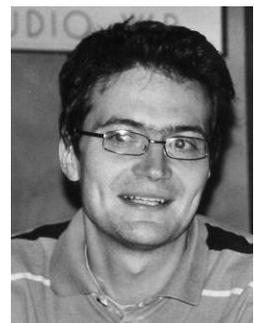


# **Bâtiment tertiaire en bois-béton collaborant**

Mehrgeschossige Gewerbebauten in Holz-Beton-Verbund Bauweise

Dr. Ing. Ducret Jean-Marc  
Ing. Gabriel Tschanz  
Ducret-Orges SA  
CH-Orges





# Bâtiment tertiaire en bois-béton collaborant

## 1. Contexte général

### 1.1. Introduction

Le principe des dalles mixtes bois-béton repose sur une liaison entre le bois qui constitue la partie inférieure de la dalle et le béton qui constitue la partie supérieure de la dalle. La combinaison de ces deux matériaux permet d'utiliser au mieux leurs différentes propriétés.

En effet, dans une poutre mixte bois-béton sur deux appuis soumise à la flexion et qui possède une bonne liaison entre les deux matériaux, l'effort de compression que l'on trouve dans la partie supérieure est repris par le béton. L'effort de traction qui se trouve dans la partie inférieure est repris par le bois ce qui évite ainsi au béton de travailler en traction, effort pour lequel on néglige ses propriétés.

Le surplus de masse que représenterait la partie en traction d'une dalle en béton soumise à la flexion est éliminé par la partie inférieure en bois.

L'apport du béton permet à l'ensemble de la dalle une plus grande rigidité flexionnelle pour une hauteur statique limitée. De par sa masse, l'isolation contre les bruits aériens est nettement améliorée par rapport à une dalle réalisée uniquement avec du bois.

Les dalles mixtes bois-béton peuvent être mises en œuvre aussi bien dans des bâtiments administratifs, industriels, scolaires mais aussi dans des villas familiales et des bâtiments rénovés. Si la couche de béton est construite de manière ininterrompue, la dalle mixte joue le rôle de contreventement horizontal et permet donc de rigidifier l'ensemble du bâtiment. En cas d'incendie, la couche de béton empêche la propagation du feu et elle est étanche à l'eau d'extinction. Les dalles bois-béton étant plus légères que les dalles traditionnelles en béton, elles sont particulièrement appropriées pour les surélévations. Leur poids limité pour une portée équivalente est également un avantage pour le dimensionnement des bâtiments à étages sous l'effet des séismes. Pour les dalles mixtes à solives le passage des technique est également un avantage prépondérant.

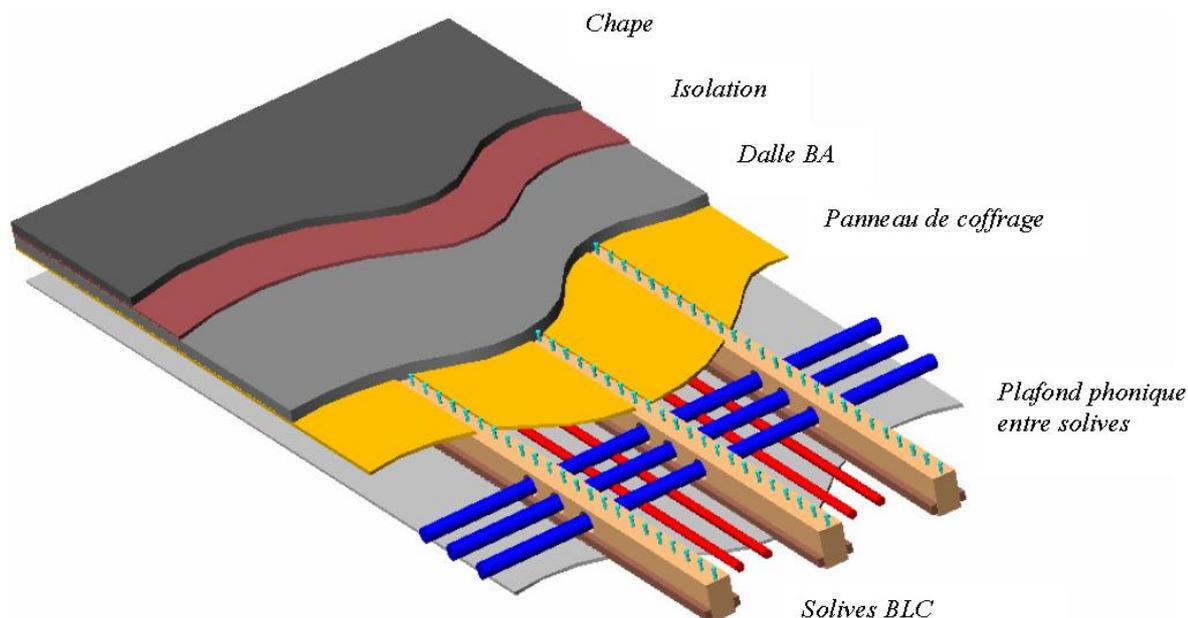


Figure 1: Principe de dalle mixte à solives

## 1.2. Historique

Les sections composées existent depuis très longtemps dans la construction en bois. Avant l'apparition des sections en bois lamellé-collé, les dimensions des sections équarries ont toujours été limitées par la taille des grumes.

Afin d'obtenir des éléments de section importantes, les constructeurs assemblaient plusieurs éléments les uns sur les autres.

Cependant, deux éléments juxtaposés verticalement ne se comportent efficacement que s'il existe une bonne liaison entre les deux. Les constructeurs ont donc développés différents moyens de connexion. Le sommier à clé est un exemple de ces éléments composés qui remontent au moyen-âge

Peu avant la seconde guerre mondiale apparurent les premières dalles mixtes bois-béton. En 1939, le suisse Otto Schub déposa un brevet concernant un système de connexion pour les dalles mixtes. Les croquis de ce système se trouvent sur l'illustration.

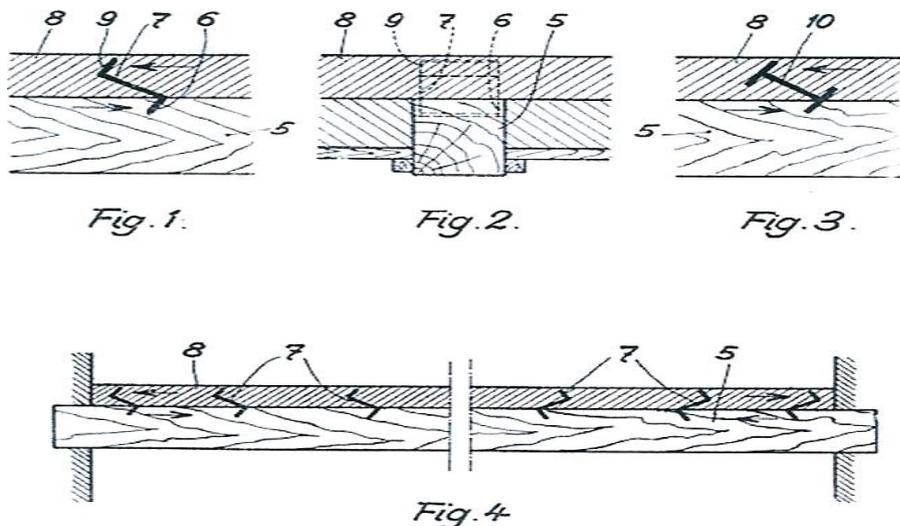


Figure 2: Connecteur de O. Schub

Le développement des dalles bois-béton s'est intensifié durant les années 70. La recherche continue encore aujourd'hui.

## 1.3. Connections

Les connecteurs les plus répandus se trouvent sous forme de tire-fond directement vissés dans la solive.

Les connecteurs Ferwood® sont des barres en acier de type B500B ou tiges filetées 8.8 scellées dans le bois. Leur développement est dérivé du brevet d'assemblage Ferwood® pour les structures en bois.

Les connecteurs peuvent être disposés en rangée simple ou double.

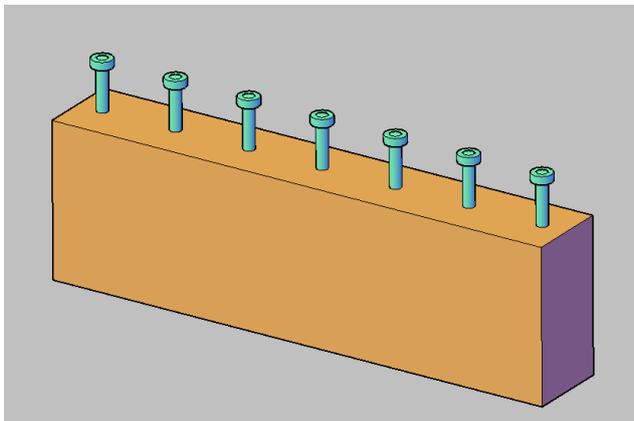


Figure 3: Connecteurs Ferwood®

L'objectif du développement de tels connecteurs est de proposer une connexion rigide permettant un dimensionnement simplifié par un calcul élastique négligeant le glissement.

## 2. Essais en laboratoire

### 2.1. Introduction

Le but des essais en laboratoire est de déterminer la valeur de la liaison entre la solive en bois lamellé collé et la dalle de béton constituant la dalle mixte.

Les résultats obtenus servent à déterminer la déformation spécifique de la connexion  $K_{ser}$  des connecteurs de type Ferwood et permettent une comparaison avec différentes valeurs théoriques de résistance des matériaux utilisés et des connecteurs.

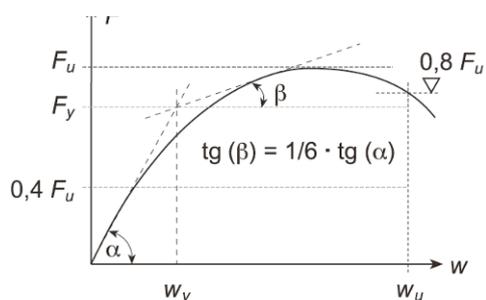
Les éprouvettes réalisées pour les essais sont de type push out. Le principe consiste à appliquer une force sur le sommet de l'éprouvette. Les connecteurs transmettent la force entre les deux matériaux. On peut ainsi déterminer la résistance au cisaillement de la liaison et la valeur de la connexion.

de l'éprouvette.



Figure 3: Essais Push-Out et éprouvette après rupture

Les modules de glissements  $K_{ser}$  des assemblages sont calculés selon la norme suisse SIA 265 formule 84.



$$K_{ser} = \frac{F_y}{W_y} \quad (\text{SIA 265, formule 84})$$

Figure 4 : Calcul de Kser selon norme suisse SIA

La valeur du module de glissement des éprouvettes équivaut à la moyenne des  $K_{ser}$  calculés pour chaque montée de charge.

La valeur du  $K_{ser}$  des connecteurs est égale à la valeur moyenne du  $K_{ser}$  des éprouvettes divisée par le nombre de connecteurs.

### 2.2. Résultats d'essais

Une modélisation à l'aide d'un logiciel de calcul (Cubus) et les résultats des essais push out a été effectuée et comparée à la méthode de calcul Gamma de la norme SIA.

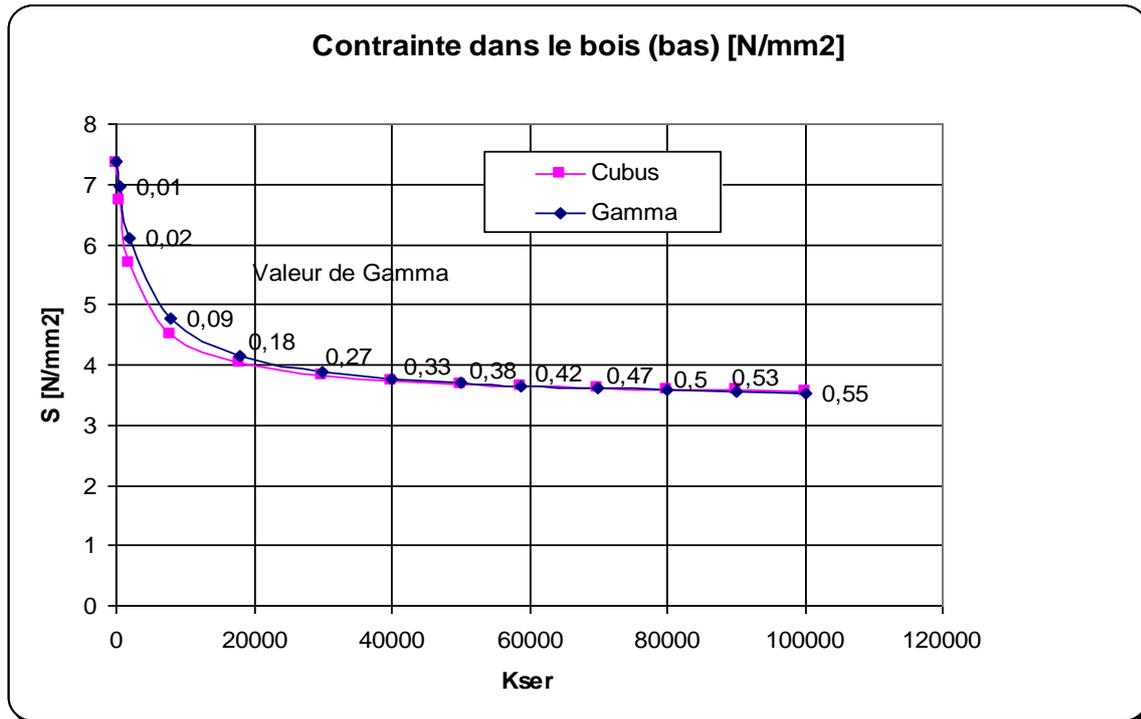


Figure 5 : Comparaison de la simulation par éléments finis et la méthode Gamma

Cette comparaison montre que pour une valeur de  $K_{ser} = 61640$  N/mm (Valeur moyenne des  $K_{ser}$  obtenue lors des essais sur les éprouvettes barre simple), la valeur de contrainte se trouve sur la partie asymptotique de la courbe. La connexion peut donc être définie comme totale. Cela implique que la méthode de connexion totale peut être utilisée pour les calculs de dimensionnement pour ce type de connecteurs.

### 3. Préfabrication des éléments

#### 3.1. Conception générale

La conception générale des ouvrages multi-étages est donnée en général par des cadres porteurs latéraux formant cadres de façade et des éléments de dalle mixte bois-béton préfabriqués

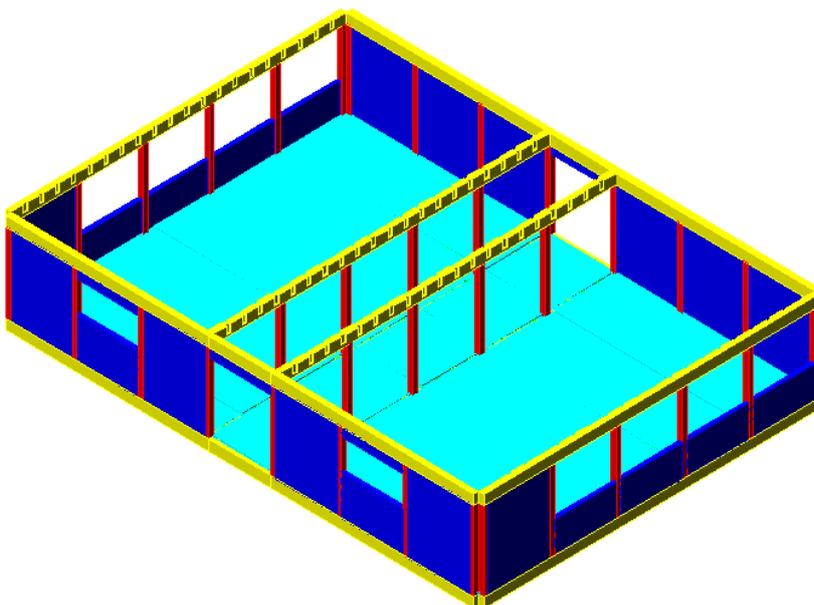


Figure 6 : Conception générale d'un bâtiment

Les appuis des solives sont entaillés à mi-bois dans les sommiers. Seule la dalle en béton repose sur toute la longueur du sommier. La fixation est assurée par des vis qui sont réparties sur toute la longueur de la dalle.

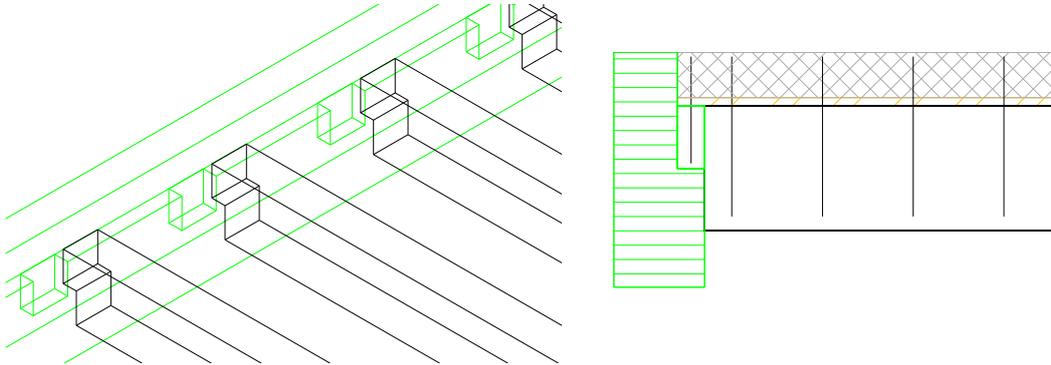


Figure 7 : Détails de fixation

### 3.2. Fabrication

Les solives sont usinées par une machine à commande numérique incluant les positionnements des connecteurs ainsi que les entailles techniques nécessaires.



Figure 8 : Usinage et bétonnage

Les solives sont assemblées selon le plan de solivage dans une halle de montage. Des panneaux de coffrage sont disposés sur les solives. Une armature est mise en place afin de limiter les effets dus au retrait du béton. Les éléments sont ensuite bétonnés selon une recette de béton particulière.



Figure 9 : Élément prêt à la pose

Les éléments sont ensuite décoffrés et prêts pour le montage, y.c. les éléments de joint sur chantier.

### 3.3. Montage

Le montage des éléments suit le modèle développé dans la conception soit la pose des cadres transversaux et les éléments de dalles.



Figure 10 : Montage des éléments

La préfabrication des éléments permet en particulier une pose rapide (200-400m<sup>2</sup> par jour), une construction à sec et limite les interventions sur site (établage, séchage du béton).

## 4. Exemples réalisés

Les exemples ci-dessous montrent les multiples applications possibles de ce type de planches dans le cadre de bâtiment scolaires, administratifs ou de logements



Figure 11 : Habitat Groupé



Figure 12 : Bâtiment artisanaux



Figure 13 : Bâtiment administratifs

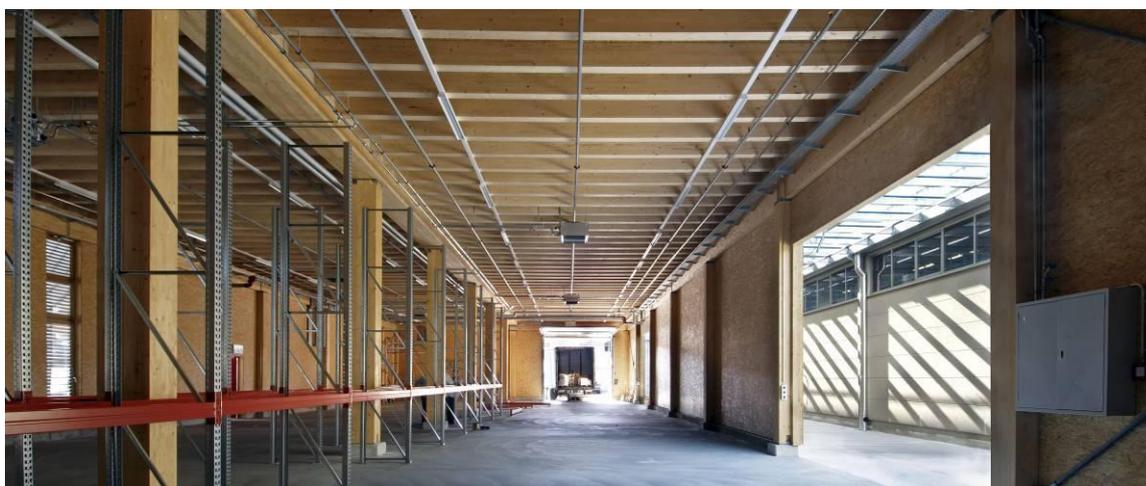


Figure 14 : Bâtiment industriels



Figure 15 : Bâtiment scolaires multi-étages

Les figures 11 à 15 montrent les multiples applications des dalles mixtes bois-béton avec connecteurs Ferwood® pour des portées de 6-9 mètres dans des bâtiments les plus divers.