

Structures hybrides – Coordination bois-acier Procédure opérationnelle standard

Cette note technique traite des interfaces (assemblages) entre les éléments de bois et les éléments d'acier dans le cadre des structures hybrides bois-acier. Cette note présente plusieurs exemples d'assemblages hybrides bois-acier et s'attarde sur les bonnes pratiques de coordination - de la conception au montage - ainsi que sur les responsabilités de chacune des parties prenantes.

Les interfaces bois-acier non mentionnées dans ce document (comme les métaux ouvrés, murs rideau, appentis, ancrages), ainsi que les interfaces bois-béton, ne font pas l'objet de cette note technique.

Structures hybrides

Les structures hybrides bois-acier sont courantes. Différents types de configurations réalisées par Nordic Structures sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 – Types de configuration

Structure entièrement en acier à l'exception des planchers et du toit, en bois lamellé-croisé



Structure entièrement en bois à l'exception des contreventements, en acier
(contreventements conventionnels ou contreventements à flambement limité)



Structure entièrement en bois à l'exception des colonnes et des contreventements, en acier



Structure comprenant une combinaison d'éléments en bois, en acier ou en béton, indépendamment de leur rôle structural (par ex. des poutres en bois et d'autres en acier, une partie du système de contreventement en acier et une autre en béton, etc.)



Les éléments essentiels d'un projet hybride réussi

L'entrepreneur général joue un rôle clé en réunissant divers spécialistes (sous-traitants) afin de s'assurer que chacun travaille en harmonie pour créer un résultat cohérent et un projet réussi. Le principal défi d'une structure hybride réside dans la coordination entre les différentes parties prenantes : l'alignement de la conception, du calendrier, du périmètre des travaux et des tolérances des matériaux sont essentiels.

Voici les éléments essentiels pour assurer une collaboration efficace entre le sous-traitant de la structure en bois massif et celui des composants en acier dans la réalisation d'un bâtiment hybride :

- Communication claire :
 - Définir les canaux de communications formels (réunions régulières, plateformes partagées, échanges planifiés de modèles 3D, etc.)
 - Veiller à ce que l'étendue du travail, les livrables, les échéanciers et les normes soient bien compris.
- Définition des attentes :
 - Définir clairement l'étendue du travail de chaque corps de métier, en termes de livrables et de responsabilités.
 - Élaborer un calendrier détaillé pour chaque sous-traitant et définir les jalons.
- Gestion des conflits :
 - Mettre en place un protocole clair pour la résolution des conflits.
 - Entre autres, définir les attentes en matière de tolérances d'assemblage.
 - Préciser les rôles et responsabilités de chaque intervenant en cas de travaux correctifs.

Même dans les projets les mieux coordonnés, des erreurs et des incompatibilités peuvent survenir sur le chantier. Définir clairement les procédures en amont facilite le travail, diminue les irritants potentiels et optimise les conditions de réussite.

Processus de conception – Flux de travail

Dans les structures hybrides bois-acier, la coordination des interfaces entre les deux matériaux constitue une étape essentielle. Une planification rigoureuse à ce stade est déterminante pour assurer la réussite du projet et prévenir les imprévus ainsi que les retards lors du montage.

Le développement des assemblages bois-acier est un processus itératif. Ce processus implique plusieurs parties prenantes, notamment Nordic Structures, le fabricant/détaillleur d'acier, l'ingénieur responsable de la structure (EOR) et l'architecte responsable (AOR). Chacun de ces intervenants joue un rôle spécifique et assume des responsabilités dans la conception des assemblages.

La séquence d'installation doit être coordonnée entre les parties prenantes (entrepreneur général, EOR, fabricant d'acier, Nordic Structures) pour s'assurer de la compatibilité entre les principes d'assemblage et la séquence d'installation.

À cet effet, se référer au tableau 2 et à la figure 1.

Tableau 2 – Rôles et responsabilités

EOR/AOR
<ul style="list-style-type: none">• Définir les charges de conception (cisaillement, axiale, torsion, etc.).• Fournir les critères de conception (résistance au feu, rigidité, exigences architecturales et visuelles, etc.).• Fournir des détails conceptuels typiques des principes d'assemblage attendus.• Examiner les dessins d'atelier des assemblages pour vérifier leur conformité.
Nordic Structures
<ul style="list-style-type: none">• Élaborer les détails pour tous les types et sous-types d'assemblage bois-acier, en s'assurant que tous les modes de rupture possibles dans le bois soient vérifiés.• Fournir les exigences minimales pour l'acier (espacement des boulons, emplacement des trous oblongs, surfaces d'appui minimales, etc.).• Préparer une première ébauche des détails d'assemblage dans un modèle 3D et élaborer les dessins de coordination à l'intention du fabricant/détaillleur d'acier, ainsi que pour révision par l'équipe de conception. (Voir l'exemple de dessins de coordination en annexe.)• Intégrer les commentaires du fabricant d'acier et de l'équipe de conception dans les détails finaux.• Échanger les modèles 3D pour la détection des conflits (coordination BIM).• Fournir les dessins d'atelier pour le bois, incluant tous les usinages nécessaires pour s'adapter aux connecteurs en acier.
Fabricant/détaillleur d'acier
<ul style="list-style-type: none">• Revoir les plans de coordination bois-acier de Nordic Structures et fournir un retour en lien avec les modes de rupture de l'acier.• Définir les épaisseurs des plaques d'acier et les spécifications pour les soudures.• Annoter les plans de coordination de Nordic Structures avec les informations de conception de l'acier.• Échanger les modèles 3D pour la détection des conflits (coordination BIM).• Fournir les dessins d'atelier pour l'acier, incluant tous les assemblages bois-acier.

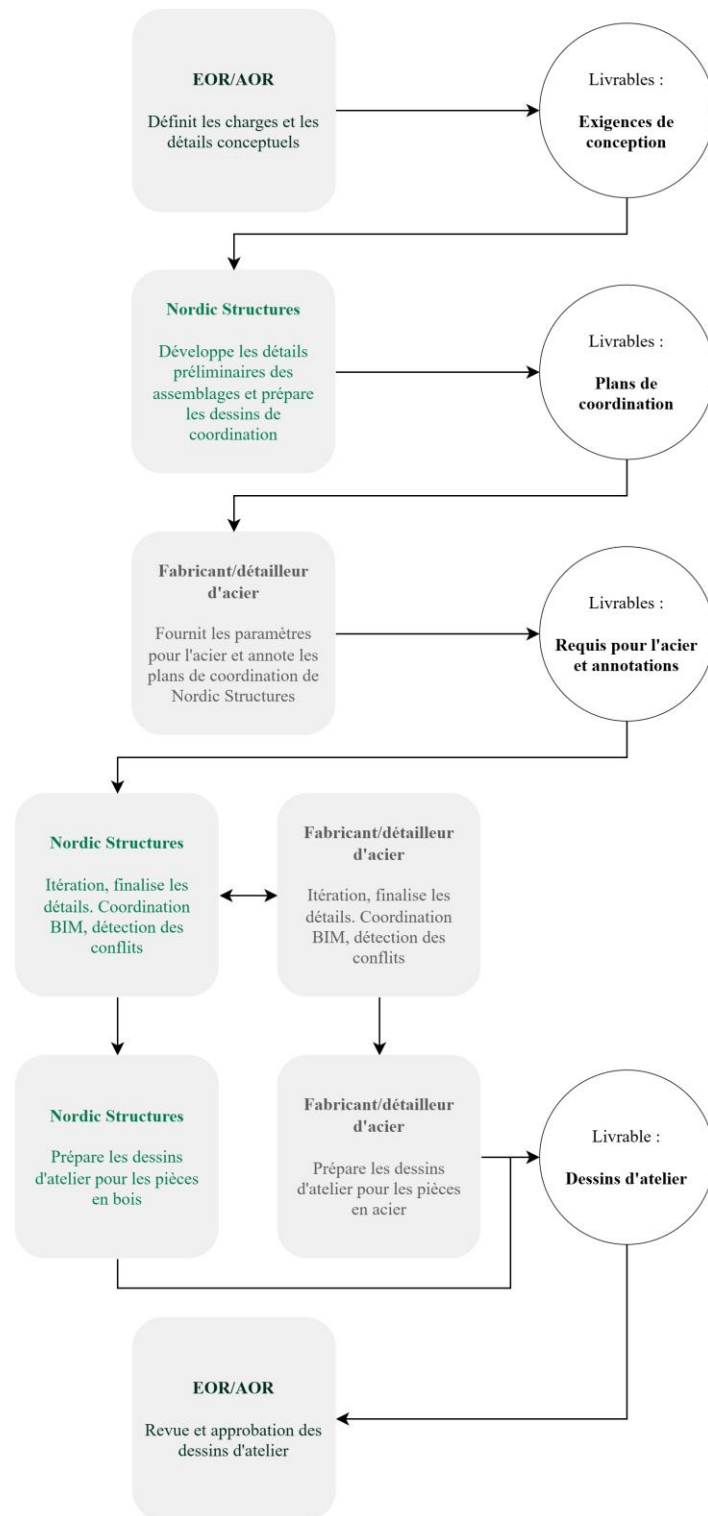
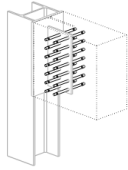


Figure 1 – Flux de travail



VUE ISOMÉTRIQUE

s05 DÉTAIL
1/2" = 1'-0"

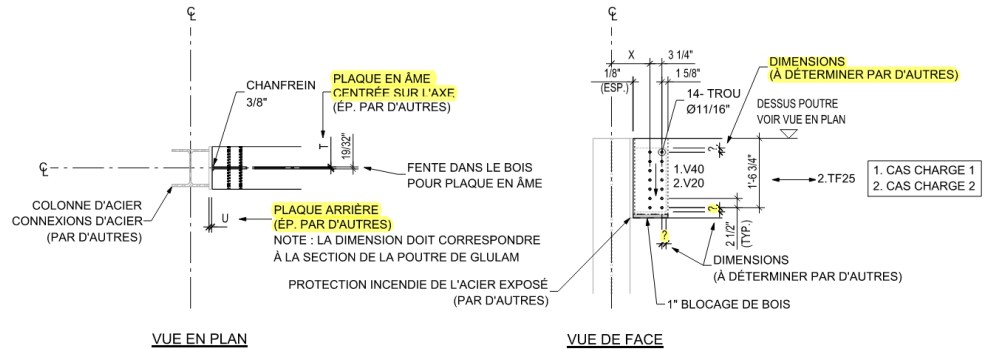
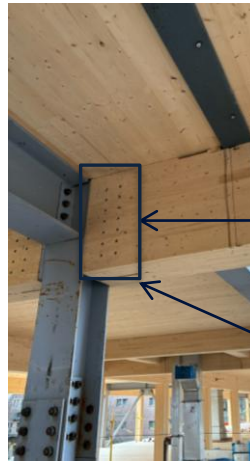


Figure 2 – Exemple d'un concept préliminaire d'assemblage considérant les modes de rupture du bois



Nombre de goujons, diamètre des goujons, espacement des goujons, distance de rive

Épaisseur de l'acier, spécifications pour les soudures, raidisseurs (si requis)

Figure 3 – Résultat final en chantier

Tolérances

Les tolérances des fondations en béton et du montage de la structure en acier doivent être prises en compte lors de la conception des assemblages bois-acier. Dans la mesure du possible, des trous oblongs dans l'acier devraient être utilisés pour compenser ces tolérances. Si possible, les tolérances de montage de la structure d'acier devraient être plus strictes que celles généralement autorisées par les normes en vigueur.

Les recommandations suivantes visent à faciliter l'installation du bois massif :

- Ne pas couler le coulis sous les plaques de base des colonnes avant que la structure en bois massif du niveau au complet ne soit installée. Cela permettra à l'équipe de montage de desserrer les boulons d'ancrage et de faire pivoter la colonne si nécessaire.
- Ne pas serrer définitivement les boulons dans les assemblages acier-acier afin de permettre à l'équipe de montage de tirer et de déplacer les éléments en acier en place, si nécessaire, par exemple au niveau des contreventements.
- Prévoir la présence d'un ouvrier spécialisé en composants d'acier lors du montage de la structure en bois massif afin de corriger les éléments qui ne s'ajustent pas correctement.

Résistance au feu (lorsque nécessaire)

Dans certains projets, un degré de résistance au feu doit être assuré pour la structure et les assemblages. Le bois massif peut être résistant au feu et peut protéger l'acier s'il est conçu en conséquence. Lorsqu'un degré de résistance au feu est spécifié sur les plans, Nordic Structures

conçoit un assemblage en tenant compte de cette exigence. De façon générale, le connecteur en acier est entièrement dissimulé à l'intérieur de l'élément en bois, et des bouchons et des cales en bois sont fournis.

La protection incendie de la structure en acier doit être réalisée après le montage de la structure en bois. Le bois doit être masqué et protégé avant l'application du système de protection contre l'incendie.



Figure 4 – Structure en acier avec une protection au feu à base de ciment



Figure 5 – Structure en acier avec un revêtement de protection incendie intumescent