

Projet de thèse Réemploi des structures métalliques : Caractérisation de l'acier et critères d'acceptabilité

CONTEXTE DU PROJET :

Les exigences environnementales définies dans différentes réglementations en cours de validité (Règlementation environnementale RE2020) ou en développement (Règlement Produit de Construction RPC) favorisent, voire imposent, le réemploi d'éléments de construction afin de limiter le gaspillage de matériaux de construction. De plus, en raison de l'augmentation du prix d'achat des matières premières, le réemploi devient une nécessité économique pour les constructeurs.

Les éléments en acier se prêtent particulièrement bien au réemploi en tant qu'éléments de structure étant donné que les caractéristiques mécaniques sont globalement constantes dans le temps. C'est pourquoi, le développement d'une activité de réemploi d'éléments en acier est pressenti en France et en Europe. Néanmoins, il existe un certain nombre de questions qui peuvent freiner le déploiement du réemploi dans le domaine de la construction métallique :

- Dans la majorité des projets, des informations précises sur les propriétés mécaniques des matériaux ne sont pas disponibles. Il est alors nécessaire de déterminer les propriétés mécaniques avec des méthodes les moins invasives possibles et en atteignant le niveau de fiabilité exigé dans l'EN 1990 au niveau des résultats.
- Les éléments de réemploi ont initialement été fabriqués selon des normes et tolérances géométriques différentes de celles actuellement en vigueur. De plus, lors du démontage, les éléments peuvent être endommagés ce qui est susceptible de réduire leur ré-employabilité. En effet, les référentiels techniques actuels encadrant le réemploi d'éléments de structure exigent que ces éléments respectent les mêmes tolérances géométriques que les éléments neufs. Cependant, ces critères sont difficiles à atteindre dans la pratique.

Afin de permettre un déploiement du réemploi à grande échelle, les éléments doivent être couverts par les méthodes de calcul de l'Eurocode 3. Il est alors indispensable de justifier que la fiabilité des méthodes de calcul est suffisante si elles sont appliquées aux éléments de réemploi. La fiabilité est influencée d'un côté par les connaissances concernant les caractéristiques du matériau et de l'autre côté par les tolérances géométriques. Ces deux aspects doivent alors être considérés ensemble et seront étudiés dans le cadre de cette thèse de doctorat.

OBJECTIF GLOBAL :

Dans le cadre de cette thèse de doctorat, des méthodologies innovantes seront développées pour la caractérisation des aciers de construction.

Les travaux se baseront sur la méthodologie d'indentation qui sera évaluée sur des aciers de construction. Cette méthodologie a été développée sur une large gamme d'aciers et fonctionne avec une grande fiabilité sur des aciers dont le matériau peut être décrit avec une loi d'Hollomon. Cependant, actuellement, elle n'est pas appliquée sur des aciers de construction présentant un plateau plastique.

En plus de la connaissance des propriétés du matériau, il est essentiel d'établir des critères d'acceptation vis-à-vis de défauts géométriques éventuels afin de permettre le réemploi d'un profilé en acier. En particulier, l'objectif sera d'identifier des défauts courants et d'étudier leur influence sur la résistance des éléments en acier afin de définir des critères d'acceptation pour ces défauts.

APPROCHE ET METHODOLOGIE :

Caractérisation des aciers par méthode d'indentation :

Dans la première partie de la thèse, la méthode d'indentation sera évaluée et adaptée à des aciers de construction afin de pouvoir caractériser le matériau de profilés de réemploi. Des essais comparatifs seront réalisés entre la caractérisation par essai de traction, qui donnera les valeurs de référence pour les propriétés de l'acier, et la méthode d'indentation. En fonction des résultats obtenus, différentes approches pourront être envisagées :

- Etablir une base de données permettant d'obtenir les propriétés mécaniques par une comparaison directe des courbes d'indentation;
- Etablir un modèle d'ingénierie inversée à l'aide d'un calcul par éléments finis.

Les essais comparatifs seront d'abord réalisés sur des aciers neufs représentatifs de la fabrication actuelle. Ensuite, les résultats seront complétés par des essais sur des profils de réemploi qui seront également utilisés dans le cadre de l'étude des critères d'acceptation des tolérances géométriques.

Critères d'acceptation pour les profilés de réemploi :

Dans la deuxième partie de la thèse, des profilés de réemploi seront étudiés. D'abord, les principaux défauts géométriques rencontrés dans la pratique seront recensés. Ensuite, des essais en laboratoire seront réalisés sur des profilés de réemploi comportant des défauts géométriques considérés actuellement en dehors des tolérances. Ces essais auront pour objectif de caractériser la résistance en section et la résistance au déversement.

Ces essais serviront également à la validation d'un modèle de calcul par éléments finis. Ce modèle sera utilisé pour étendre le champ des paramètres étudiés expérimentalement. Les résultats de cette étude paramétrique seront exploités afin d'identifier l'effet des défauts géométriques sur la résistance des profilés. Cette exploitation sera réalisée selon les exigences de fiabilité définies dans l'EN 1990 afin d'établir :

- Les critères d'acceptation par type de défaut;
- Le coefficient partiel (de sécurité) à appliquer pour un dimensionnement selon l'Eurocode 3.

INFORMATIONS GENERALES

LOCALISATION : CTICM - Espace Technologique - l'Orme des Merisiers Immeuble Apollo - 91193 SAINT-AUBIN

DUREE DE LA THESE : 3 ans – démarrage septembre 2023.

CONTACTS :

- André Beyer, 01.60.13.83.73, abeyer@cticm.com
- Maël Couchaux, 02.23.23.82.24, mael.couchaux@insa-rennes.fr
- Gérard Mauvoisin, gerard.mauvoisin@univ-rennes.fr