

**Travail de Fin d'Etudes : Développement d'un modèle novateur de  
caractérisation du comportement précis d'assemblages de construction  
métallique et mixte acier-béton**

**Auteur :** Mathieu, Julien

**Promoteur(s) :** Jaspart, Jean-Pierre

**Faculté :** Faculté des Sciences appliquées

**Diplôme :** Master en ingénieur civil des constructions, à finalité spécialisée en "civil engineering"

**Année académique :** 2019-2020

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/8929>

---

*Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---

**Promoteurs** : JASPART Jean-Pierre et DEMONCEAU Jean-François

## Résumé

### Développement d'un modèle novateur de caractérisation du comportement précis d'assemblages de construction métallique et mixte acier-béton

Ce mémoire s'axe sur le développement d'un modèle mécanique à ressorts permettant la caractérisation précise du comportement réel des assemblages métalliques et mixtes acier-béton. En effet, les méthodes de calcul actuellement proposées dans l'Eurocode 3 partie 1-8 permettent une bonne précision pour des sollicitations de moments de flexion purs, mais sont assez sommaires pour les cas combinant du moment de flexion et de l'effort axial. Des modèles mécaniques à ressorts ont donc été développés pour représenter plus fidèlement le comportement des assemblages (essentiellement pour la partie "attache"), mais il s'avère que ceux-ci ne tiennent pas compte de tous les phénomènes pouvant y apparaître. Leur amélioration est donc nécessaire afin de les prendre en considération.

Dans le présent mémoire, les effets de groupe pouvant apparaître entre plusieurs rangées de boulons, la ductilité des composantes et la résistance à l'effort tranchant sont abordés. Dans l'avenir, il faudra également étudier l'influence de la partie "panneau d'âme cisailé", non étudiée dans ce travail.

Les évolutions apportées concernent tout d'abord le modèle développé en amont de ce document, intégrant les effets de groupe. Celui-ci a été étendu à un plus large ensemble de configurations d'assemblages, et adapté afin de permettre une implémentation numérique plus aisée.

Ensuite, des routines *Matlab* ont été écrites afin d'automatiser la construction du modèle mécanique numérique à introduire dans le logiciel d'analyse non-linéaire *Finelg*, ainsi que de traiter les valeurs de sortie. Ceci permet donc, à partir des données générales de l'assemblage telles que sa configuration géométrique et caractéristiques mécaniques des composantes, de tracer le diagramme de résistance à l'interaction M-N avec ou sans prise en compte de la ductilité des composantes. La résistance à l'effort tranchant est également calculée à partir des résistances des composantes afin de vérifier ce paramètre en plus de la capacité maximale à l'interaction M-N, pouvant dans certains cas réduire cette dernière.

Enfin, le modèle mécanique défini implémenté grâce aux routines a été testé et vérifié afin de valider son bon fonctionnement. Ceci a été réalisé au travers de deux cas tests, en analysant les rigidités initiales en rotation, les résistances et schémas de ruine dans des cas de flexions négative et positive et de traction pure. Les diagrammes M-N obtenus ont également été confrontés aux prédictions analytiques.

Ces vérifications étant concluantes, ceci a permis de clôturer le développement du modèle mécanique numérique à ressorts pour la partie "attache" de l'assemblage.

## Abstract

### **Development of an innovative model for characterizing the precise behaviour of steel and steel-concrete composite construction joints**

This master thesis focus on the development of a spring mechanical model allowing the precise characterisation of the real behavior of steel and steel-concrete composite joints. Indeed, the actual design methods suggested by the Eurocode 3 part 1-8 allow a great precision for bending moments only, but are quite limited for combined bending moment and axial force cases. Some springs mechanical models have been developped in order to represent more accurately the joints behavior (mainly for the "connexion" part), but it turns out that they are not taking into account all phenomena which can appears in it. So, their upgrade is necessary to take them into consideration.

In the present thesis, group effects which can appear between serveral bolts rows, components ductility and shear resistance are discussed. In the future, the part "column web in shear" should be considered but is not examined in this document.

The changes firstly concern the model which was developped before this work, integrating group effects. It has been extended to a bigger range of joints configurations and has been adapted to allow an easier numerical implementation.

Then, *Matlab* routines have been written in order to automate the numerical springs model construction which will be introduced in the nonlinear analysis software *Finelg*, as well as processing the output values. So it allows, from the general data of the joints such as the geometrical configuration and the components mechanical characteristics, to draw the M-N interaction resistance diagram, with or without considering ductility. The shear resistance has also been calculated from the components resistances in order to verify this parameter in addition to the maximal M-N interaction capacity, which can sometimes reduce the latter.

Finally, the defined mechanical model implemented through the routines has been tested and verified in order to validate its effective functioning. This has been realised through two test cases, by analysing the initial rotational rigidities, resistances and failure schemes in negative and positive bending and tension. The obtained M-N diagrams have also been confronted to the analytical predictions.

These verifications being conclusive, this has allowed to end the development of the numerical mechanical springs model for the "connexion" part of the joint.