

ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES ASSEMBLAGES MÉTALLIQUES POTEAUX-POUTRES BOULONNÉS EN PRESENCE D'UNE PLATINE D'ABOUT.

K. AKKOUCHE¹, M.O. MECHICHE², M. HAMIZI³, N.E. HANNACHI⁴

1. Département de Génie Civil, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, (LaMoMS) karim.akkouche36@gmail.com

2. Département de Génie Civil, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, (LaMoMS) msmechiche@yahoo.fr

3. Département de Génie Civil, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, (LaMoMS) chamizi@yahoo.fr

4. Département de Génie Civil, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, (LaMoMS) hannachina@yahoo.fr

Résumé

La configuration géométrique des assemblages métalliques influe d'une manière significative sur le comportement local et global de la structure. Dans l'objectif de bien caractériser le comportement de ces assemblages de type 'poteau-poutre unilatéral' avec des attaches boulonnées en présence d'une platine d'about munie d'un raidisseur, une investigation numérique a été menée au sein de notre Laboratoire. Le comportement non linéaire de ces attaches a été étudié numériquement en utilisant le code de calcul par éléments finis Abaqus. Dans cette étude, nous avons opté pour un modèle tridimensionnel qui prend en considération la non linéarité matérielle et géométrique des éléments volumiques qui constituent la structure.

Mots clefs : *Assemblage, poteau-poutre, platine d'about, raidisseur de platine, non linéarité matérielle, non linéarité géométrique, éléments finis.*

1. Introduction

Un bon comportement des assemblages boulonnés par platine d'about peut apporter une meilleure résistance de la structure métallique vis-à-vis des chargements statique et dynamique [2]. De part leur simplicité, de leur coup de revient, de leur facilité lors de la mise en œuvre, les assemblages boulonnés avec platine d'about sont devenus les attaches les plus utilisées dans les charpentes métalliques [3]. Par contre, la caractérisation de leurs comportements est très complexe du fait de la variation du nombre d'éléments intermédiaires, de la diversité des formes géométriques et des propriétés matérielles très différentes. De nombreuses méthodes ont été développées ces dernières années pour comprendre dans le détail leurs comportements. De nos jours, la méthode la plus utilisée est la méthode des composantes de l'EC3 qui est utilisée pour caractériser le comportement de ce type d'assemblage. Néanmoins, en présence de raidisseurs de platine, cette méthode devient peu utile du fait

qu'elle ne donne pas d'indications sur la manière dont les composantes de l'assemblage se déforment [3]. La présence du raidisseur peut modifier la distribution des efforts et les modes de déformation de l'assemblage [4]. Pour cela, nous avons étudié et analysé le comportement d'un assemblage boulonné de type poteau-poutre avec ou sans la présence de raidisseur afin de montrer son impact sur le comportement de l'assemblage à l'échelle locale et globale de la structure. Pour mener à bien cette étude, un modèle numérique par éléments finis, tridimensionnel et non linéaire a été développé sous le code de calcul Abaqus. Dans cette étude, nous évaluons d'une part l'influence du raidisseur sur le comportement local et global de la structure, en étudiant deux assemblages différents en se servant de leurs courbes Moments-Rotations ($M-\Phi$). Aussi, en s'appuyant sur le système de classification proposé par la Norme Européenne NF EN 1993-1.8 qui se base sur le moment résistant M_{j-Rd} et la rigidité $S_{j,initiale}$, nous analysons, d'autre part, le comportement des composantes de l'assemblage en se basant sur les courbes contraintes-déformations obtenues.

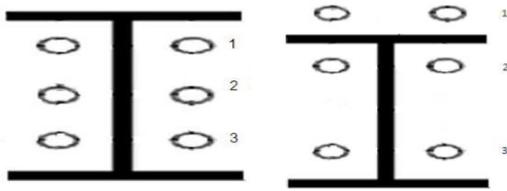
2. Géométrie et Hypothèse de modélisation :

2.1 Caractéristiques géométriques et descriptives des deux spécimens :

Les caractéristiques générales des deux assemblages analysés ainsi que les principaux paramètres étudiés sont donnés au tableau [1] et à la figure 1 :

Tableau1 : Liste des caractéristiques des deux assemblages évalués.

Assemblages	AS1	AS2
Poteau	HEA 240	HEA 240
Poutre	IPE 220	IPE 220
Boulon 8.8	M20, 3 rangés	M20, 3 rangés
Platine	Non débordante 220*140*20	Débordante 280*140*20
Paramètre étudié	Absence du raidisseur	Présence du raidisseur



AS1

AS2

Figure 1: répartition des rangées des boulons en fonction de la platine d'about.

Remarque : la longueur de la poutre est prise égale à 20 fois sa hauteur conformément à une valeur couramment adoptée dans les bâtiments en aciers [3].

2.2 Présentation des modèles éléments finis simulant les assemblages étudiés:

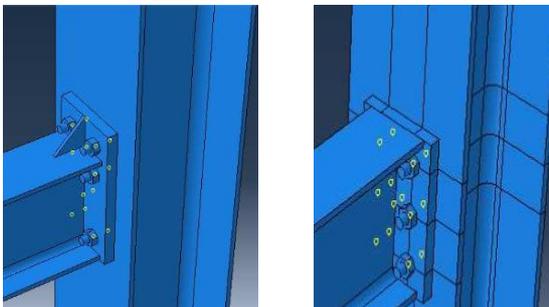


Figure2: représentation des deux modèles d'assemblages (AS1 et AS2) sous Abaqus.

2.3 Simulation numérique :

Une modélisation non linéaire en 3D est retenue. En utilisant le code EF Abaqus, les aciers sont modélisés avec des éléments solides à quatre nœuds (DC3D4) [Diffusion, Continuum, 3-D avec 4-nœuds à six degrés de libertés chacun (3 rotations et 3 translations)] [5], Deux types de non linéarité sont considérés dans cette étude, une non linéarité matérielle due à la plasticité et une non linéarité géométrique due à l'évolution de la zone du contact entre la platine d'about et la semelle du poteau. La prise en compte des frottements entre les différentes composantes est l'un des paramètres essentiels qui définit le comportement de l'assemblage [2]. Dans ce cas, nous avons supposé des liaisons parfaites entre l'écrou et boulon, la platine d'about et l'écrou, la semelle du poteau et la tête du boulon en raison de l'effet de précontrainte développée dans ces éléments.

2.3.1 Modélisation numérique du comportement des aciers :

Les aciers sont modélisés à l'aide d'une loi de comportement idéalisé du type élasto-plastique à écrouissage linéaire isotrope, introduite dans le logiciel

Abaqus sous forme d'un tableau. Les caractéristiques mécaniques des aciers sont :

$E=210$ GPa ; $\nu=0,3$;

Acier des boulons : $f_y = 640$ MPa ; $f_u = 800$ MPa.

Acier des profilés : $f_y = 235$ MPa ; $f_u = 360$ MPa.

3. Estimation de la rotation ultime :

Dans les calculs, nous nous intéressons uniquement au comportement du poteau dont la ruine se manifeste par le développement de rotule plastique au niveau de l'assemblage. Pour cette modélisation, nous avons besoin de :

La demande en ductilité de la colonne : $\mu_c = 1,5q$

La rotation Elasto-plastique de :

1. la colonne : $\Phi_{Ep,p} = (\Phi_e \cdot \mu_c) - \Phi_e$

2. l'assemblage: $\Phi_{Ep,ass} = 1,20 \Phi_{Ep,p}$

Rotation(Rad)	élastique	Elasto-plastique
poteau	0,014	0,07
assemblage		0,084

Avec q : facteur de comportement du système;

Et Φ_e : la rotation élastique de la colonne.

4. Résultats et discussions :

Le mécanisme de ruine des deux spécimens étudiés (figure 3) est caractérisé essentiellement par la flexion de la platine et de la semelle du poteau dans la partie supérieure de l'assemblage dite « zone tendue ». Des déformations apparaissent aussi au niveau de l'âme des poteaux par voilement local dans la partie inférieure dite « zone comprimée » de l'assemblage.

En comparant les 2 assemblages avec et sans raidisseur, nous avons remarqué que le modèle sans raidisseur AS1 est fortement endommagé localement et globalement.

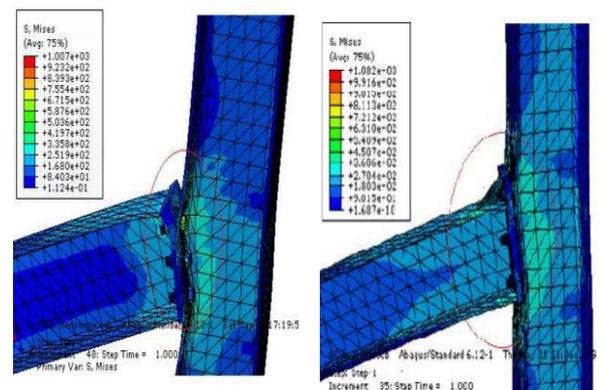


Figure 3: représentation des dommages

Les courbes Moment-Rotation de la figure 4 confirment que le modèle renforcé avec raidisseur de platine en about présente un comportement plus performant que le modèle sans raidisseur d'about.

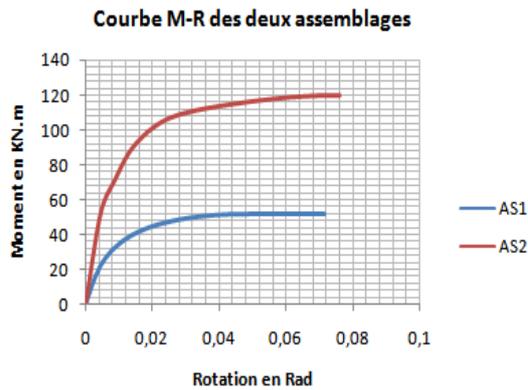


Figure 4: courbe Moment-Rotation des 2 assemblages.

À partir de la figure 4, une même rotation est observée pour deux moments distincts ($M_{e,AS1}=25$ MPa et $M_{e,AS2}=52$ MPa) dans le domaine élastique pour les deux assemblages et vaut 10 mrad. Ce qui confirme la différence de rigidité initiale en rotation (voir tableau 3). L'absence de raidisseur de platine d'about se traduit aussi, par une décroissance remarquable du moment résistant de l'assemblage AS1 par rapport à AS2 (voir tableau 4). Ensuite, nous remarquons une augmentation rapide de la rotation dans le domaine non linéaire pour l'AS1 qui atteint la rotation ultime estimée à 70 mrad pour un moment résistant de 55MPa. Contrairement, l'assemblage AS2 abouti à la même rotation ultime (variation très lente) pour un moment résistant de 120 MPa. Cela s'explique par une forte rigidité initiale et son comportement se manifeste par une rupture fragile, d'ailleurs attendue pour ce modèle.

4.2 Les principaux résultats caractérisant le comportement des deux d'assemblages:

Les résultats de cette analyse permettent de classer les deux assemblages selon la norme Européenne (voir tableaux 3 et 4).

4.2.1. Classification par rigidité :

Tableau- 3 : classification en termes de rigidité [1]

	AS1	AS2
$0.5 E \cdot I_p / L_p$	540.63	KN m/rad
$8 E \cdot I_p / L_p$	8650.13	KN m/rad
Rigidité initiale $S_{j,int}$	2400 KN m/rad	5833.8 KN m/rad
Classification	Semi-rigide	Semi-rigide

$E \cdot I_p$ représente le moment d'inertie de flexion de la poutre assemblée.

L_p : la longueur de la poutre attachée. La rigidité initiale des assemblages est définie comme la

tangente de la courbe Moments-Rotations jusqu'au Moment élastique de flexion.

4.2.2 Classification par résistance :

Tableau-4 : classification en termes du Moment résistant [1].

	AS1	AS2
$0.25 M_{pl,p}$	40.76 KN m	
$M_{pl,p}$	163.04 KN m	
Moment de résistance	41 KN m	92 KN m
Classification	Résistance partielle	Résistance partielle

Avec $M_{pl,p}$: le moment de résistance plastique calculé de la poutre assemblée.

On remarque que le moment résistant de la poutre attachée est toujours supérieur au moment résistant de l'assemblage. Le moment de AS2 représente deux tiers de celui de la poutre attachée, par contre le moment de AS1 représente seulement un quart, de là on constate que la rotule plastique apparait dans l'assemblage alors qu'on l'attend dans la poutre.

5. Conclusion :

Les résultats de cette étude nous ont permis de mettre en évidence l'influence du raidisseur sur le comportement local et global de l'assemblage. La présence du raidisseur favorise et améliore les caractéristiques mécaniques de l'assemblage telle la rigidité initiale et le moment résistant. De plus, il intervient dans le mode de déformation de la platine. La présence du raidisseur de platine d'about peut limiter les déformations de l'assemblage dans la partie débordante de la platine et empêche la concentration des contraintes au niveau des points de jonction de la platine et de la semelle tendue de la poutre.

Références Bibliographiques :

- [1] NF EN 1993 - Eurocode 3, *calcul des structures en acier – partie 1-8- calcul des assemblages*, Décembre 2005.
- [2] R. BALC et al, *Finite element analysis of beam to column end plate bolted connection*, Civil Engineering & Architecture Vol. 55, 2012.
- [3] A. ABIDELAH et al, *Étude numérique du Comportement des assemblages boulonnées avec platine d'about*, SICZS, Chlef, Algérie, 2010.
- [4] M. MIMOUNE et al, *Analyse du comportement des assemblages boulonnés par platine d'about sollicités en traction*, Revue Canadienne de Génie Civil, 30 (4), pp. 615-624, 2003.
- [5] Abaqus user manuel, version 6.10.