

QUAND LES IMMEUBLES DE GRANDE HAUTEUR SONT EN BOIS

Jordi CORNUDELLA, Jean-Marc JAEGER (SETEC TPI),
Ingrid BERTIN (Architecte), Robert LEROY (ENSAPM)

Quand les Immeubles de Grande Hauteur sont en bois



setec
tpi

Jean-Marc Jaeger setec **tpi**

Jordi Cornudella setec **tpi**

Ingrid Bertin setec **tpi**

Robert Le Roy Cnrs/lfsstar/Enpc

15 mars 2017

Matériau Bois

Empreinte carbone réduite

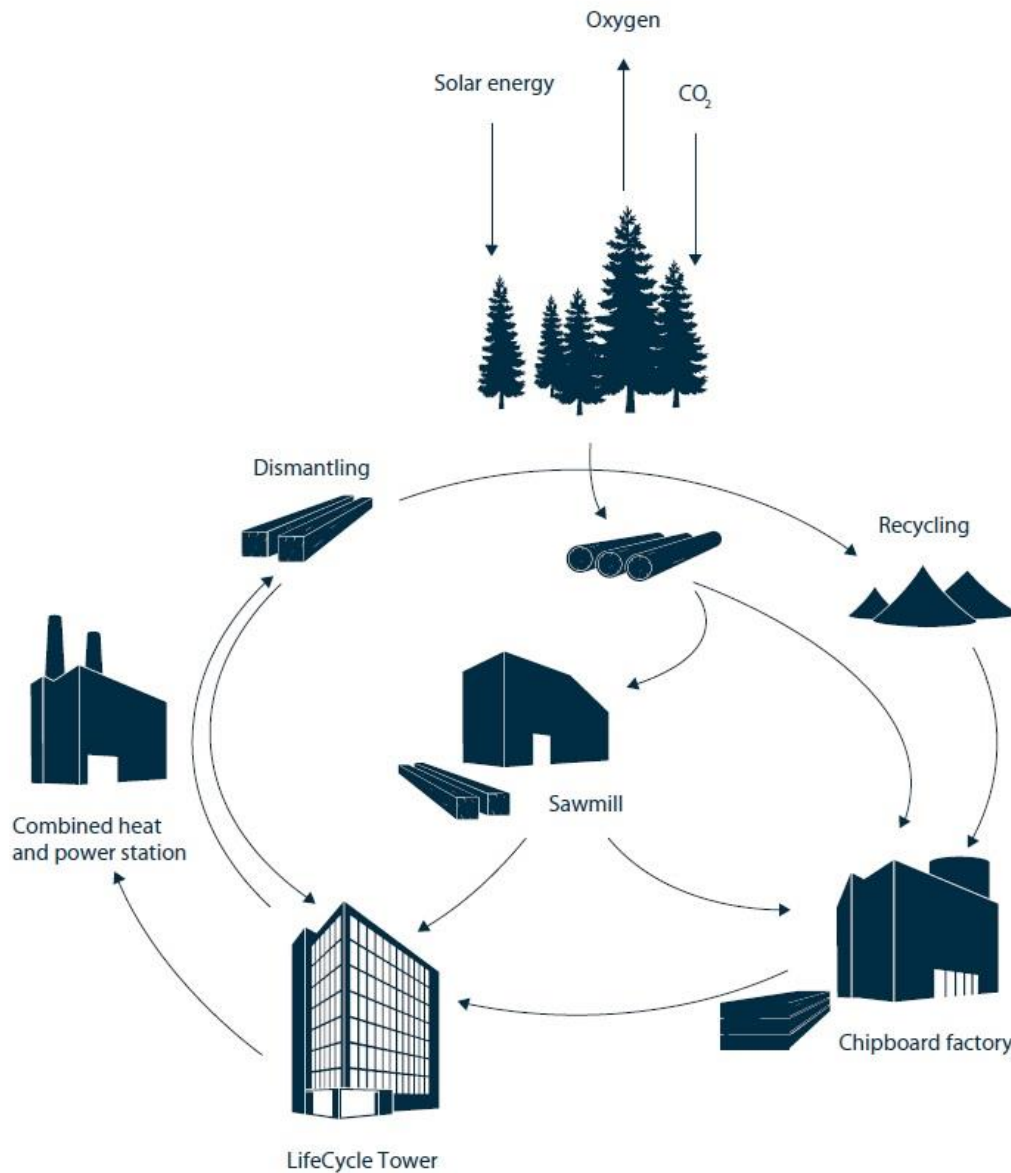
Légèreté

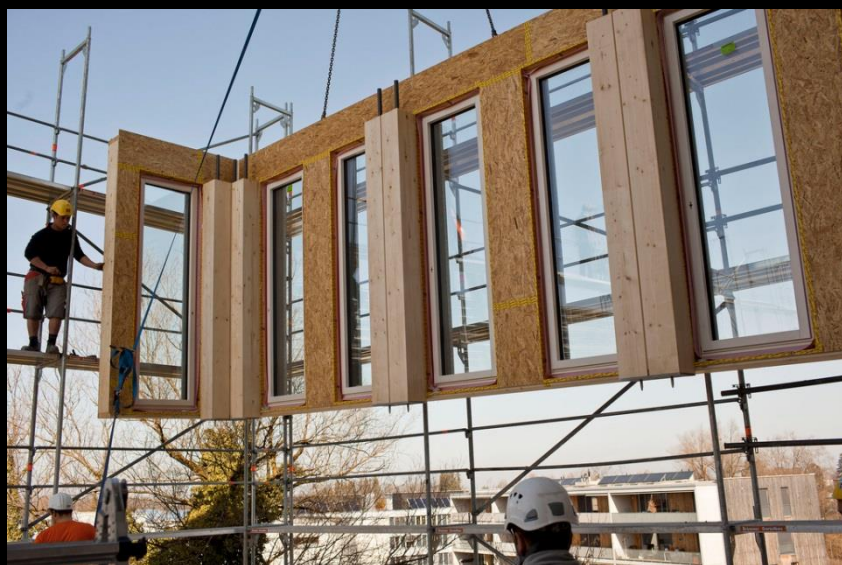
Préfabrication

Rapidité de chantier

Moyens de levage moins puissants

Déconstructions et réutilisations possibles





LCT One (2012),
R+7,
Dornbirn, Autriche,

Système mixte bois-béton préfabriqué développé par Rhomberg C
et Kaufmann Architekten





Bureaux
Poteaux-poutres
Noyau béton



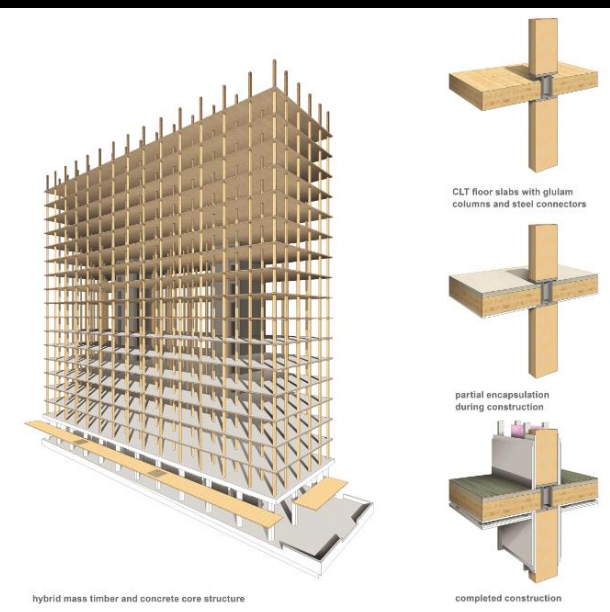
LCT One (2012),
R+7,
Dornbirn, Autriche

Système mixte bois-béton
préfabriqué développé par
Rhombert CREE et
Kaufmann Architekten

Résidentiel
Exosquelette
Noyau CLT



Tour Treet (2014),
R+14,
Bergen, Norvège



Logements étudiants
Poteaux-poutres
2 noyaux béton

Appel de déclaration
d'intérêt par le
Conseil canadien du
bois

Brock Commons,
(2016),
R+18,
Vancouver



Framework (2017),
R+11,
Portland, USA

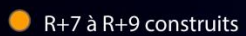


Immeuble mixte
Poteaux-poutres
Noyau CLT

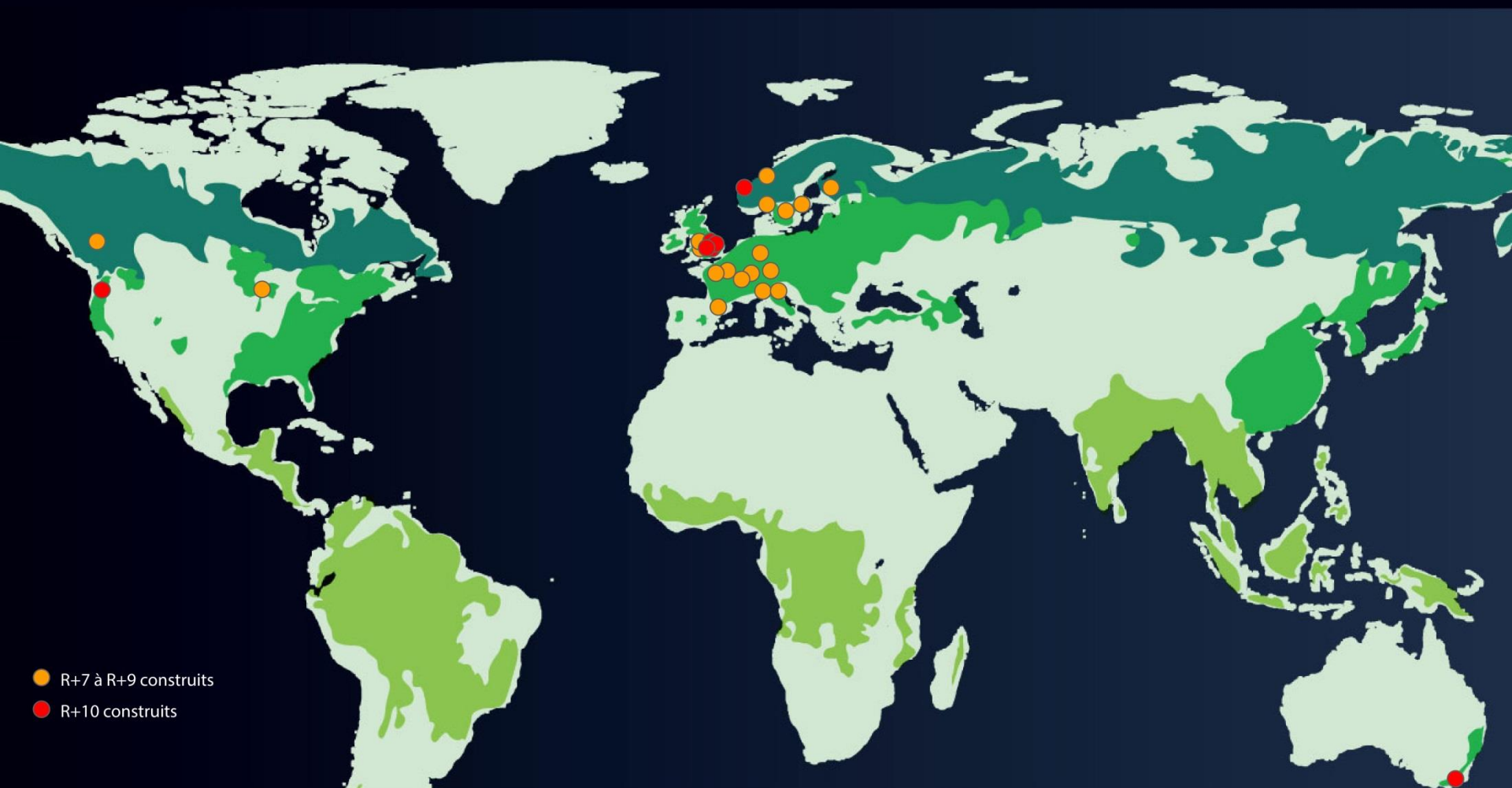


Hyperion,
R+18,
Bordeaux – Livraison 2020

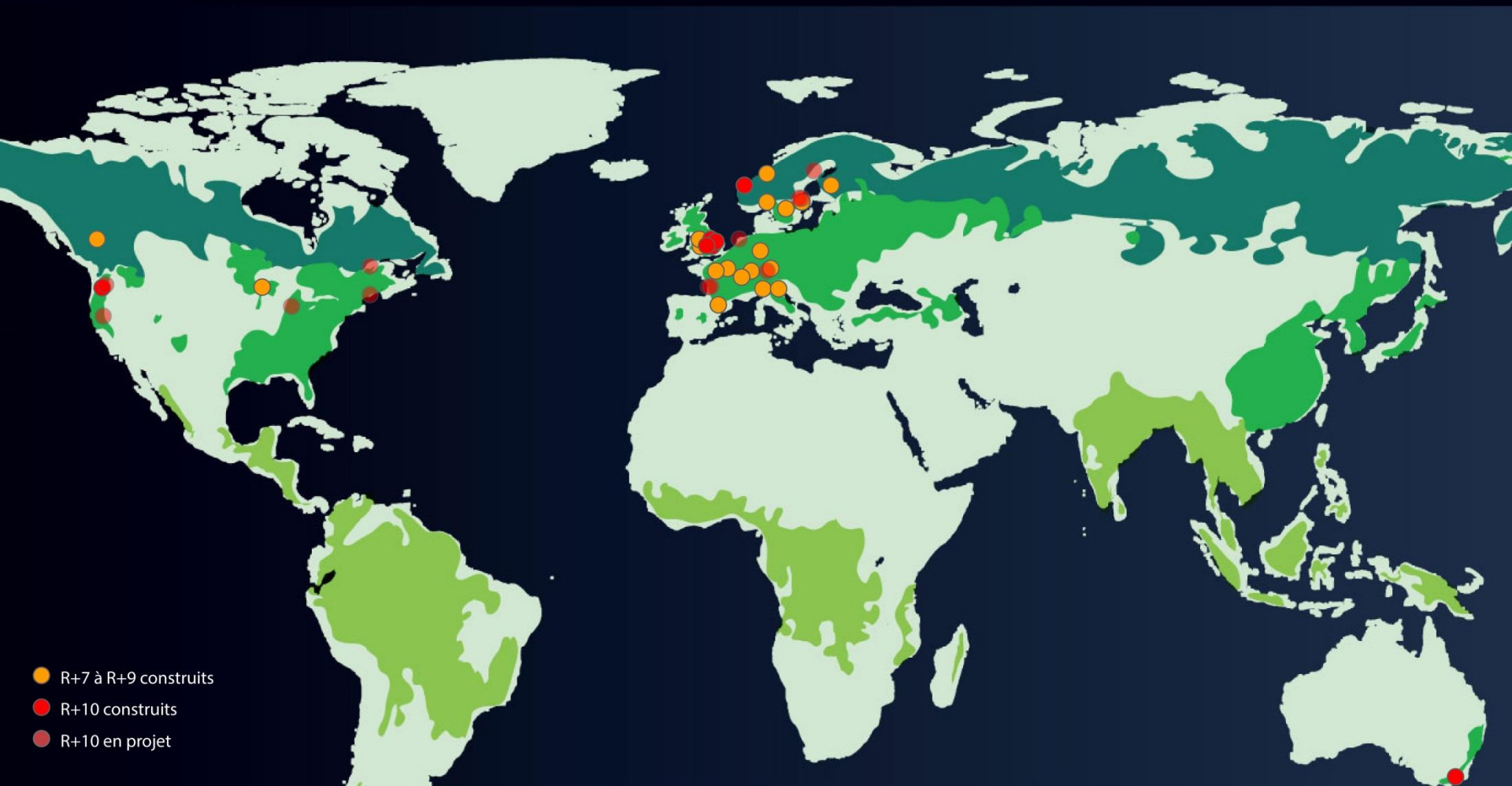
Résidentiel
Poteaux-poutres
noyaux béton



Carte des immeubles de grande hauteur en bois



Carte des immeubles de grande hauteur en bois



Carte des immeubles de grande hauteur en bois

Matériau Bois : Caractéristiques

1. Matériau renouvelable

2. Matériau anisotrope

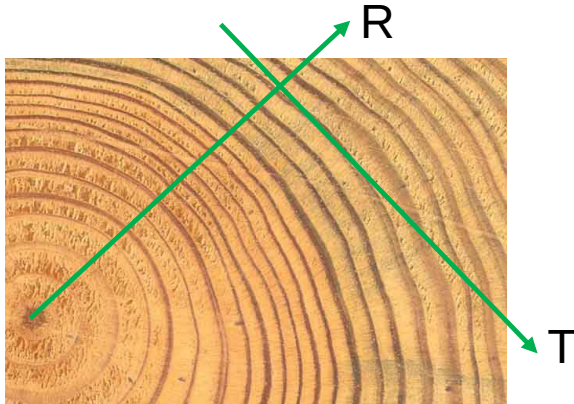
$$\sigma_{c,\text{longitudinal}} = 8 \cdot \sigma_{c,\text{transversal}}$$

$$\sigma_{t,\text{longitudinal}} = 20 \text{ à } 75 \cdot \sigma_{t,\text{transversal}}$$

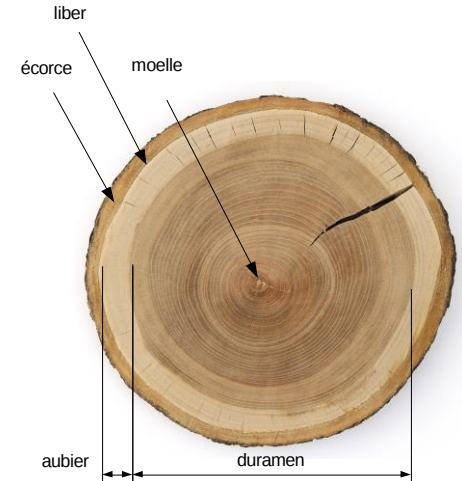
$$E_{\text{longitudinal}} = 8 \cdot E_{\text{transversal}}$$

3. Autres caractéristiques

- Matériau léger ($\rho = 400\text{-}900 \text{ kg/m}^3$) ratio $\frac{\sqrt{\sigma}}{\rho}$ important
- Matériau résistant au feu (mais combustible)
- Retrait/gonflement significatif suivant axes R/T en fonction des variations de HR



4. Durabilité : choix de l'essence en fonction de l'environnement hydrique



Caractéristiques du bois dépendant :

- de l'essence : Feuillus ou Résineux
- de l'humidité
- de la direction des sollicitations
- des défauts – nœuds



Matériau Bois : Composants dérivés

Bois lamellé collé BLC

Collages des lamelles de bois
avec des fibres parallèles



GL 28h (28MPa)
 $E_{0,g,moy} = 10\,500 \text{ MPa}$

Cros laminated timber CLT

Collages de lamelles de bois dont l'orientation du
fil est perpendiculaire



C 24 (24 MPa)
 $E_{0,g,moy} = 10\,125 \text{ MPa}$

Lamibois LVL

Collages de lamelles minces de bois avec des fibres
parallèles

Kerto-S



Kerto S (44MPa)
 $E_{0,g,moy} = 11\,600 \text{ MPa}$

Bois Béton

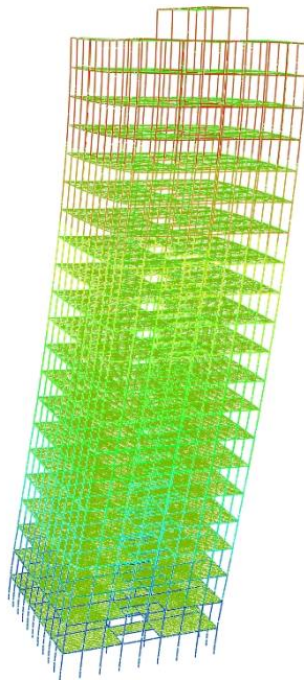
Association du bois (en traction) avec le béton
(en compression) avec assemblage par collage



Spécificités des Immeubles de Grande Hauteur

1. Réglementation incendie

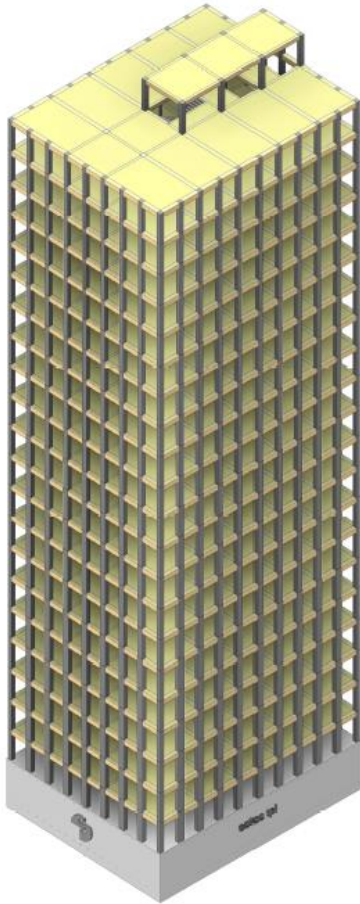
- Limitation relative à la charge calorifique immobilière (art GH 16),
- Imposition d'utilisation de matériaux classés pour les cages d'ascenseurs, les plafonds, les parois support de revêtement de sol et latérales,
- Nécessité d'une démarche en ingénierie de la sécurité incendie.



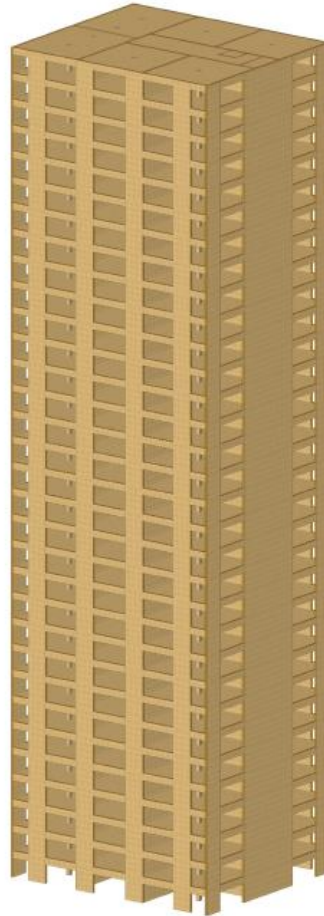
2. Comportement structurel

- Stabilité sous efforts latéraux
- Fortes descentes de charges
- Maîtrise des déformations locales (planchers) et globales (déplacements en tête, déplacement inter étages),
- Critères de confort des usagers (20 mg)

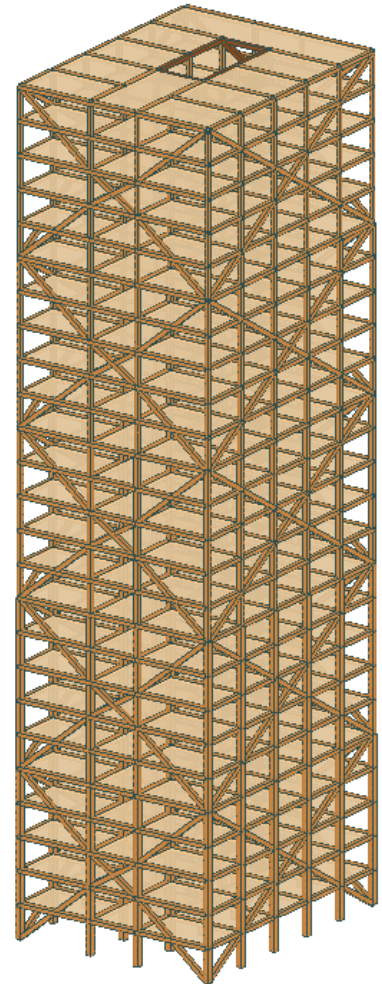
Etudes de 3 systèmes constructifs



Système Poteaux-Poutres
R+20 / 80 m de hauteur



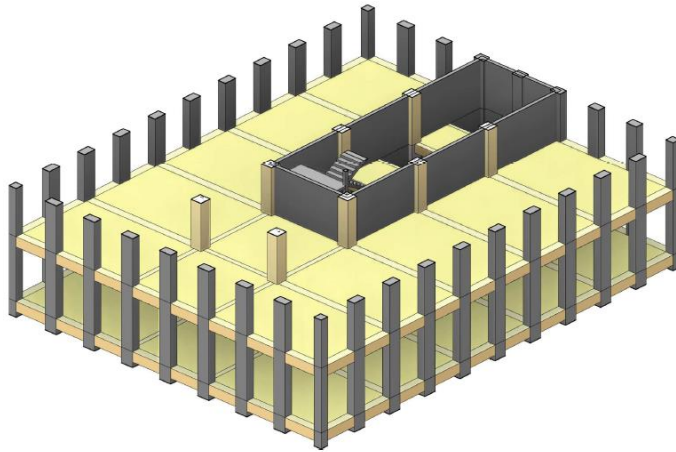
Murs porteurs en CLT
R+32 / 96 m de hauteur



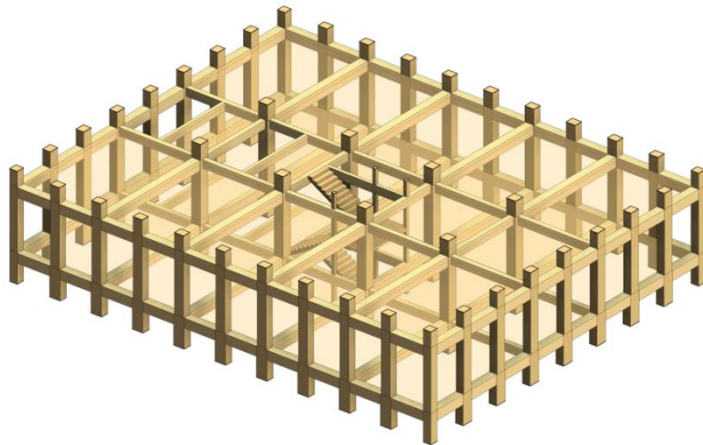
Système avec exosquelette
R+35 / 119 m de hauteur

Structure Poteaux - Poutres

Setec TPI

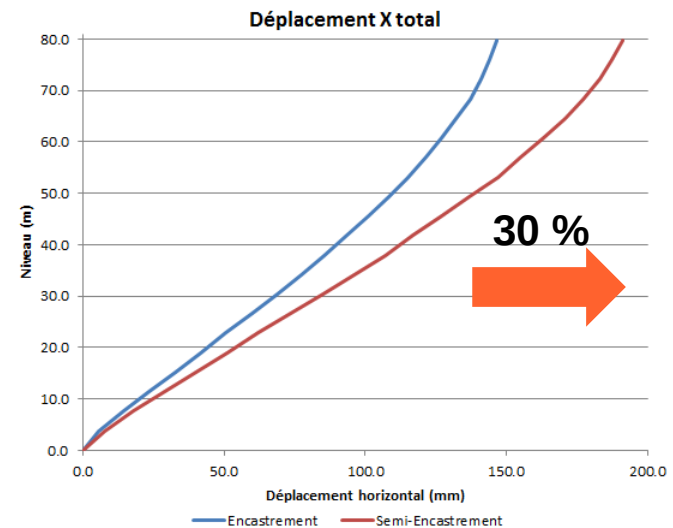
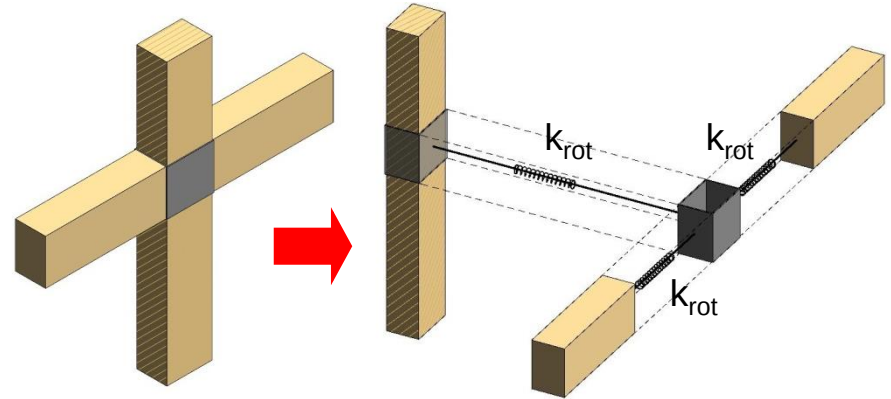


Vue 3-D étage avec noyau



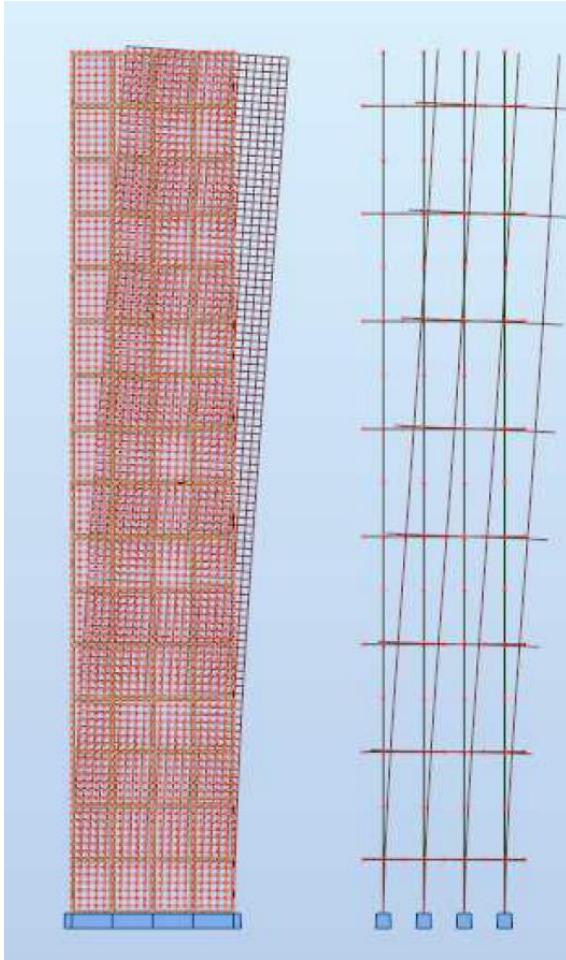
Vue 3-D étage sans noyau

Structure très sensible à la raideur des assemblages

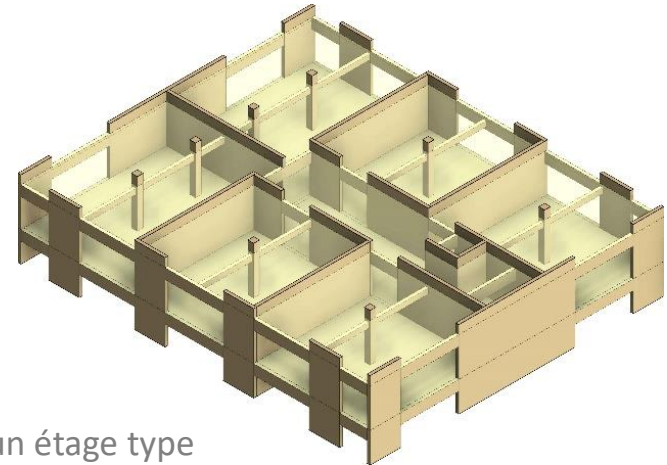


Structure contreventée avec des voiles en CLT

ICM Structure

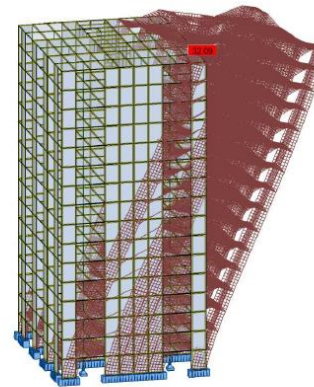


Détail de l'étude comparative
type barre - type coque

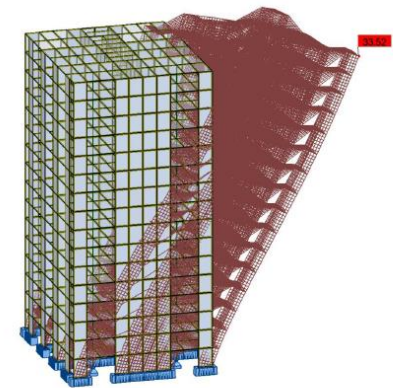


Vue 3D d'un étage type

- Déplacement en tête



Modèle Non-linéaire ($U_x = 32,09$ mm)

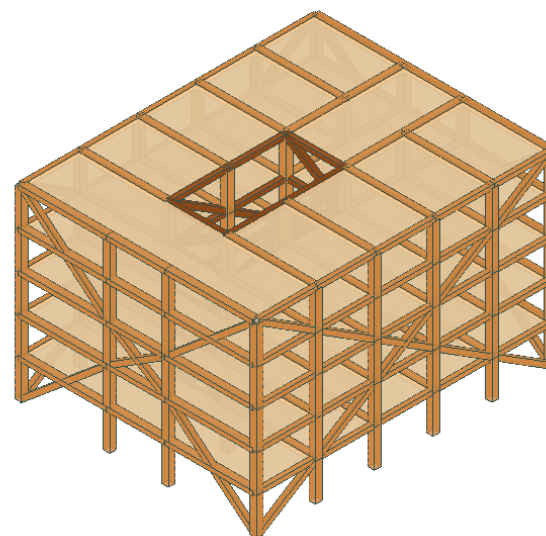


Modèle linéaire ($U_x = 33,52$ mm)

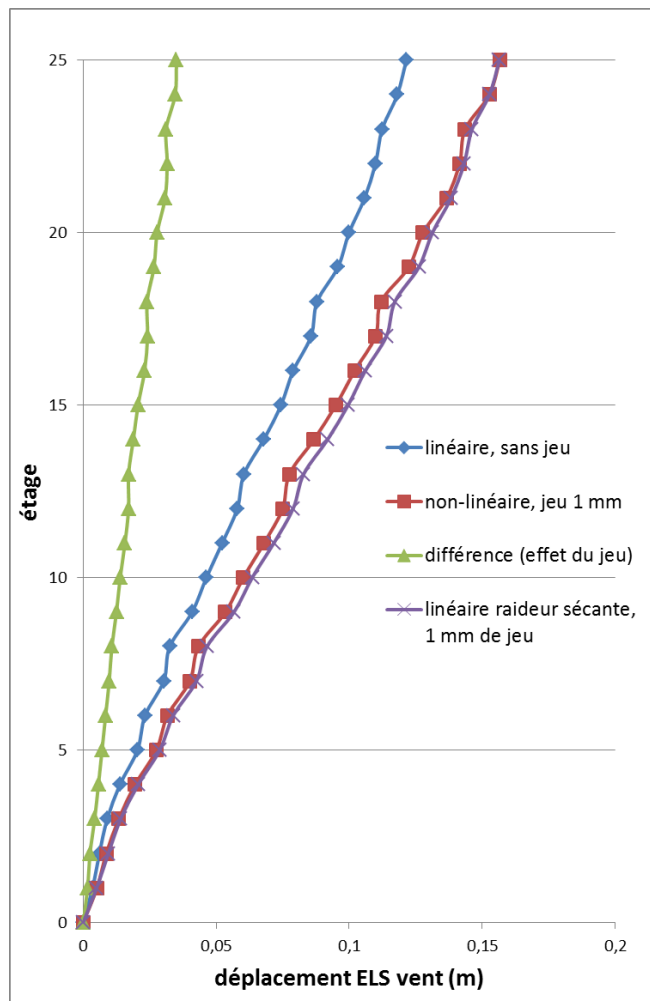
Modélisation des assemblages

Structure en exosquelette

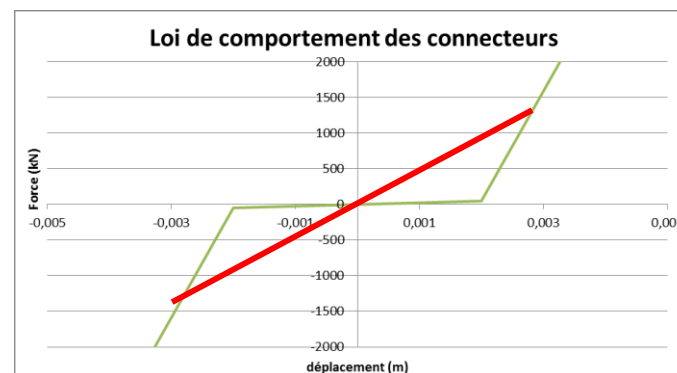
Elioth



Vue d'un module de 5 étages



Détail de l'étude avec prise en compte des jeux



Modélisation linéaire et non-linéaire des assemblages

Toujours plus haut...



Hypérion, Bordeaux
21 st. (2020)
Euratlantique



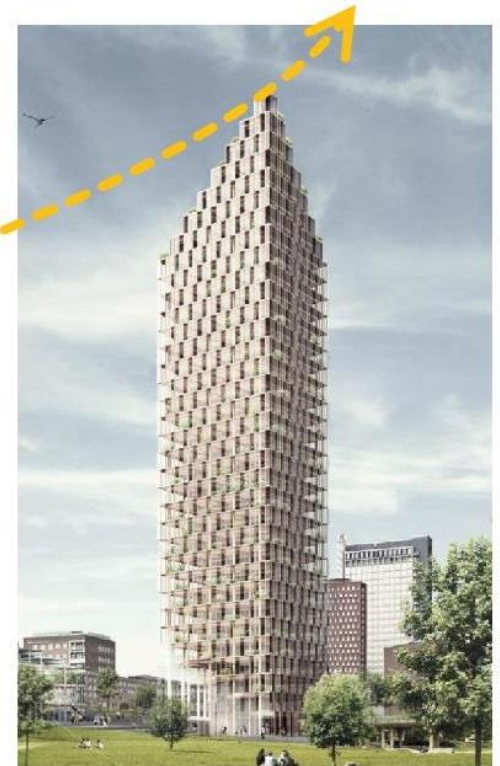
HALLONBERGEN
22 st. (2018)
Wingårdhs and Folkhem



HoHo, Wien
24 st. (2018)
Kerbl Group



Tallwood, Vancouver
30 st. (-)
MG Architecture



Västerbroplan, Stockholm
34 st. (2023)
CF Møller and HSB



River Beech Tower (?),
R+80
Chicago, USA

