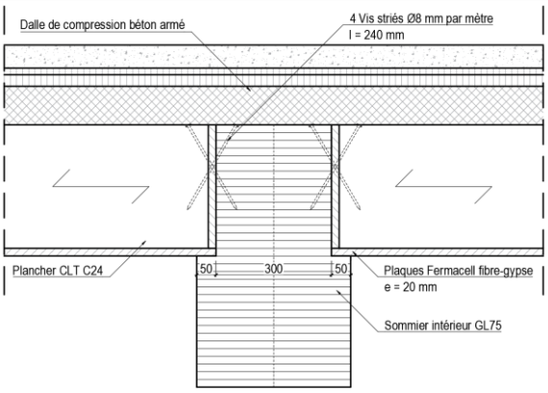
ENAC / PROJET DE MASTER 2020-2021
SECTION DE GÉNIE CIVIL

Bâtiment de grande hauteur en bois

Auteur : Tom Dall'Alba-Arnau

Encadrement : Prof. Johannes Natterer [1]

[1] Collaborateur scientifique EPFL, SGC - Gestion

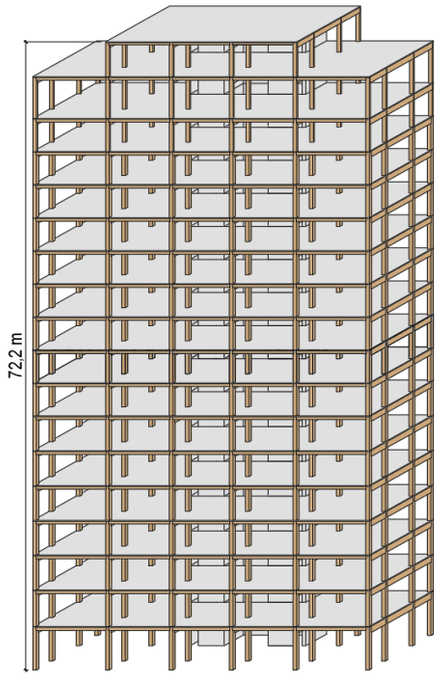


Détails d'assemblage dalle - sommier

Contexte

Le but de ce projet de Master est de concevoir et dimensionner un bâtiment de grande hauteur en bois. Il se déroule suite à une phase de recherches bibliographiques qui a servi à déterminer les points clés pour réaliser ce type d'ouvrage. Il en ressort que, pour les bâtiment en bois, il faut assurer une conception qui soit efficace, tout en respectant les exigences incendies en vigueur et en évitant tous ponts thermiques ou phoniques.

Ce projet se base sur les plans d'architecte du Mjøstårnet, le plus grand bâtiment en bois existant à ce jour, afin de comprendre ce qu'il est possible de réaliser en Suisse. L'ouvrage se situerait à Crans-Montana dans le canton du Valais.



Vue 3D de la structure porteuse du bâtiment

Description du projet

D'une hauteur totale de 72,2 mètres, le bâtiment mesure 37,1 mètres de longueur et 16,48 mètres de largeur.

La structure porteuse se compose d'un système de dalles mixtes plancher bois en panneaux CLT couplé à une couche de béton armé. Ces dalles reposent sur des sommiers en bois BauBuche GL75 présentant des propriétés mécaniques supérieures au type de bois classique (GL24h, C24, …). L'utilisation de ce bois permet de limiter la taille des poutres. Les sommiers reposent eux-mêmes sur des colonnes en bois et sur un noyau en béton armé. Au vu des charges très importantes, il a été nécessaire de disposer des porteurs de très grandes dimensions au rez-de-chaussée. La dimension maximale de ces colonnes atteint 400/1'800 mm^2.

Afin de limiter les assemblages acier et réduire le temps de mise en œuvre sur chantier, la connexion entre les dalles et les sommiers s'effectue uniquement par section de contact. Ce genre d'assemblage nécessite une surface d'appui suffisamment grande pour que la contrainte perpendiculaire aux fibres des panneaux CLT soit inférieure à la résistance du bois. La section du sommier est réduite pour permettre cet assemblage. La connexion des sommiers aux colonnes se réalise de la même manière. L'avantage dans ce deuxième assemblage est justement l'utilisation du bois BauBuche qui à une résistance perpendiculaire aux fibres quatre fois supérieure aux bois C24.

Les colonnes sont fixées en pied via une plaque d'acier ancrée dans les dalles en béton armé. La taille des goujons est limitée par l'épaisseur du béton et a été choisi en conséquence pour que leur longueur d'ancrage efficace soit inférieure au 100 mm d'épaisseur composant les dalles. Un mortier de réglage est disposé sous la plaque afin de corriger les éventuelles erreurs d'imprécision dans l'épaisseur du béton et la taille de la colonne mais aussi pour compenser les tassements verticaux des colonnes.

Ces différents éléments ont été dimensionnés à l'ELU, à l'ELS et à la vérification incendie (pour les éléments non protégés). Une analyse dynamique a aussi été réalisée pour comprendre le comportement de la structure sous charge sismique. Le noyau en béton armé sert de contreventement pour l'ensemble du bâtiment. La tour n'étant pas régulière dans ses hauteurs d'étages et son affectation, les méthodes simplifiées ne peuvent pas être réalisés. La méthode du spectre de réponse a donc été utilisé. Il en ressort que le déplacement maximal possible de la structure sous charge sismique sera de 22,4 centimètres en tête du bâtiment.

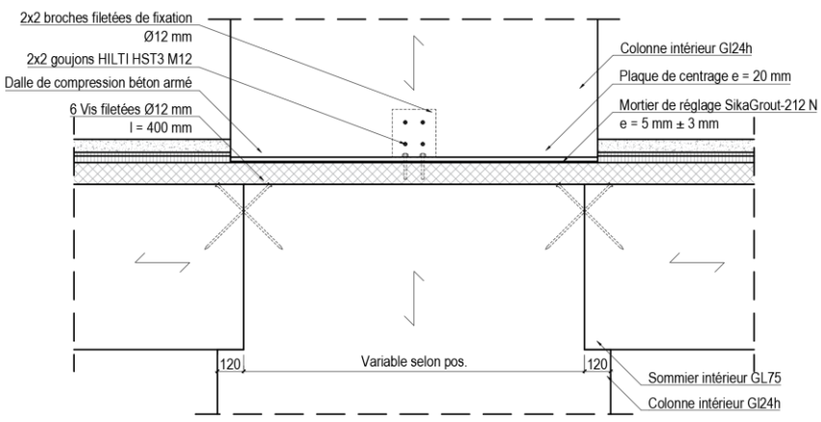
Exigences incendie

Afin de s'assurer que le projet respecte les normes et directives de protection incendie de l'AEAI, certains éléments doivent être pris en compte lors de la conception du bâtiment. Il a été choisi de mettre en place des dispositifs d'extinction incendie type sprinklers sur l'ensemble du bâtiment. La cage d'escalier en béton armé (matériaux reconnu comme étant résistant au feu par l'AEAI) sert de voie d'évacuation du bâtiment en cas d'incendie.

La composition de façade retenue est réalisée à partir d'éléments incombustibles ou suffisamment résistants au feu pour être classés RF1 (pas de contribution au feu) : des panneaux de façade en fibres-ciment, une isolation type laine de pierre, des plaques Fermacell en fibre-gypse,…

Les éléments de planchers se composant de panneaux CLT en bois sont sensibles au flammes et ont donc été enfermés par des panneaux Fermacell en fibre-gypse sur toutes leurs faces (sauf la face supérieure déjà recouverte par une dalle en béton armé). Grace à cela, les panneaux sont isolés et protégés du feu et sont ainsi reconnus comme étant résistants au feu, au sens des prescriptions AEAI.

Les sommiers et les colonnes sont laissés visibles sur la totalité du bâtiment puisqu'il s'agit d'éléments linéaires. En effet les directives AEAI permettent une exception pour ce type d'élément pourtant sensible au incendie. Ils ont néanmoins été dimensionnés pour pouvoir supporter les charges en cas d'incendie à partir d'une section fictive réduite.



Détails d'assemblage sommiers – colonne et détails d'assemblage en pied de colonne

Eléments clés du projet

- Situé à Crans-Montana
- Bâtiment de grande hauteur : 72,2 m pour 18 étages
- Trame du bâtiment : 37,1 m x 16,48 m
- Planchers mixtes panneaux bois CLT - dalle de compression béton armé
- Sommiers en bois BauBuche GL75
- Colonnes en bois de grande dimension : max. 400x1'800 mm au rez-de-chaussée
- Déformation horizontale maximale sous charge sismique : 22,4 cm
- Conception incendie selon les exigences AEAI