrouissage des matériaux pris en compte
- **Procédure globale :**
 - Etape 1 : choix initial des géométries de l'assemblage et des matériaux
 - Etape 2 : Caractérisation des composantes
 - Etape 3 : Procédure d'assemblage
 - Etape 4 : Classification de l'assemblage et vérifications

Assemblages poutre-poteau avec jarret

- Pour chaque étape :
 - Des tableaux avec la démarche à suivre sont fournis
 - Si le dimensionnement de l'élément considéré est couvert par les Eurocodes, référence est faite au code et au chapitre appropriés
 - Si le dimensionnement de l'élément considéré n'est pas couvert par les Eurocodes ou si ce qui est proposé dans les Eurocodes appelle à des modifications, les règles spécifiques sont fournies dans le document
- En respectant la procédure, l'utilisateur a la garantie d'obtenir une solution d'assemblage respectant les différents critères de dimensionnement

Assemblages par platine d'about débordante raidie

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUESASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉSOBJECTIFS DE
PERFORMANCEHYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENTASSEMBLAGES
AVEC JARRETASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIEASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIEASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

Attache pleinement résistante ou à résistance partielle et attache rigide ou semi-rigide avec panneau d'âme de poteau pleinement résistant

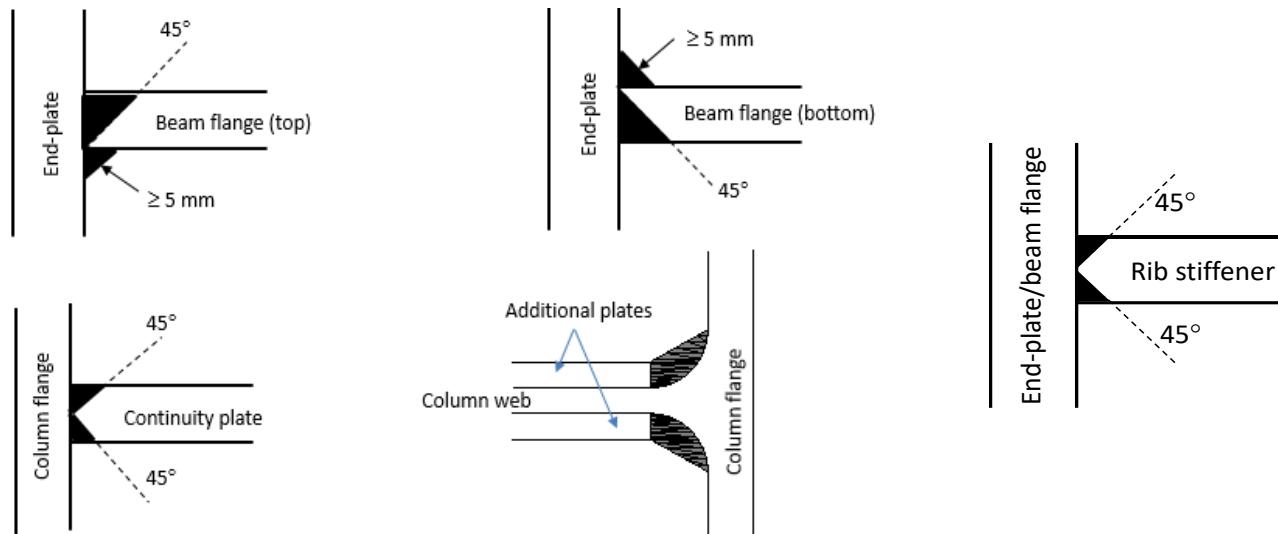
1: Poutre	3: Boulons	5: Platine d'about	7: Plats de renfort
2: Poteau	4: Raidisseurs	6: Raidisseurs transversaux	

Assemblages par platine d'about débordante raidie

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUESASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉSOBJECTIFS DE
PERFORMANCEHYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENTASSEMBLAGES
AVEC JARRETASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIEASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIEASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

- Détails des soudures



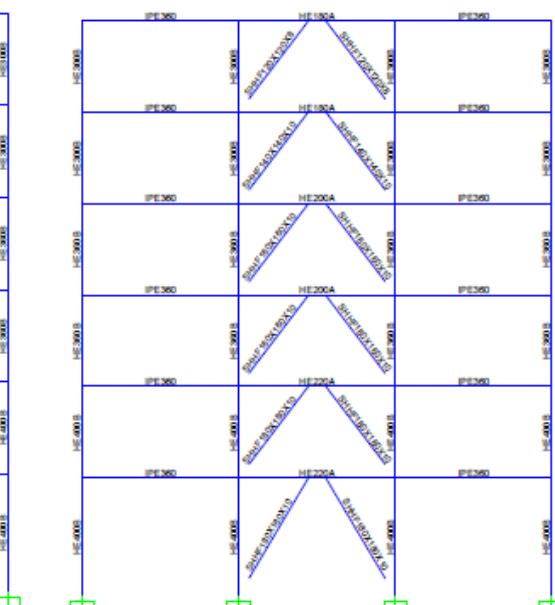
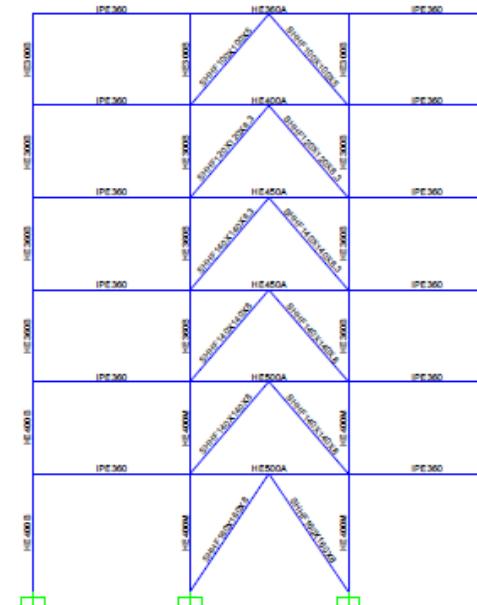
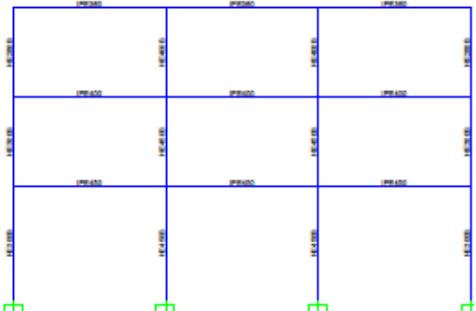
Soudures	Résistance de l'assemblage		
	Pleine	Équivalente	Partielle
Semelle de poutre – platine d'about (bf-ep)	FPW	FPW	FPW
Ame de poutre – platine d'about (bw-ep)	FPW	FPW	FW
Raidisseurs transversaux – Poteau (cp-c)	FW	FW	FPW
Raidisseur – platine d'about (r-ep)	FPW	FPW	FPW
Raidisseur – semelle de poutre (r-bf)	FPW	FPW	FPW
Plats de renfort – poteau (Swp-c)	FPW+PW	FPW+PW	FPW+PW

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUESASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉSOBJECTIFS DE
PERFORMANCEHYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENTASSEMBLAGES
AVEC JARRETASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIEASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIEASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

Assemblages par platine d'about débordante raidie

- Liste des systèmes structuraux pour lesquels l'assemblage est pré-qualifié :
 - Portiques travaillant par effet cadre (MRFs)
 - Portiques avec contreventement centré (MRF + CBFs)
 - Portiques avec contreventement excentré (MRF + EBFs)



Assemblages par platine d'about débordante raidie

- #### ○ Domaine de validité de la pré-qualification (1/2)

- Domaine de validité de la pré-qualification (2/2)

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUESASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉSOBJECTIFS DE
PERFORMANCEHYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENTASSEMBLAGES
AVEC JARRETASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIEASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIEASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

Raidisseurs transversaux		
	Epaisseur	Egale ou plus grande que l'épaisseur des semelles de la poutre connectée
	Matériaux	S235 à S355
Plats de renfort d'âme		
	Epaisseur	Tableau 3.4
	Matériaux	S235 à S355
Boulons		
	Diamètre	HV ou HR
	Nuance	Tableau 3.4
	Nombre de rangées de boulons	10.9
	Ecrous	Selon l'EN14399-4
	Trous	Selon l'EN1993:1-8
Soudures		
	Platine d'about - semelles de poutre	Soudure pleine pénétration renforcée (Figure 3.9)
	Raidisseurs transversaux - semelles de poteau	Soudure pleine pénétration (Figure 3.9)
	Plats de renfort d'âme - poteau	Soudure pleine pénétration (Figure 3.9)
	Autres soudures	Cordons de soudure: rayon de gorge plus grand que 0,55 fois l'épaisseur des plats connectés

Assemblages par platine d'about débordante raidie

- **Procédure de dimensionnement :**
 - Fondée sur la méthode des composantes avec certains ajustements
 - Assemblage dimensionné sous flexion et sous effort de cisaillement présents à la face du poteau
 - Sur-résistance et écrouissage des matériaux pris en compte
- **Procédure globale :**
 - Etape 1 : choix initial des géométries de l'assemblage et des matériaux
 - Etape 2 : Caractérisation des composantes
 - Etape 3 : Procédure d'assemblage
 - Etape 4 : Classification de l'assemblage et vérifications

Assemblages par platine d'about débordante raidie

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUES

ASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉS

OBJECTIFS DE
PERFORMANCE

HYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENT

ASSEMBLAGES
AVEC JARRET

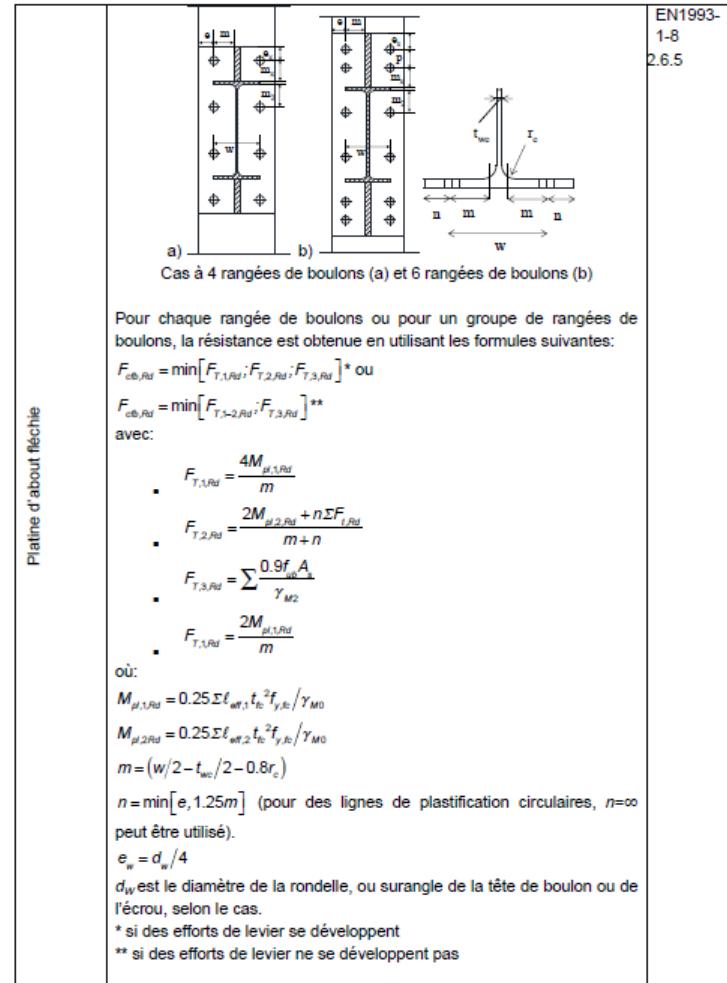
ASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIE

ASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIE

ASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

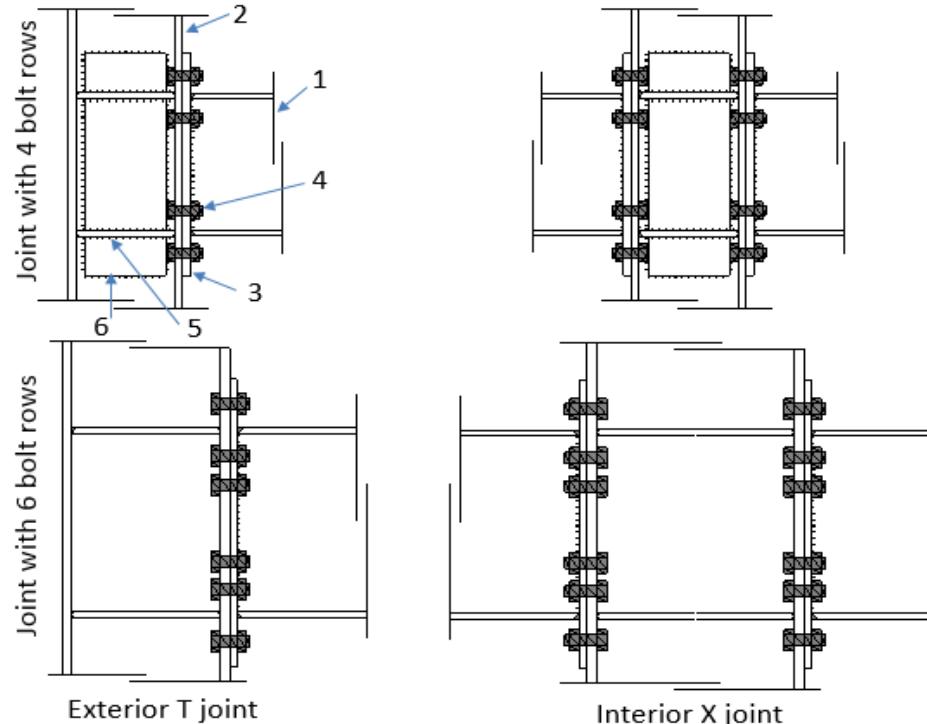
Tableau 3.4: Choix initial de la géométrie et des matériaux de l'assemblage

Eléments	Dimensions de la poutre		
d'assemblage	Petite (\approx IPE360)	Moyenne (\approx IPE450)	Grande (\approx IPE600)
Nuance de boulon	10.9		
Diamètre de boulon	M27	M30	M36
Nombre de rangées de boulons	4/6	4/6	6
Platine d'about	<p><i>Epaisseur:</i> $t_{ep}=(2/3 \text{ } [5/6] \text{ } d_b$ pour les assemblages à pleine résistance - elle peut être légèrement plus grande que les semelles du poteau; $t_{ep}=(2/3 \text{ } [5/6] \text{ } d_b$ pour des assemblages équivalents - elle devrait être inférieure à l'épaisseur des semelles du poteau.</p> <p><i>Dimensions:</i> la largeur doit être égale ou inférieure à celle de la semelle du poteau. La partie débordante doit être suffisante pour placer une ou deux rangées de boulons, en respectant les règles fournies dans l'EN1993-1-8 (§3.5).</p>		
Plats de renfort d'âme	L'épaisseur et les dimensions des plats de renfort d'âme doivent être fixées selon les règles fournies dans l'EN1993-1-8 (§ 6.2.6.1), sinon des soudures en bouchon doivent être utilisées pour garantir la stabilité des plats de renfort.		
Raidisseurs transversaux		Tableau 3.3	
Détails de soudure			
Note: t_{ep} est l'épaisseur la platine d'about et d_b est le diamètre nominal du boulon.			



Assemblages par platine d'about débordante non raidie

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUESASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉSOBJECTIFS DE
PERFORMANCEHYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENTASSEMBLAGES
AVEC JARRETASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIEASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIEASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

Attache à résistance équivalente ou partielle et attache rigide ou semi-rigide avec panneau d'âme de poteau à résistance équivalente ou partielle

1: Poutre

2: Poteau

3: Platine d'about

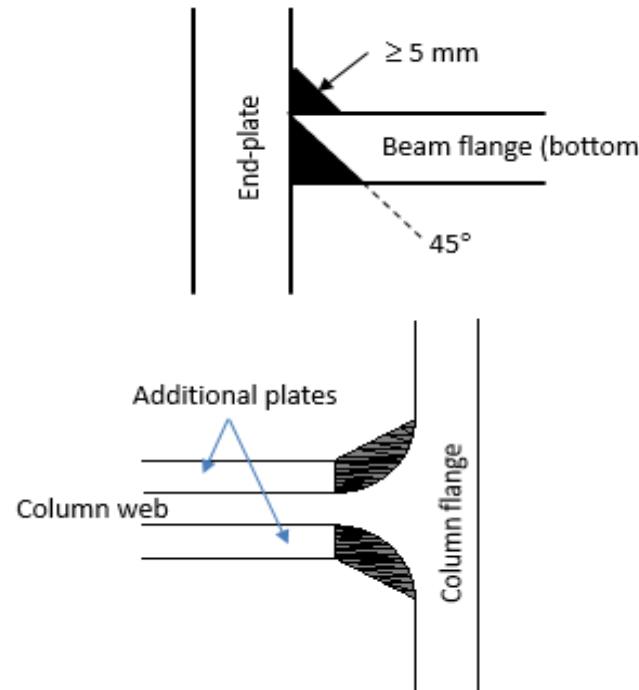
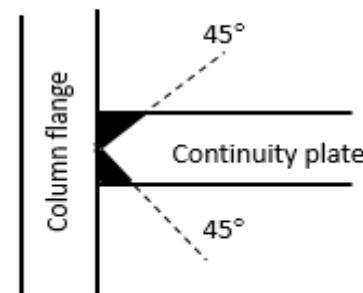
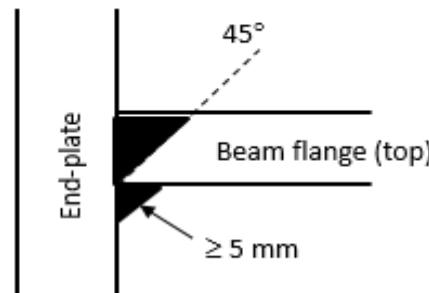
4: Boulons

5: Raidisseurs transversaux

6: Plats de renfort

Assemblages par platine d'about débordante non raidie

Détails des soudures

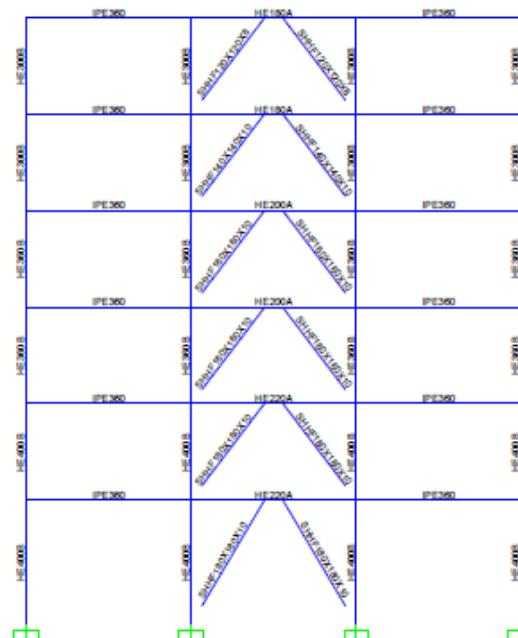
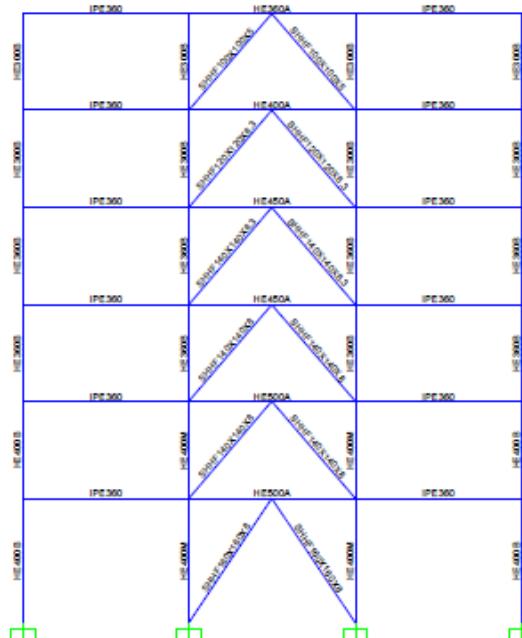


Assemblages par platine d'about débordante non raidie

INTRODUCTION

RECOMMAND.
TECHNOLOGIQUESASSEMBLAGES
PRÉ-QUALIFIÉSOBJECTIFS DE
PERFORMANCEHYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENTASSEMBLAGES
AVEC JARRETASS. PAR PLATINE
D'ABOUT RAIDIEASS. PAR PLATINE
D'ABOUT NON
RAIDIEASSEMBLAGE AVEC
POUTRE À SECTION
RÉDUITE

- Liste des systèmes structuraux pour lesquels l'assemblage est pré-qualifié :
 - Portiques avec contreventement centré (MRF + CBFs)
 - Portiques avec contreventement excentré (MRF + EBFs)



Assemblages par platine d'about débordante non raidie

- Domaine de validité de la pré-qualification (1/2)

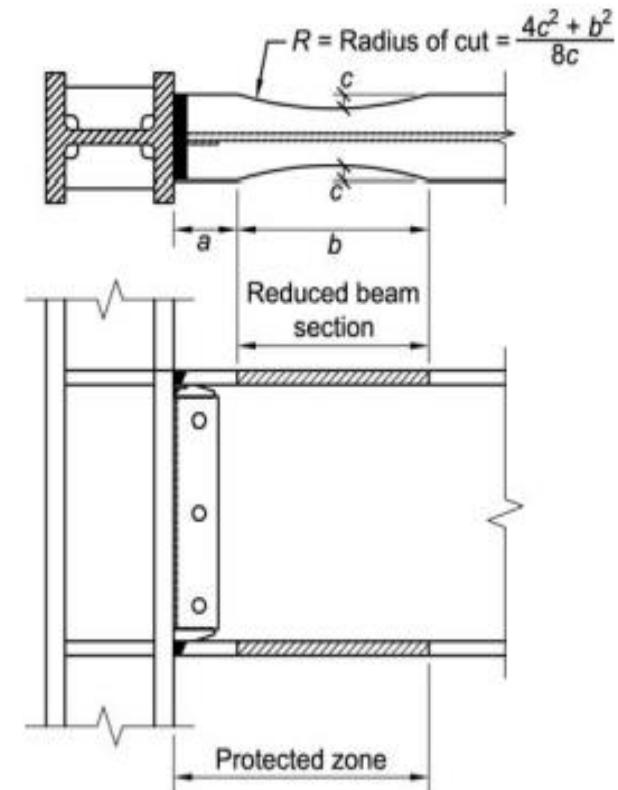
Eléments	Paramètres	Domaine d'application
Poutre	Hauteur	Maximum = 600mm
	Rapport portée/hauteur	Maximum = 23, Minimum = 10
	Epaisseur de la semelle	Maximum = 19mm
	Matériaux	S235 à S355
Poteau	hauteur	Maximum = 550mm
	Epaisseur de la semelle	Maximum = 31mm
	Matériaux	S235 à S355
Platine d'about	Epaisseur	18-25mm
	Matériaux	S235 à S355
Raidisseurs transversaux	Epaisseur	Egal ou plus grand que l'épaisseur de la semelle de la poutre connectée
	Matériaux	S235 à S355
Plats de renfort d'âme	Epaisseur	Tableau 3.6
	Matériaux	S235 à S355

○ Domaine de validité de la pré-qualification (2/2)

		HV ou HR
Boulons	Diamètre	Tableau 3.6
	Nuance	10.9
	Nombre de rangées de boulons	Tableau 3.6
Soudures	Platine d'about - semelle de poutre	Soudure plaine pénétration renforcée (Figure 3.9)
	Raidisseur transversal - semelle de poteau	Soudure pleine pénétration (Figure 3.9)
	Plat de renfort - semelle de poteau	Soudure pleine pénétration (Figure 3.9)
	Autres soudures	Cordon de soudure : rayon de gorge plus grand que 0.55 fois l'épaisseur des plats assemblés.

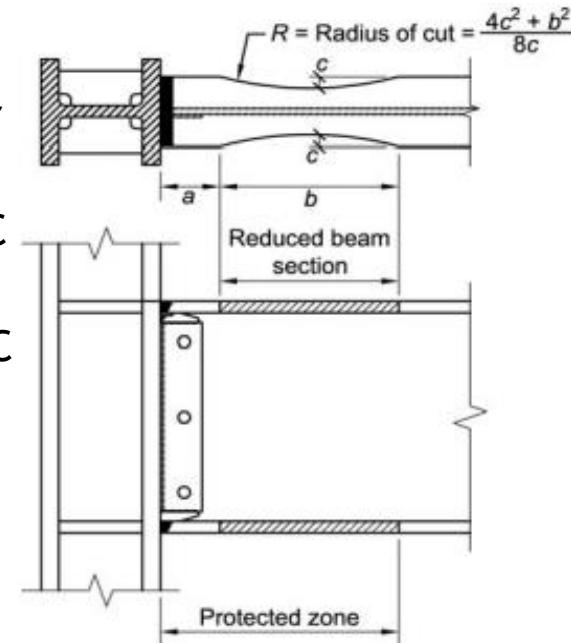
Assemblages avec section de poutre réduite

- Solution étudiée pour le marché américain
 - ➔ pas directement liée aux configurations d'assemblage étudiées précédemment
- Le dimensionnement suit les recommandations de l'AISC à l'exception du panneau d'âme qui est dimensionné selon les règles Européennes pour des assemblages à pleine résistance
- Le dimensionnement doit suivre les recommandations de :
 - AISC 341 - Seismic Provisions for Structural Steel Buildings
 - AISC 358-16 - Prequalified Connections for Seismic Applications
 - AISC 360 – Specification for Structural Steel Buildings



Assemblages avec section de poutre réduite

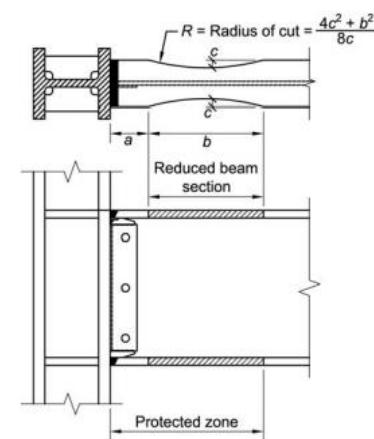
- Procédure de dimensionnement en 18 étapes :
 1. Vérification du voilement local de poutre pour la compacité sismique
 2. Vérification du voilement local de poteau pour la compacité sismique
 3. Vérification des limitations de poutre de l'AISC 358 Sect 5.3.1
 4. Vérification des limitations de poteau de l'AISC 358 Sect 5.3.2
 5. Détermination du module de flexion plastique au centre de la section de poutre réduite
 6. Détermination du moment maximum probable au droit de la section de poutre réduite
 7. Calcul de l'effort de cisaillement au centre de la section réduite
 8. Calcul de l'effort de cisaillement correspond dans le poteau
 9. Calcul du moment maximum probable à la face du poteau



Assemblages avec section de poutre réduite

- Procédure de dimensionnement en 18 étapes :
 10. Calcul du moment plastique attendu pour la poutre
 11. Vérification de la résistance à la flexion par rapport à $\Phi_d M_{pe}$
 12. Calcul et vérification de la force concentrée dans le poteau
 13. Vérification du rapport des moments poteau/poutre
 14. Vérification de la résistance de la zone du panneau d'âme
 15. Calcul de l'épaisseur requise pour les plats de renfort d'âme
 16. Vérification de l'épaisseur requise pour l'âme de poteau et les plats de renfort (si présents)
 17. Vérification de la nécessité ou non de l'utilisation de raidisseurs transversaux
 18. Calcul de l'épaisseur requise pour les raidisseurs transversaux

Les détails sont reportés dans le guide de dimensionnement



Plan de la présentation

- 1. Guide de dimensionnement pour les assemblages préqualifiés**
- 2. Logiciel et application numérique**

Application EQUALJOINTS

Objectif

- Développement d'une application EQUALJOINTS pour appareils mobiles permettant l'analyse prédictive de la réponse cyclique d'assemblage, par le biais d'une appli conviviale;

Contexte

- **Développement de l'appli EQUALJOINTS**
 - Application conviviale pour mobile
 - Plateformes iOS et Android
 - Développée par UC (Université Coimbra) et OneSource
- **Domaine d'application**
 - Outils pour un calcul et une vérification rapides de la réponse cyclique des assemblages en acier;
 - A partir d'une base de données d'assemblages en acier pré-qualifiés pour le séisme, d'après les résultats du projet EQUALJOINTS;
 - Résistance des assemblages poteaux-poutres selon EC3-1-8.

Appli EQUALJOINTS

- **3 étapes principales sont requises pour le calcul des résistances**
 - Définition des sections de poutre et poteau;
 - Définition des paramètres en fonction du cas étudié (longueur de barre, nuance d'acier ...);
 - Une synthèse et un rapport détaillé sont automatiquement générés et peuvent être soit envoyés par courriel soit enregistrés localement.

EQUALJOINTS APP

APPLI mobile

- Icône

Logiciel UCYCLIC



Carrier 

2:20 PM

100% 

APPLI mobile

Logiciel UCYCLIC

≡

EqualJoints

Home

Saved Reports

Configurations

? Help

Login

Prequalification of Joints Tool

Catalog

News & Events

Supplier

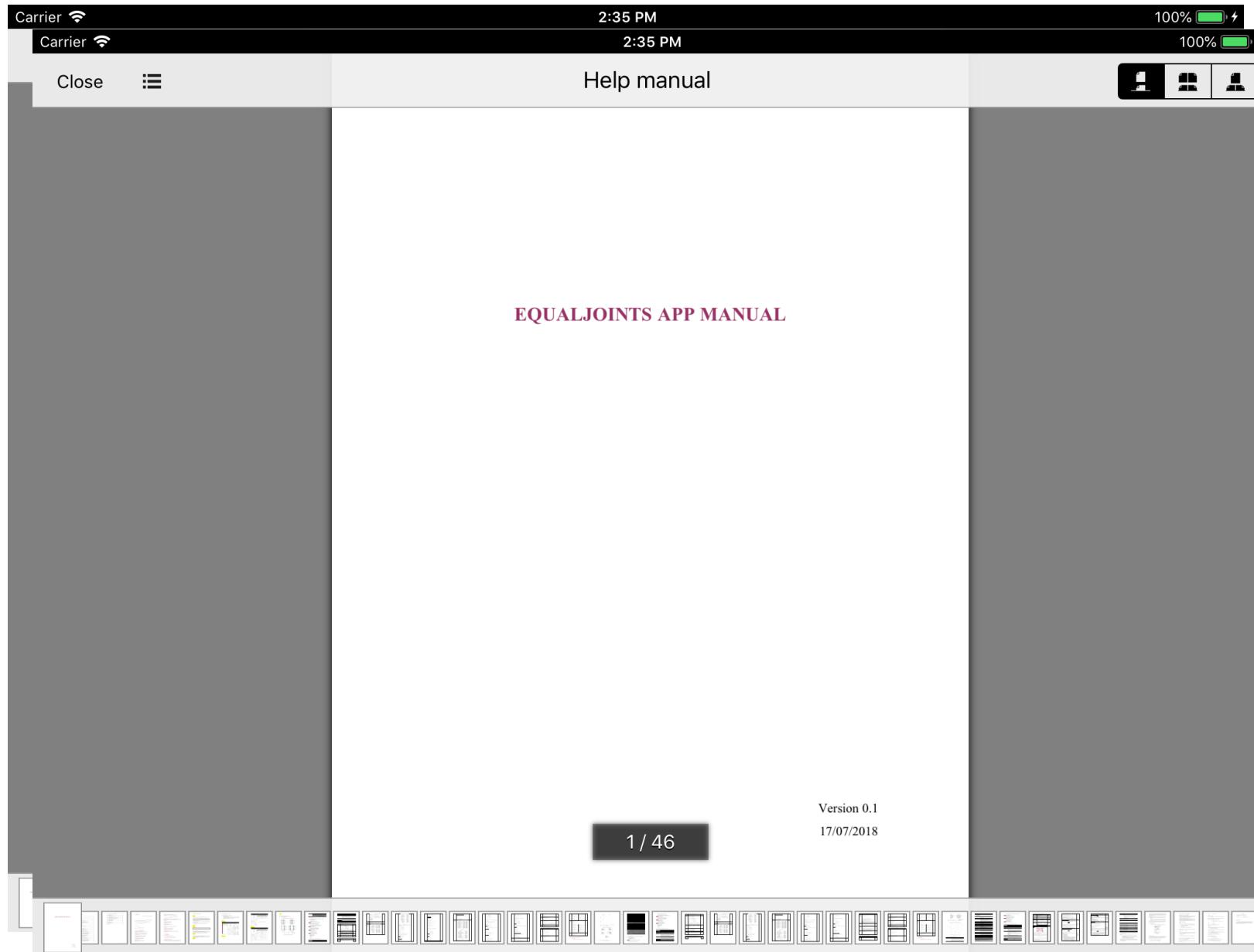
46/76

Séminaire Equaljoints Plus, Liège, 04/04/2019

APPLI mobile

Logiciel UCYCLIC

47/76



Carrier  2:35 PM 100% 

Carrier  2:35 PM 100% 

Close  Help manual

EQUALJOINTS APP MANUAL

Version 0.1
17/07/2018

1 / 46



TABLE OF CONTENTS

TABLE OF CONTENTS.....	ii
1. EQUALJOINTS.....	1
1.1 About	1
2. ABOUT ECCS.....	2
2.1 Aims and Objectives.....	2
2.2 Membership.....	2
2.3 ECCS Steel Construction Platform	2
2.4 STEEL CONSTRUCTION: Design & Research	2
2.5 Technical guidance on the use of the Eurocodes	2
3. USING THE APPLICATION	2
3.1 Scope.....	2
3.2 Configurations	3
3.3 Catalog and suppliers.....	3
3.4 Examples and Reports – Calculator.....	4



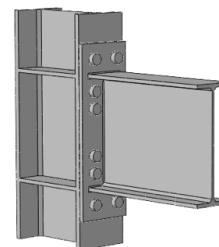
Carrier 

2:20 PM

100% 

APPLI mobile

Logiciel UCYCLIC



Prequalification of Joints Tool



Catalog



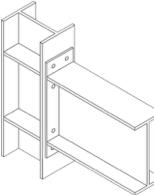
News & Events



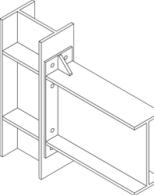
Suppliers

Carrier  2:20 PM 100% 

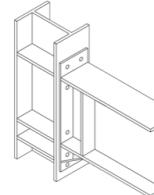
< Back ≡



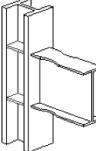
Extended Endplate Joint



Stiffened Extended Endplate Joint



Haunchend Endplate Joint



Dog-bone Joint

Carrier 2:21 PM 100%

Calculator Calculate

SELECT BEAM

- IPE
- IPE 220
- IPE 240
- IPE 270
- IPE 300
- IPE 330
- IPE 360**
- IPE 400
- IPE 450
- IPE 500
- IPE 550

SELECT COLUMN

IPE 360

BEAM PROPERTIES
IPE 360

Designation	56.00 kg/m
Dimensions	
h	360.00 mm
b	170.00 mm
tw	8.00 mm

COLUMN PROPERTIES
PLEASE SELECT AN ITEM

BEAM PARAMETERS

Length [m]

Steel Grade S235

Quality JR

Fabrication Procedure Hot Rolled

COLUMN PARAMETERS

Length [m]

Steel Grade S235

Quality JR

Fabrication Procedure Hot Rolled

Carrier 2:22 PM 100%

Calculator Calculate

APPLI mobile

Logiciel UCYCLIC

SELECT BEAM

SELECT COLUMN

HE

HE 240 AA

HE 240 B

HE 240 M

HE 260 A

HE 260 AA

HE 260 B

HE 260 M

HE 280 A

HE 280 AA

HE 280 B

HE 280 M

BEAM PARAMETERS

Length [m]

Steel Grade S235

Quality JR

Fabrication Procedure Hot Rolled

BEAM PROPERTIES IPE 360

Designation G **56.00 kg/m**

Dimensions h **360.00 mm**
b **170.00 mm**
tw **8.00 mm**

COLUMN PROPERTIES HE 280 B

COLUMN PARAMETERS

Length [m]

Steel Grade S235

Quality JR

Fabrication Procedure Hot Rolled

Carrier 

2:22 PM

100% < Back 

Calculator

All available solution for the selected beam and column [IPE 360 - HE 280 B]

	Specimen name	Design criteria	M _{b,Rd} [kNm]	M _{con,Rd} [kNm]	M _{j,RD} [kNm]	S _{j,inj} [kNm/rad]
	E1-TB-E	Equal	629.84	514.63	413.53	94558.43
	E1-TB-P	Partial	621.84	627.60	449.27	91732.64
	ES1-TS-E	Equal	565.10	448.82	516.61	95731.94
	ES1-TS-F	Full	594.65	468.53	574.19	93389.26
	EH1-TS-35-F	Full	542.65	527.35	651.62	92437.87

Please select one or more solutions to analyse.

Carrier

2:22 PM

100%

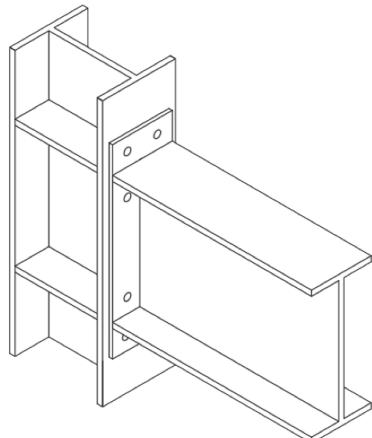
Back

Calculator

All available solution for the selected beam and column [IPE 360 - HE 280 B]

	Specimen name	Design criteria	$M_{b,Rd}$ [kNm]	$M_{con,Rd}$ [kNm]	$M_{j,Rd}$ [kNm]	$S_{j,inj}$ [kNm/rad]
<input type="radio"/>	E1-TB-E	Equal	629.84	514.63	413.53	94558.43
<input checked="" type="radio"/>	E1-TB-P	Partial	621.84	627.60	449.27	91732.64
<input checked="" type="radio"/>	ES1-TS-E	Equal	565.10	448.82	516.61	95731.94
<input type="radio"/>	ES1-TS-F	Full	594.65	468.53	574.19	93389.26
<input type="radio"/>	EH1-TS-35-F	Full	542.65	527.35	651.62	92437.87

JOIN GEOMETRY



DESIGN PROPERTIES

	E1-TB-P	ES1-TS-E
Design criteria	Partial	Equal
$M_{b,Rd}$	621.84	565.10
$M_{d,conR}$	627.60	448.82
$M_{j,Rd}$	449.27	516.61
$S_{j,inj,J}$	91732.64	95731.94
$M_{con,Rd}/M_{b,Rd}$	1.01	0.79
$V_{wp,Rd}$	1360.16	1211.72
$V_{wp,Rd}/F_{Rd}$	0.75	0.97
K_b	11.85	7.76
$V_{con,Rd}$	1686.80	1777.98
$V_{con,Rd}/V_{b,Rd}$	1.45	2.14

Full Report

APPLI mobile

Logiciel UCYCLIC

Carrier  2:22 PM 100% 

Back  Calculator

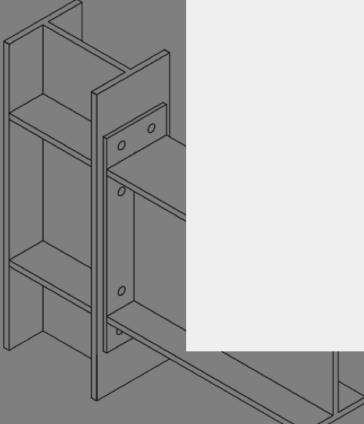
All available solution for the selected beam and column [IPE 360 - HE 280 B]

	Specimen name	Design criteria	$M_{b,Rd}$ [kNm]	$M_{con,Rd}$ [kNm]	$M_{j,RD}$ [kNm]	$S_{j,inj}$ [kNm/rad]
<input type="radio"/>	E1-TB-E					94558.43
<input checked="" type="radio"/>	E1-TB-P					91732.64
<input checked="" type="radio"/>	ES1-TS-E					95731.94
<input type="radio"/>	ES1-TS-F					93389.26
<input type="radio"/>	EH1-TS-35-F					92437.87

Select report 

E1-TB-P

ES1-TS-E

JOIN GEOMETRY 

K_b	11.85	7.76
$V_{con,Rd}$	1686.80	1777.98
$V_{con,Rd}/V_{b,Rd}$	1.45	2.14

Full Report

Carrier  2:37 PM 100% 

Done  E1-TB-P   

APPLI mobile

Logiciel UCYCLIC

Full report – Unstiffened extended end-plate beam-to-column joint

GENERAL DATA

Design Criteria
Partial strength

Joint Typology
Unstiffened extended end-plate joint: E1-TB-P

Description of joint configuration

- Beam: IPE 360
- Column: HEB 280
- Bolts: M30, 10.9
- End-plate [mm]: 280x590x15
- Stiffeners thickness [mm]: 15
- Flange weld size [mm]: 5
- Web weld size [mm]: 7
- Steel grade: S355

PREQUALIFICATION CHECK

Beam

Depth
 h_b [mm]: 450 ≤ 600 OK

Span-to-depth ration
 L_b [mm]: 8000
 L_b/h_b [-]: 10 ≤ 17.8 ≤ 23 OK

Flange thickness
 t_b [mm]: 14.6 mm ≤ 19 OK

Material
 f_y [MPa]: 235 ≤ 355 ≤ 355 OK

Column

Depth
 h_c [mm]: 340 ≤ 550 OK

Beam/column depth
 h_b/h_c [-]: 1.32 (limits not available yet)

Flange thickness
 t_c [mm]: 21.5 mm ≤ 29 OK

Material
 f_y [MPa]: 235 ≤ 355 ≤ 355 OK

End-plate

Thickness
 t_p [mm]: 18 ≤ 18 ≤ 25
 t_p [mm]: 1/2 d_b ≤ 18 ≤ 2/3 d_b
 t_p [mm]: 18 ≤ 21.5

1 / 18



Full report – Unstiffened extended end-plate beam-to-column joint

GENERAL DATA**Design Criteria**

Partial strength

Joint Typology**Unstiffened extended end-plate joint: E1-TB-P****Description of joint configuration****Beam:** IPE 360**Column:** HEB 280**Bolts:** M30, 10.9**End-plate [mm]:** 280x590x15**Stiffeners thickness [mm]:** 15**Flange weld size [mm]:** 5**Web weld size [mm]:** 7**Steel grade:** S355**PREQUALIFICATION CHECK****Beam**

1 / 18

Depth **h_b [mm]:** 450 ≤ 600 CM**Span-to-depth ration**

No SIM

09:03

43%

Done



E1-TB-E

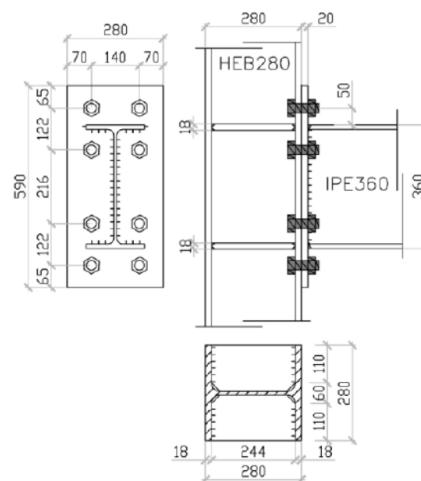


APPLI mobile

Logiciel UCYCLIC

Compression BFC	$F_{c,BF,Rd}$	1387.71 kN	k_7	+∞ mm
CWS	$V_{wp,Rd}$	1123.29 kN	k_1	5.29 mm
CWC	$F_{c,WC,Rd}$	2872.0 kN	k_2	+∞ mm
Compression resistance	$F_{c,Rd}$	1123.29 kN		
Bolts	Bolts in tension	$F_{bolt,Rd}$	k_{10}	12.55 mm
Bolt row 1	EPB	$F_{t,ep,Rd}$	k_5	4.73 mm
	CWT	$F_{t,w,Rd}$	k_3	9.91 mm
	CFB	$F_{t,fc,Rd}$	k_4	20.20 mm
	Tension resistance	$F_{t,1,Rd}$	k_{11}	386.19 kN
	Lever arm	Z_1		497.7 mm
Bolt row 2	EPB	$F_{t,ep,Rd}$	k_5	5.56 mm
	CWT	$F_{t,w,Rd}$	k_3	9.91 mm
	CFB	$F_{t,fc,Rd}$	k_4	17.82 mm
	BWT	$F_{t,b,Rd}$		1281.64 kN
Group 2+3	EPB	$F_{t,ep,Rd}$	k_5	1094.54 kN
	CWT	$F_{t,w,Rd}$	k_3	1420.45 kN
	CFB	$F_{t,fc,Rd}$	k_4	1296.48 kN
	BWT	$F_{t,b,Rd}$		2162.60 kN
	Tension resistance	$F_{t,2,Rd}$	k_{12}	547.27 kN
	Lever arm	Z_2		349.7 mm
Bolt row 3	EPB	$F_{t,ep,Rd}$	k_5	5.56 mm
	CWT	$F_{t,w,Rd}$	k_3	9.91 mm
	CFB	$F_{t,fc,Rd}$	k_4	17.82 mm
	BWT	$F_{t,b,Rd}$		2162.60 kN
	Tension resistance	$F_{t,3,Rd}$	k_{13}	189.82 kN
	Lever arm	Z_3		85.7 mm
Plastic moment resistance	$M_{pl,Rd}$	399.86 kNm		

JOINT GEOMETRY



18 / 18

UCYCLIC - Objectifs

- Développement d'un logiciel basé sur la méthode des composantes, qui fournit une prévision analytique du comportement cyclique des assemblages
- Développement d'une interface d'utilisation simple
- Préparer un Manuel Utilisateur pour l'outil EQUALJOINTS

Concept

- **Prédiction du comportement cyclique des assemblages poteaux-poutres**
 - Charges monotones \Rightarrow méthode des composants (EC3-1-8)
 - Charges cycliques \Rightarrow Approche par expressions mathématiques à plusieurs paramètres nécessitant une calibration expérimentale
 - Projet EQUALJOINTS \Rightarrow Développement d'une méthode des composants sous charges cycliques
- **Principaux points**
 - Extension de la méthode des composants aux assemblages sous charges cycliques
 - Développement d'un outil numérique pour calculer le comportement global des assemblages poteaux-poutres par la caractérisation de ses composants.

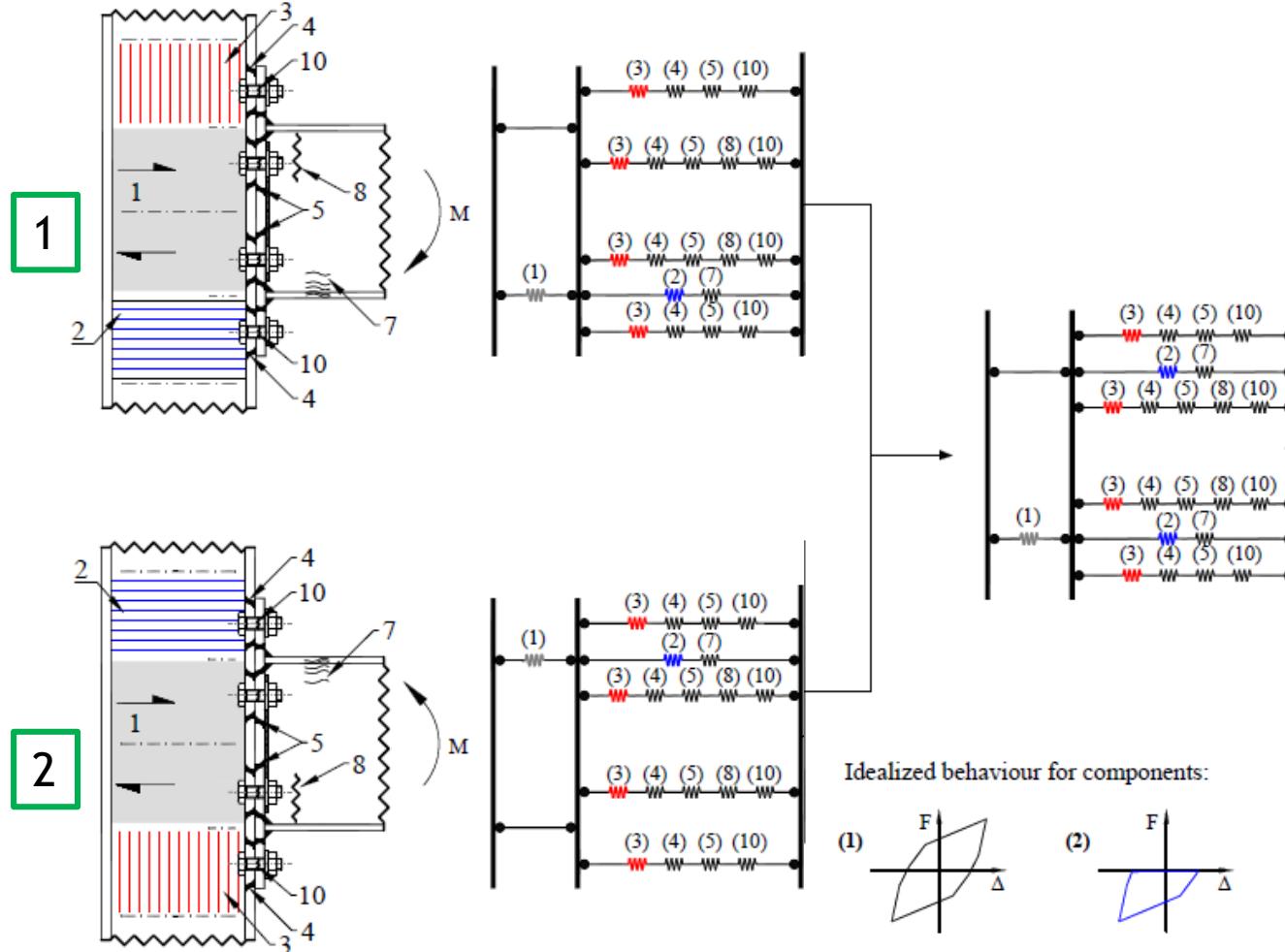


UCyclic

Modèle de composant cyclique

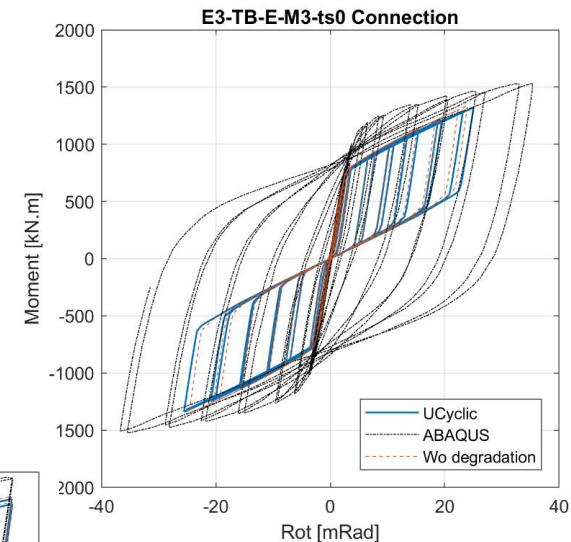
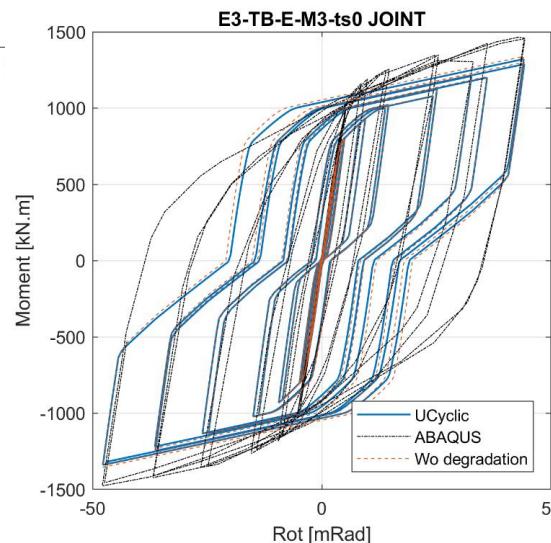
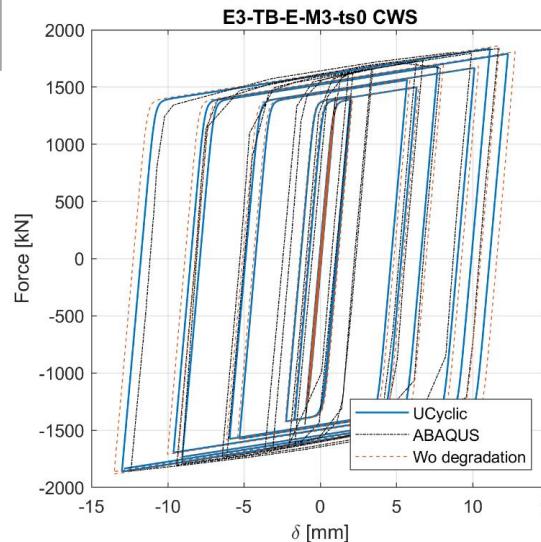
APPLI mobile

Logiciel UCYCLIC



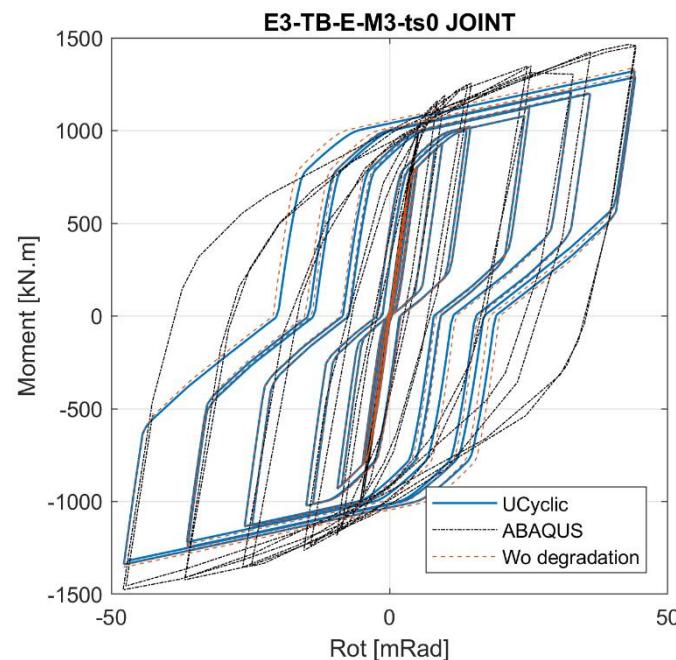
Exemple de résultats obtenus à partir de l'outil

- Courbes globales en sortie

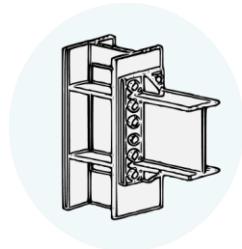


Exemple de résultats obtenus à partir de l'outil

- Courbes globales en sortie



M_{max} [kNm]	1339.34
Rotation [mrad]	47.78
Dégradation [%]	1.1
Contribution du panneau d'âme [%]	46.5



Equaljoints Plus



C . Imperial College London

