

# FORMATION BATIMENT DURABLE

## CONSTRUCTION BOIS À BRUXELLES

AUTOMNE 2022

### Le bois et la préfabrication

Pierre GUSTIN

éCORCE  
INGÉNIEURS CONSULTANTS



Sur base de la présentation conçue par l'ATELIER DE L'AVENIR



- ▶ Donner les outils permettant de faire des choix de conception de bâtiments préfabriqués
- ▶ Expliquer les principales particularités des projets de préfabrication bois
- ▶ Préciser les avantages de la pré-fabrication
- ▶ Présenter les opportunités et perspectives de développement



**CHOIX DU PRÉFABRIQUÉ BOIS**  
**ÉTUDE**  
**PRODUCTION**  
**CHANTIER**



## CHOIX DU PRÉFABRIQUÉ BOIS

ÉTUDE

PRODUCTION

CHANTIER



## Définitions

► Qu'est-ce que la préfabrication?

- Définition Larousse

*Matériau, bâtiment constitué d'éléments standardisés*

- Définition *Médiadico*

*préfabriqué,e (adjectif masculin, nom masculin)*

*{adjectif} Qui est fabriqué à l'avance selon des normes de série, afin d'être monté ultérieurement sur place. Se dit de ce qui est constitué d'éléments préfabriqués.*

*Ex : Une maison préfabriquée*



Source : Chapsol



## Champs d'application du préfabriqué bois

### ► Rénovation

- Rénovation légère

Peu de possibilité (taille)

- Rénovation lourde

Intérêt pour grande quantité/superficie

### ► Extension/Rehausse

- Agrandissement horizontal ou vertical

Construction légère, travaux rapides (adapté RBC)

### ► Neuf

Tout son intérêt

Les systèmes :

⇒ **CLT**

⇒ **Ossature bois**

⇒ **Poteau-Poutre**



## Champs d'application du préfabriqué bois

- ▶ Rénovation LOURDE
  - Remplacement d'une partie suffisamment importante du bâtiment

Projet de grande taille



Projet réalisé  
MO : ISOSL  
ARCH: Dirix

Source : Atelier de l'Avenir



## Champs d'application du préfabriqué bois

- ▶ Extension/REHAUSSE
  - Agrandissement horizontal (extension) vertical (rehausse)

Projet de taille moyenne



Projet réalisé  
MO : OTM  
ARCH: Lowette

Source : Atelier de l'Avenir



## Champs d'application du préfabriqué bois

- ▶ NEUF
  - Habillage d'une structure béton,

Projet de grande taille



Projet réalisé  
MO : Re-vive  
ARCH: B2Ai

Source : Atelier de l'Avenir



## Champs d'application du préfabriqué bois

- ▶ Neuf

Pas/peu de barrière en construction neuve

Réalisation de différents types de bâtiments (gabarit, affectation, situation,...)

→ Le type de projet définira le type de système le plus adéquat

Ossature bois



SOURCE : Atelier de l'Avenir

Poteau poutre



SOURCE : Bureau d'études bois (Wow Ney)

CLT



SOURCE : Bureau d'études bois (Wow Ney)



## Champs d'application du préfabriqué bois

- ▶ Les systèmes
  - CLT

Construction architecturale

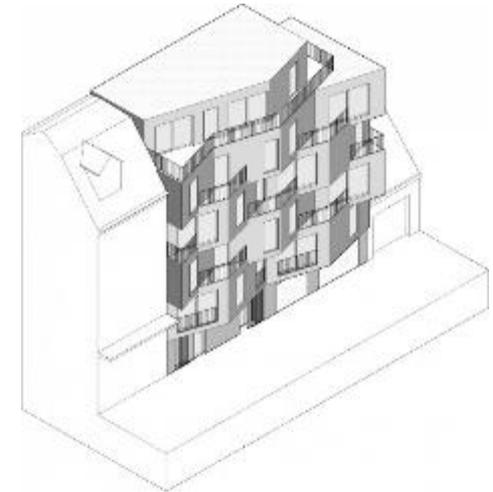
MTI à Embourg



SOURCE : TS Construct

MO : NC  
ARCH: M. Proesmans

Inquiétude à Namur



SOURCE : Specimen Architects

MO : Immo Invest  
ARCH: Specimen



## Champs d'application du préfabriqué bois

- ▶ Les systèmes
  - CLT

Construction en hauteur « full bois »

Hyperion à Bordeaux (50 m)



SOURCE : Le Monde

MO : Bordeaux Euratlantique  
ARCH: J-P Viguier & Associés

Silva à Bordeaux (50 m)



SOURCE : 20 minutes

MO : Kaufman & Broad  
ARCH: Art & Build



## Champs d'application du préfabriqué bois

- ▶ Les systèmes
  - Ossature bois

Adaptable à toutes les affectations



Projet réalisé  
MO : Ville de Bruxelles  
ARCH: Trait

Source : Atelier de l'Avenir



## Champs d'application du préfabriqué bois

- ▶ Les systèmes
  - Ossature bois

Adaptable à toutes les affectations



Projet réalisé  
MO : Radermecker Int.  
ARCH: Canevas

Source : Atelier de l'Avenir



## Le choix du préfabriqué bois

- ▶ Du point de vue de l'architecte

### EXECUTION:

- Conditions de travail en atelier favorisent la **bonne mise en œuvre**
  - Pose de l'isolant, de certaines membranes (air/eau), fixations des panneaux à la structure,...
- **Contrôle de la qualité** des éléments mis en œuvre
  - Visite du réalisé en atelier plus simple que sur chantier
  - Plusieurs éléments sont/peuvent être visibles en même temps (structure, châssis,...)



## Le choix du préfabriqué bois

- ▶ Du point de vue du **promoteur**
  - **Temps de retour** entre le 1<sup>er</sup> € investi et le 1<sup>er</sup> reçu
  - Limitation des **risques**
  - Limitation des **suppléments**
  - Anticipation des **problèmes** (préfabriqué = nécessité de s'intéresser au projet suffisamment en amont de la phase chantier)
  - Gros-œuvre **fermé** obtenu rapidement pour éviter la détérioration des matériaux
  - Construction **sèche**
  - **Innovation**
  - **Matériau** de qualité



## CHOIX DU PRÉFABRIQUÉ BOIS

### ÉTUDE

- ▶ **Coordination adaptée**
- ▶ **Limites de la préfabrication**
- ▶ **Outils à disposition**
- ▶ **Détails**

PRODUCTION

CHANTIER



CHOIX DU PRÉFABRIQUÉ BOIS

## ÉTUDE

- ▶ **Coordination adaptée**
- ▶ Limites de la préfabrication
- ▶ Outils à disposition
- ▶ Détails

PRODUCTION

CHANTIER

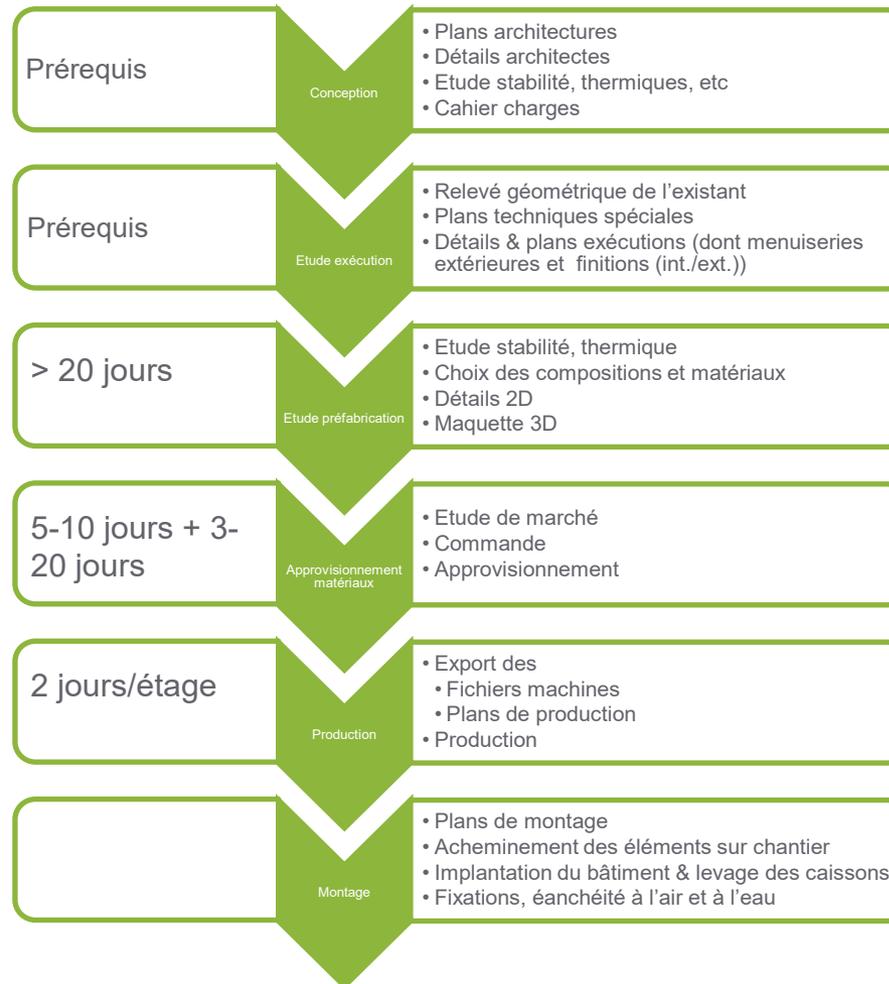


### Phasage d'un projet préfabriqué bois

- ▶ La préfabrication implique presque systématiquement une **modélisation** précise en 3D. Cette précision nécessite que les données en input le soient également.
  - ▶ Contrairement à un projet « classique », l'étude des éléments préfabriqués nécessite **l'étude fortement en amont** de la mise en place du gros œuvre et des différents lots connexes.
- ➔ Pas nécessairement en accord avec les pratiques actuelles de la construction. Souvent il y a conflit entre planning théorique et réalité de chantier.



## Phasage d'un projet préfabriqué bois

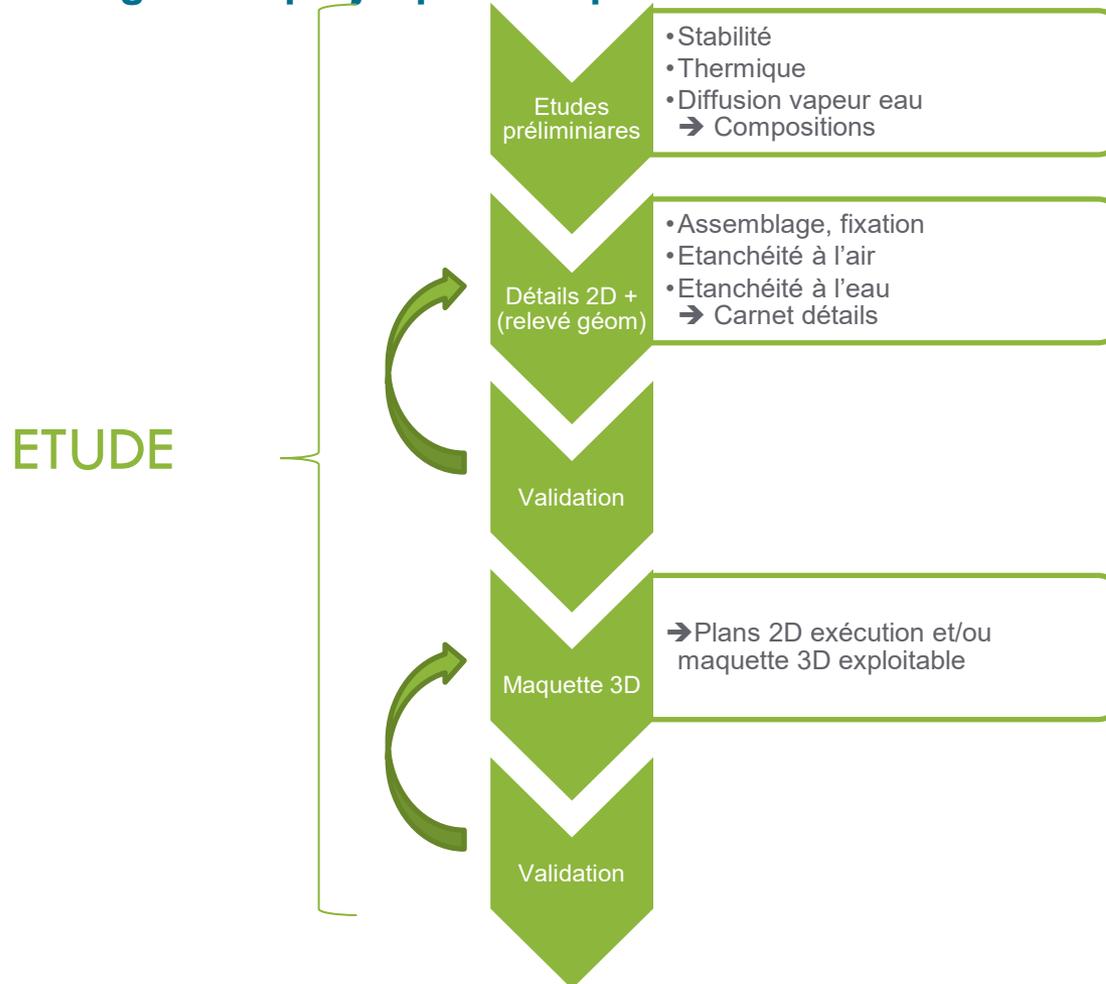


Toutes les informations doivent être à disposition > 6-10 semaines avant la mise en place des premiers murs sur chantier

La coordination des détails et plans peut devenir assez complexe et fastidieuse selon la dynamique de l'équipe en place



## Phasage d'un projet préfabriqué bois – La validation



→ Dans un projet préfabriqué, le planning général devrait tenir compte d'une phase étude allongée et d'une phase chantier réduite.



## CHOIX DU PRÉFABRIQUÉ BOIS

**ÉTUDE**

- ▶ Coordination adaptée
- ▶ **Limites de la préfabrication**
- ▶ Outils à disposition
- ▶ Détails

## PRODUCTION

## CHANTIER



## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Techniques spéciales
  - Electricité
  - Ventilation
  - Chauffage et sanitaire
  - Local sanitaire
  - Gaine/local technique
- ▶ Finitions
  - Intérieures
  - Extérieures
- ▶ Menuiseries extérieurs
  - Intérieures
  - Extérieures
- ▶ Etanchéité toiture
- ▶ Isolation

**2D ⇔ 3D, l'approche est différente**



## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

► Techniques spéciales :

- **Jonctions** difficiles à gérer
- La multiplication des jonctions augmente le **risque de fuites, de mauvais contact**
- Suppose que les techniques soient **intégrées aux éléments préfabriqués** (et non dans une chape ou un faux plafond)
- Dépend du système constructif (PP, CLT, différentes compositions d'OB) et de la position de la barrière étanche à l'air
- **Le volume des conduits** peut être problématique
- ➔ Jusqu'à présent, le meilleur compromis est de **faciliter la mise en place** des techniques via des percements, la réalisation de chevêtre, la mise en place de gaine ou de boîtes d'encastrement en attente. Ou l'utilisation de techniques décentralisées.
- ➔ Usage de **3D dans 2D** : gaine/local technique préfabriqués, salle de bain préfabriquée

**Toujours en développement pour une intégration maximale**



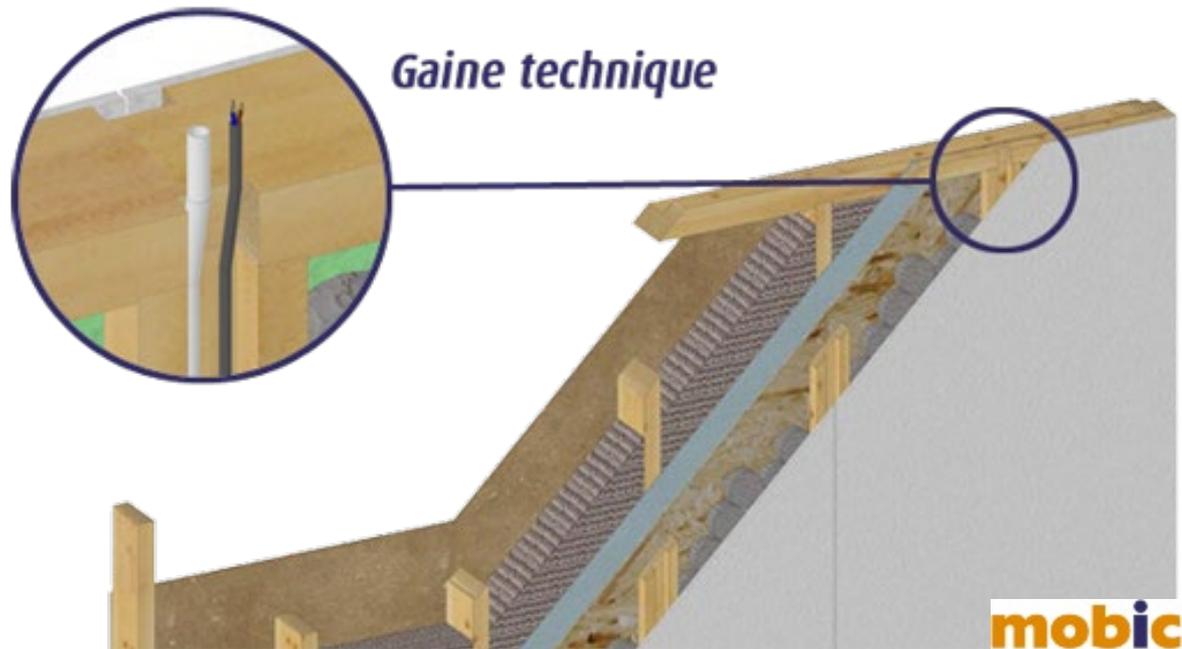
## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Techniques spéciales : électricité, intégration boîtiers et gaines



## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Techniques spéciales : lattage usiné



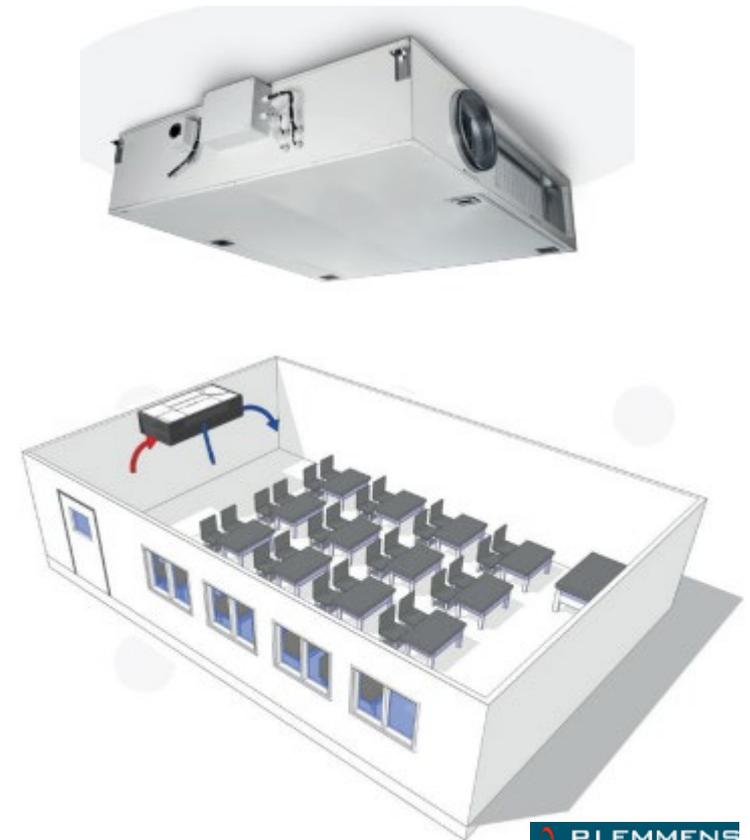
## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Techniques spéciales : électricité, raccords rapides



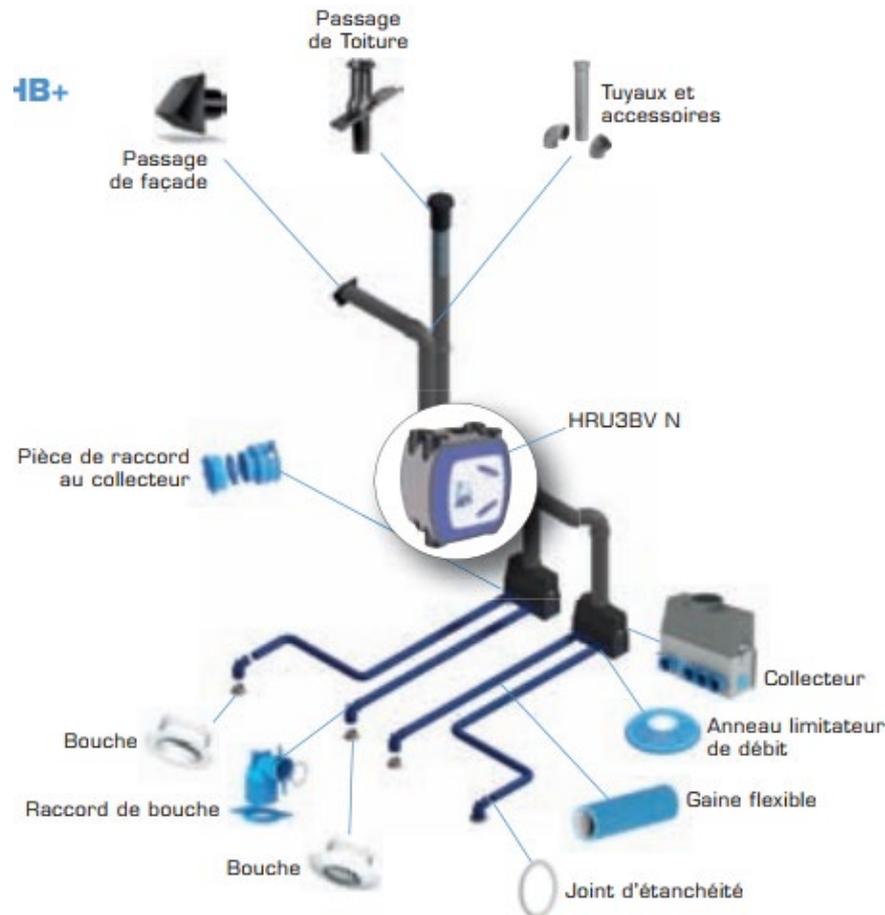
## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Techniques spéciales : ventilation décentralisée



## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Techniques spéciales : ventilation centralisée avec emboîtement et réglage rapide

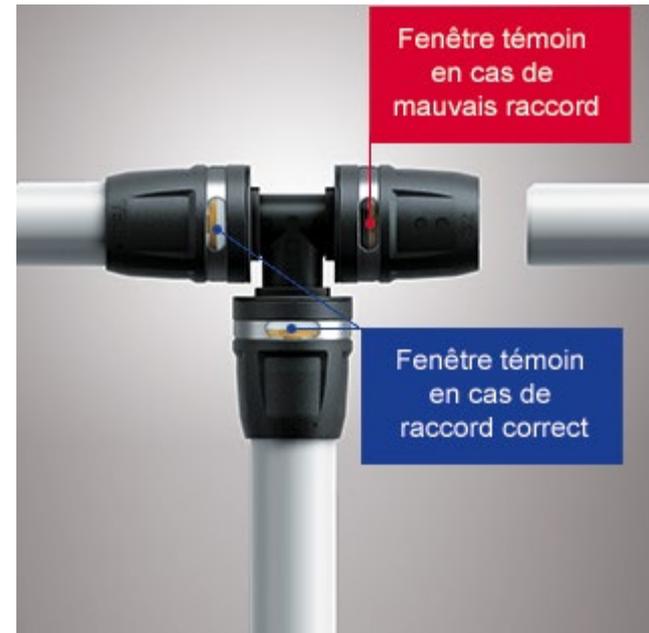


## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Techniques spéciales : adduction et évacuation



magnoplast



TECE:  
Intelligente Haustechnik





## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Finitions intérieures - extérieures :
  - Dépendant du **type de finition** (plaque plâtre, fibroplâtre, panneau bois, bardage bois, briquettes, crépis...)
  - Souvent les éléments de finitions sont **fragiles** et supportent mal la **manutention** et d'être soumis aux **intempéries**
  - **Jonctions difficiles** à gérer : nécessite un très bon alignement des différents caissons au risque de devoir compenser par après
  - ➔ Soit l'aspect des finitions tient compte des spécificités du préfabriqué (ex: joint marqué)
  - ➔ Soit les jonctions entre caissons et donc entre finitions sont positionnées intelligemment.

Un système étudié intelligemment en amont permet de mettre en œuvre pratiquement tout type de finition en atelier. Un « posttraitement » ou ajustement sur chantier reste cependant souvent nécessaire.



## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Finition intérieure



## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Finition intérieure



## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Finition intérieure



## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Finition extérieure



## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Finition extérieure



### Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

▶ Menuiserie extérieures

- Permet d'atteindre le stade du gros œuvre **fermé** très rapidement
- **Facilite la pose** des châssis

→ Attention cependant au bris et au calage des vitrages lors de la manutention et du **transport**



## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Menuiserie extérieures



## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Menuiserie extérieures



## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

### ▶ Etanchéité toiture

- Permet de protéger l'intérieur des caissons (isolant) lors du transport et de la pose
- Permet de protéger l'ouvrage de la pluie très rapidement après le montage via la pose de jonctions étanches

→ Il est préférable de ne pas préinstaller l'étanchéité définitive mais de profiter d'une couche intermédiaire comme étanchéité provisoire (pare-vapeur, sous-toiture).



## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Etanchéité toiture

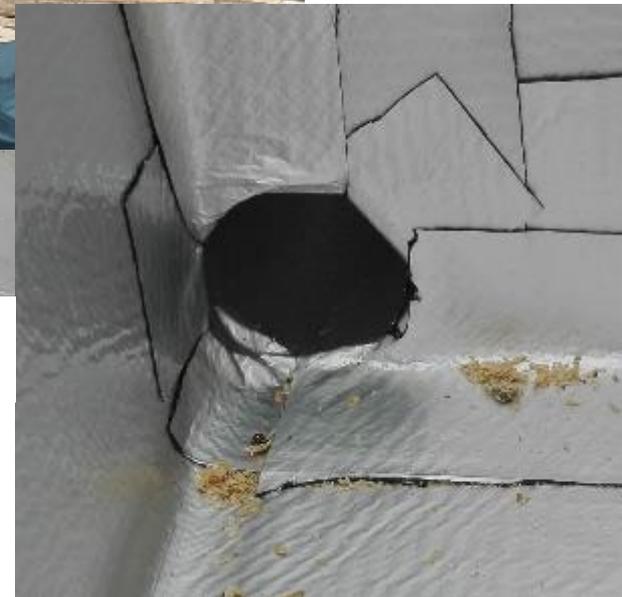


Un pare vapeur autocollant étanche à l'eau permet d'assurer une étanchéité provisoire. La préfabrication de la pente et la pose du pare vapeur en atelier accélèrent la pose de l'étanchéité définitive et la mise hors d'eau du bâtiment.



## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Etanchéité toiture



Les jonctions entre caissons sont réalisées avec des bandes de pare vapeur autocollantes.



## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Etanchéité toiture



Les jonctions entre caissons sont réalisées avec des bandes d'EPDM autocollantes.



## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Etanchéité toiture : pare-pluie + contre-latte



## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

### ▶ Isolation

- Les conditions de pose sont optimales
- Le chantier est accéléré

➔ Il convient de maîtriser les infiltrations d'eau lors du transport et une fois les caissons montés.



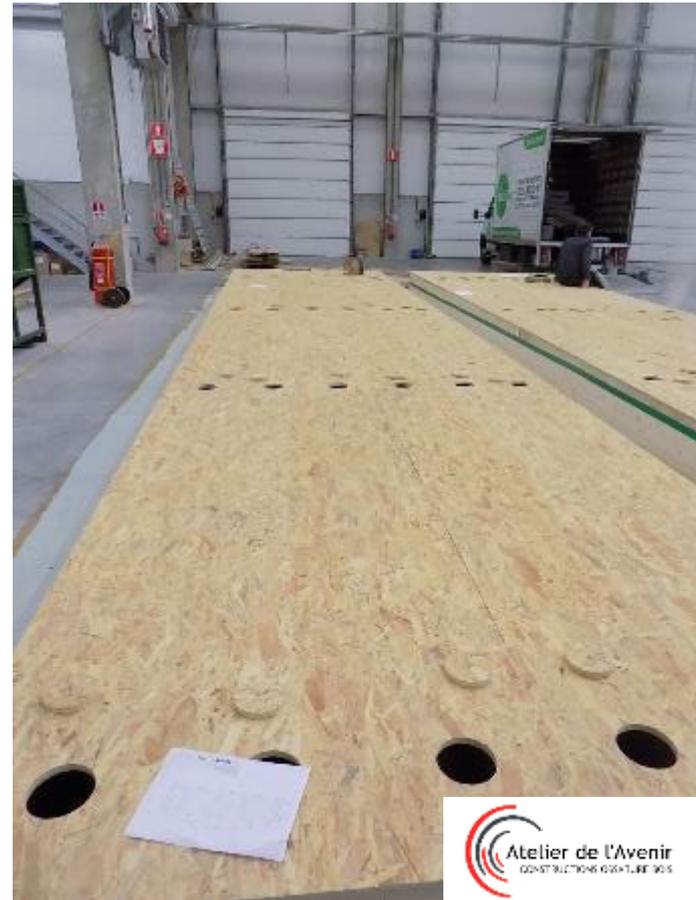
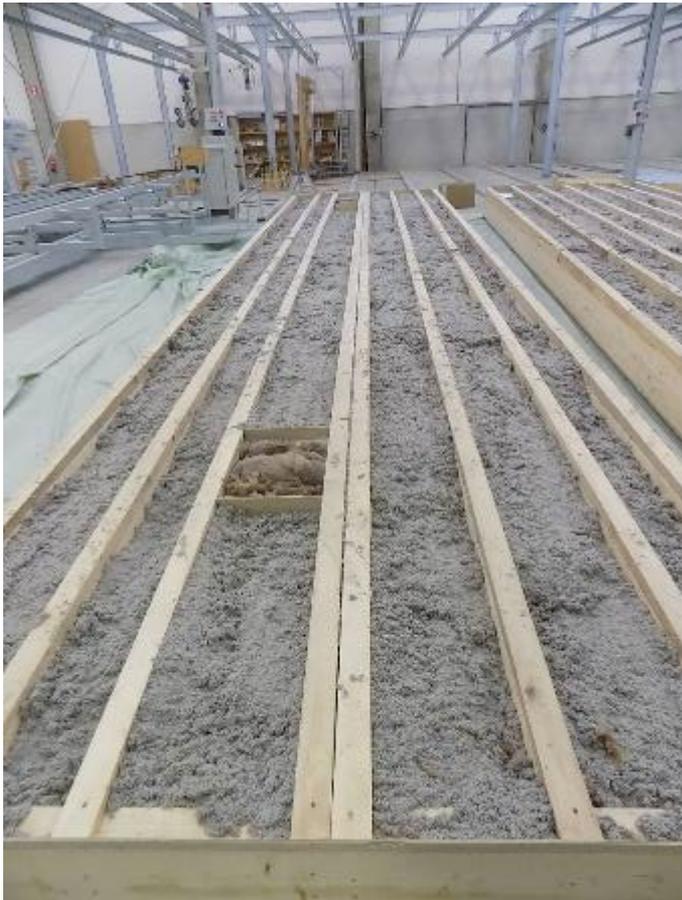
## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Isolation : matelas d'isolant (laine de roche)



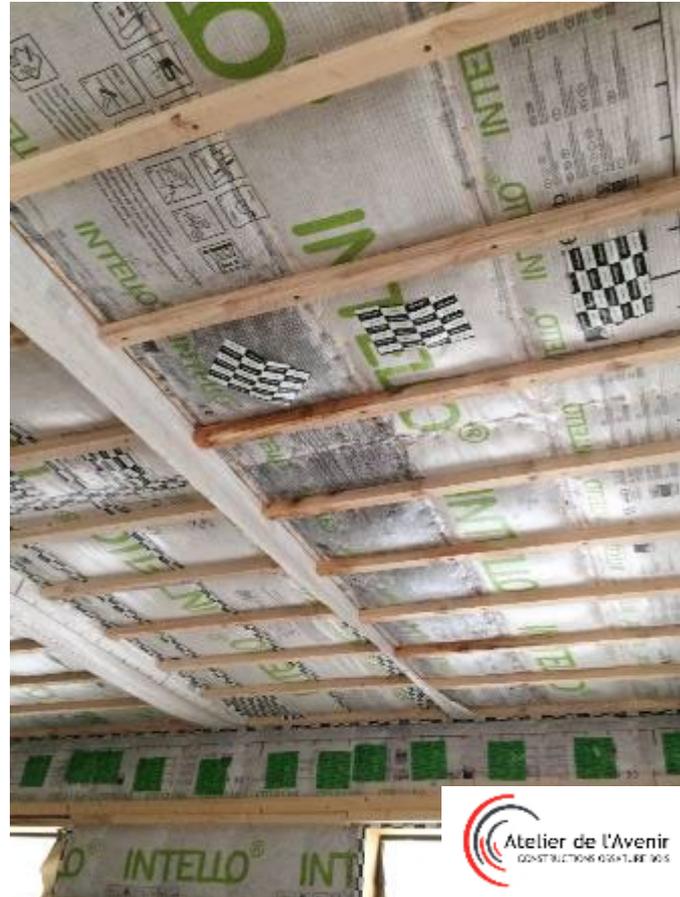
## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Isolation : cellulose (versée ou insufflée)



## Jusqu'où peut-on préfabriquer ?

- ▶ Isolation : attention aux infiltrations sur chantier



## CHOIX DU PRÉFABRIQUÉ BOIS

**ÉTUDE**

- ▶ Coordination adaptée
- ▶ Limites de la préfabrication
- ▶ **Outils à disposition**
- ▶ Détails

## PRODUCTION

## CHANTIER



## Le cœur de la préfabrication : le modèle 3D

► La modélisation 3D permet :

- d'appréhender avec précision et en amont la **géométrie du bâtiment**
- d'avoir une vision précise des différents **points d'attentions** (raccords 3D,...) et de parfaire les **différentes études** (stabilité, thermique...) avant la fabrication
- de disposer de **listes de matériaux** détaillées, de faciliter les commandes et de réduire les chutes (et donc les coûts)
- de **coordonner** l'intégration des **lots connexes**
- de **gérer la préfabrication** (export de fichiers machines et de plans de fabrication)

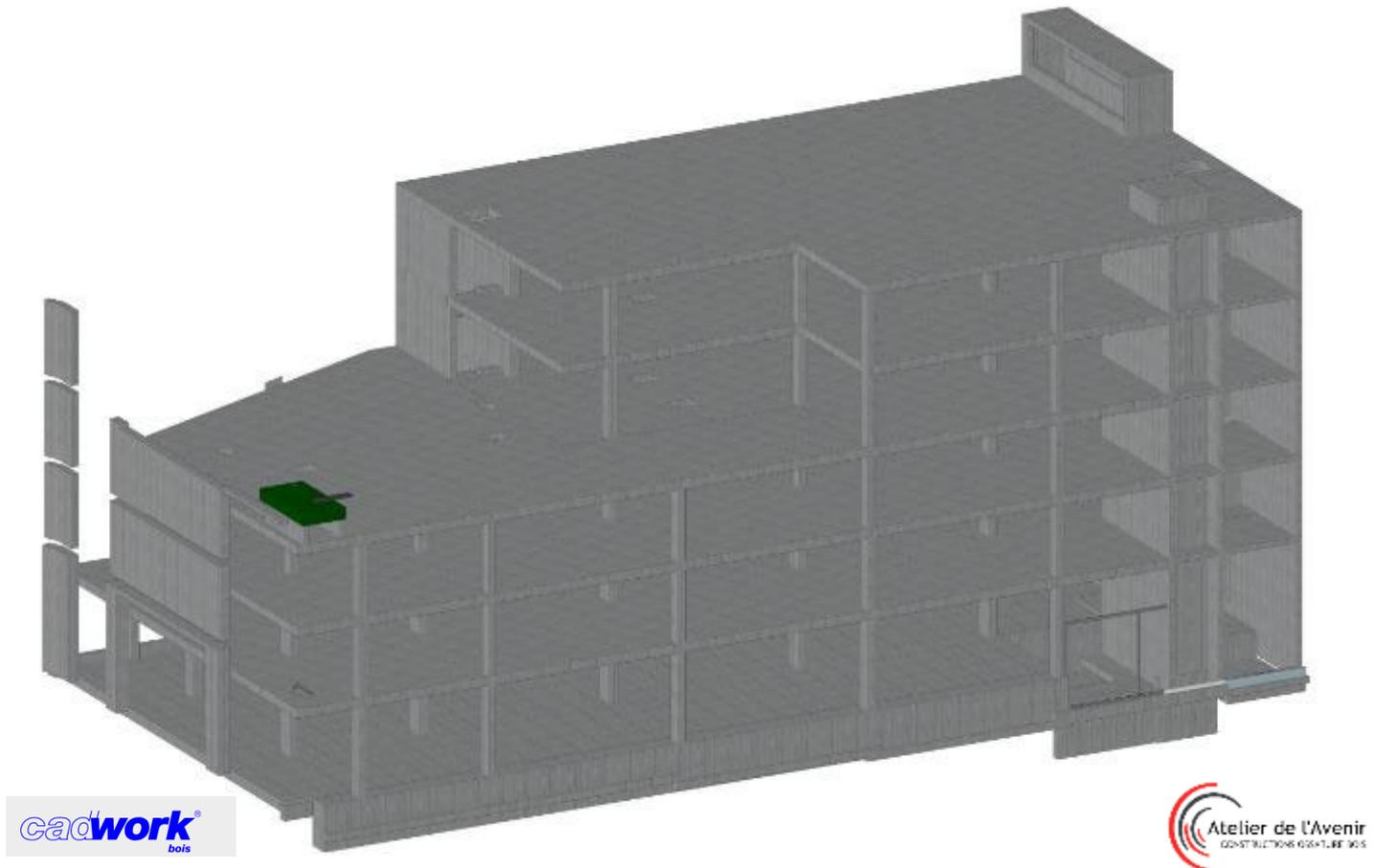
➔ Plus la maquette est détaillée – au niveau gros œuvre bois mais également au niveau des autres lots – plus le risque de désordre sur chantier est réduit ➔ moins de temps, moins d'argent.

La rapidité de montage ne laisse pas de place à la réflexion et à l'improvisation lors du chantier.



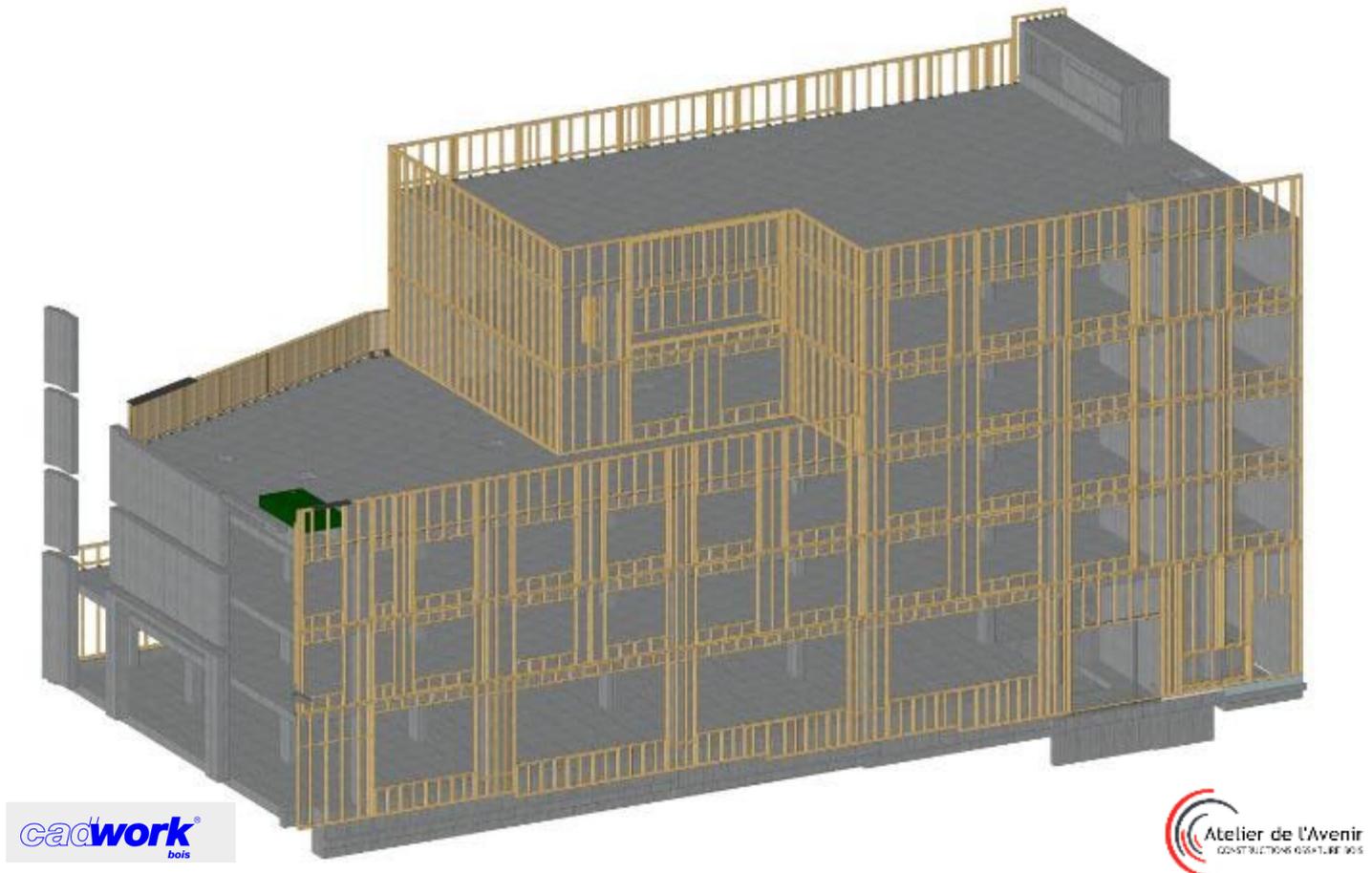
## Le cœur de la préfabrication : le modèle 3D

- ▶ Projet EKLA : Modèle 3D de la structure béton reçu du bureau d'étude



## Le cœur de la préfabrication : le modèle 3D

- ▶ + structure bois



## Le cœur de la préfabrication : le modèle 3D

- ▶ + panneau pare-pluie



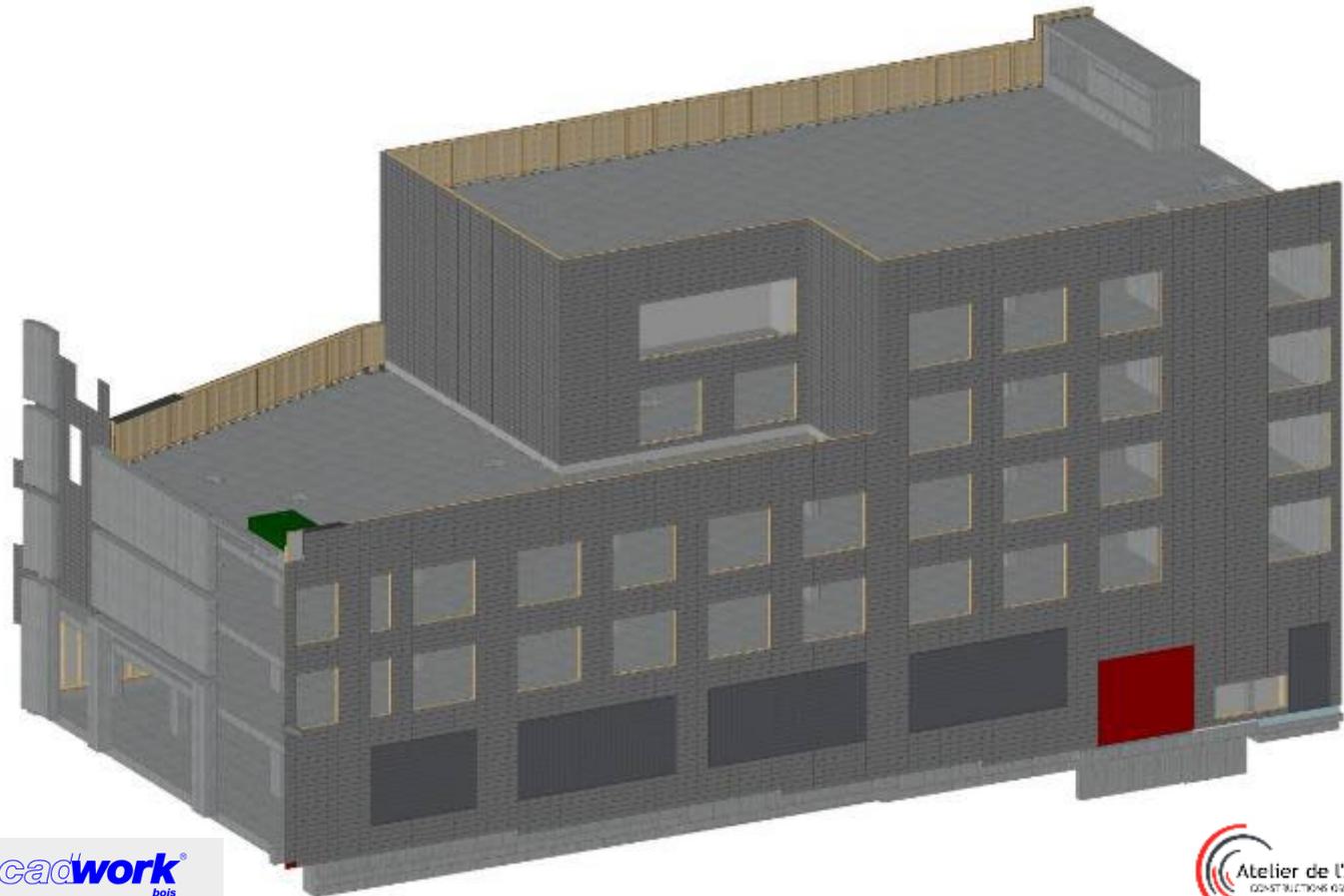
cadwork<sup>®</sup>  
bois

Atelier de l'Avenir  
CONSTRUCTIONS EN BOIS



## Le cœur de la préfabrication : le modèle 3D

- ▶ + bardage



cadwork<sup>®</sup>  
bois

Atelier de l'Avenir  
CONSTRUCTIONS EN BOIS



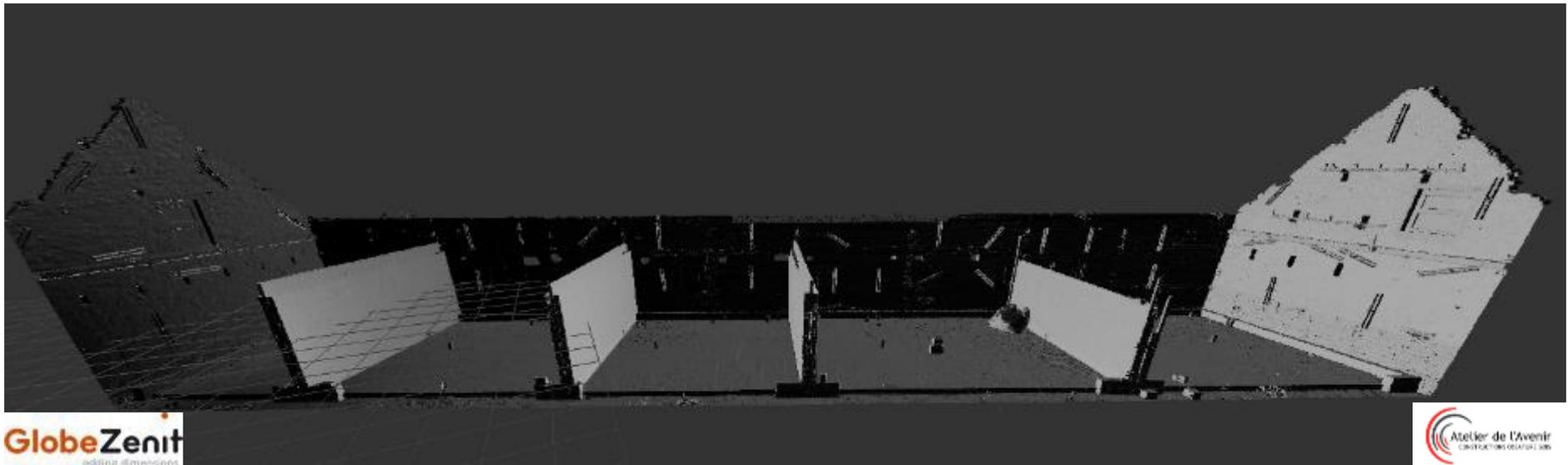
## Le cœur de la préfabrication : le modèle 3D

- Projet Beervelde : Construction existante



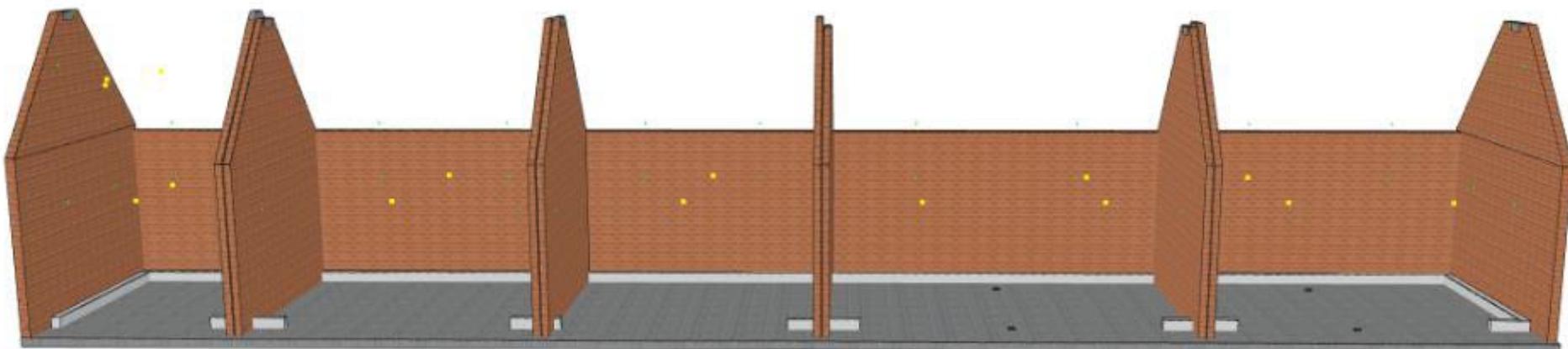
## Le cœur de la préfabrication : le modèle 3D

- ▶ Scan 3d de construction existante



## Le cœur de la préfabrication : le modèle 3D

- ▶ Import dans le logiciel de préfabrication 3D



## Le cœur de la préfabrication : le modèle 3D

- ▶ Ajout de la structure bois



## Le cœur de la préfabrication : le modèle 3D

- Montage



## CHOIX DU PRÉFABRIQUÉ BOIS

**ÉTUDE**

- ▶ Coordination adaptée
- ▶ Limites de la préfabrication
- ▶ Outils à disposition
- ▶ **Détails**

## PRODUCTION

## CHANTIER



## Un carnet de détail complet et précis est essentiel afin

- ▶ de mener la **réflexion en amont de la maquette 3D** et
  - d'accélérer le dessin
  - d'éviter des modifications fastidieuses et intempestives de la maquette, et donc des erreurs
  - de pouvoir découpler la conception du dessin
- ▶ d'avoir une **vue d'ensemble facilitée** et de pouvoir appréhender les **différentes problématiques** sur chaque détail (étanchéité à l'air, à l'eau, pont thermique,...), ce qui n'est pas géré au niveau de la 3D,
- ▶ de faciliter le **métré** des fixations, membranes...
- ▶ de transmettre des **informations claires pour le montage**

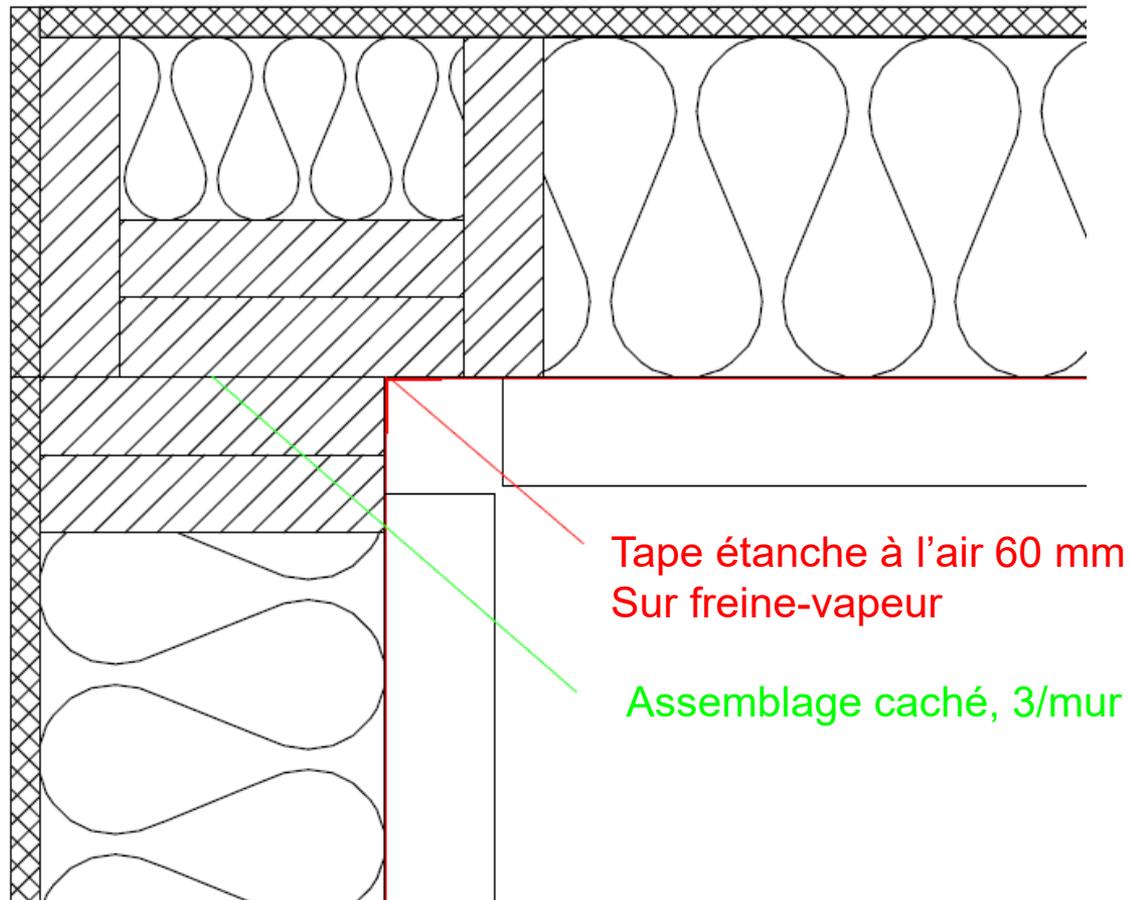


« Le diable se situe dans les détails »



## Etanchéité à l'air

- ▶ Par collage : tout simplement



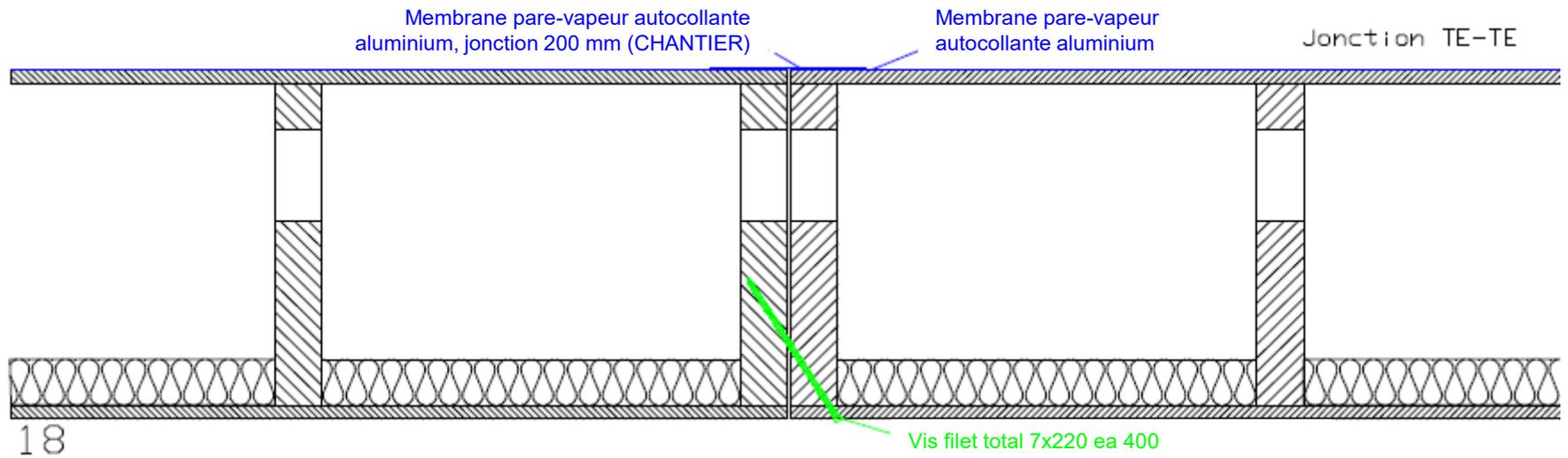
Tape étanche à l'air 60 mm  
Sur freine-vapeur

Assemblage caché, 3/mur



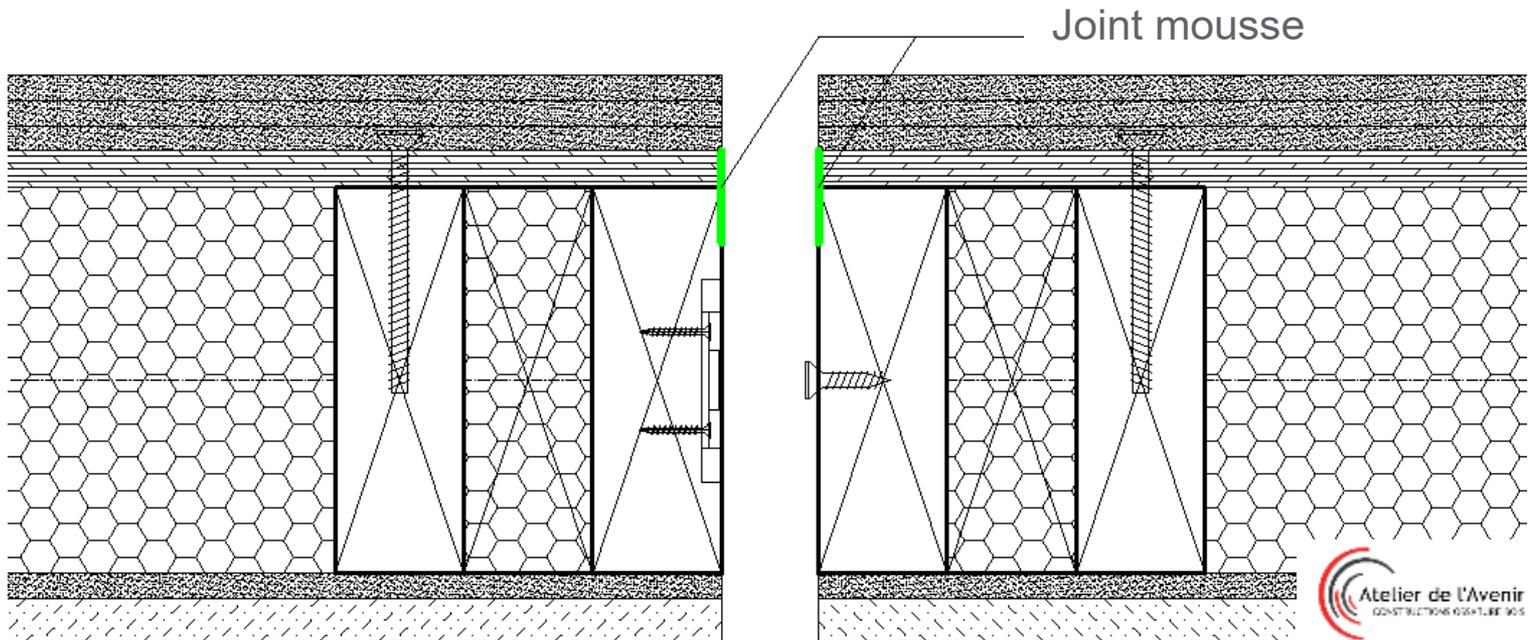
## Etanchéité à l'air

- ▶ Par collage, par l'extérieur en utilisant le pare-vapeur de toiture comme membrane n'étanchéité à l'air.



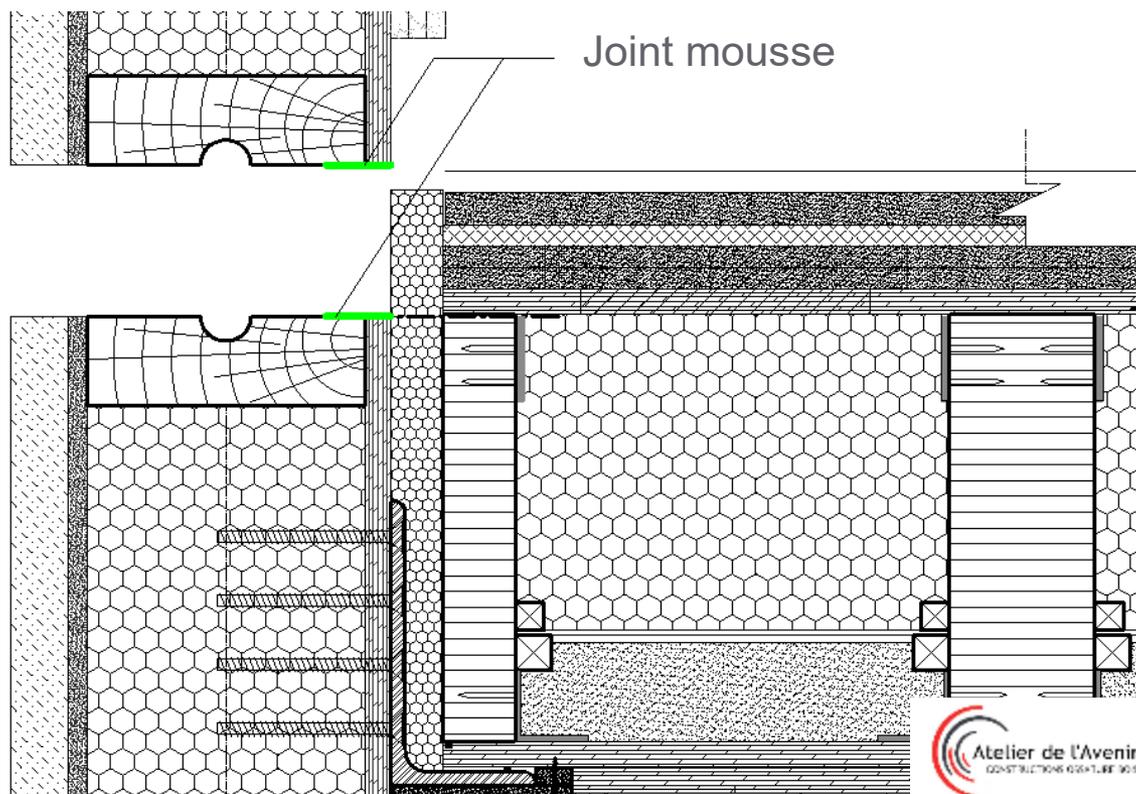
## Etanchéité à l'air

- ▶ Par compression



## Etanchéité à l'air

- Collage vs compression



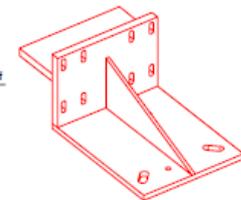
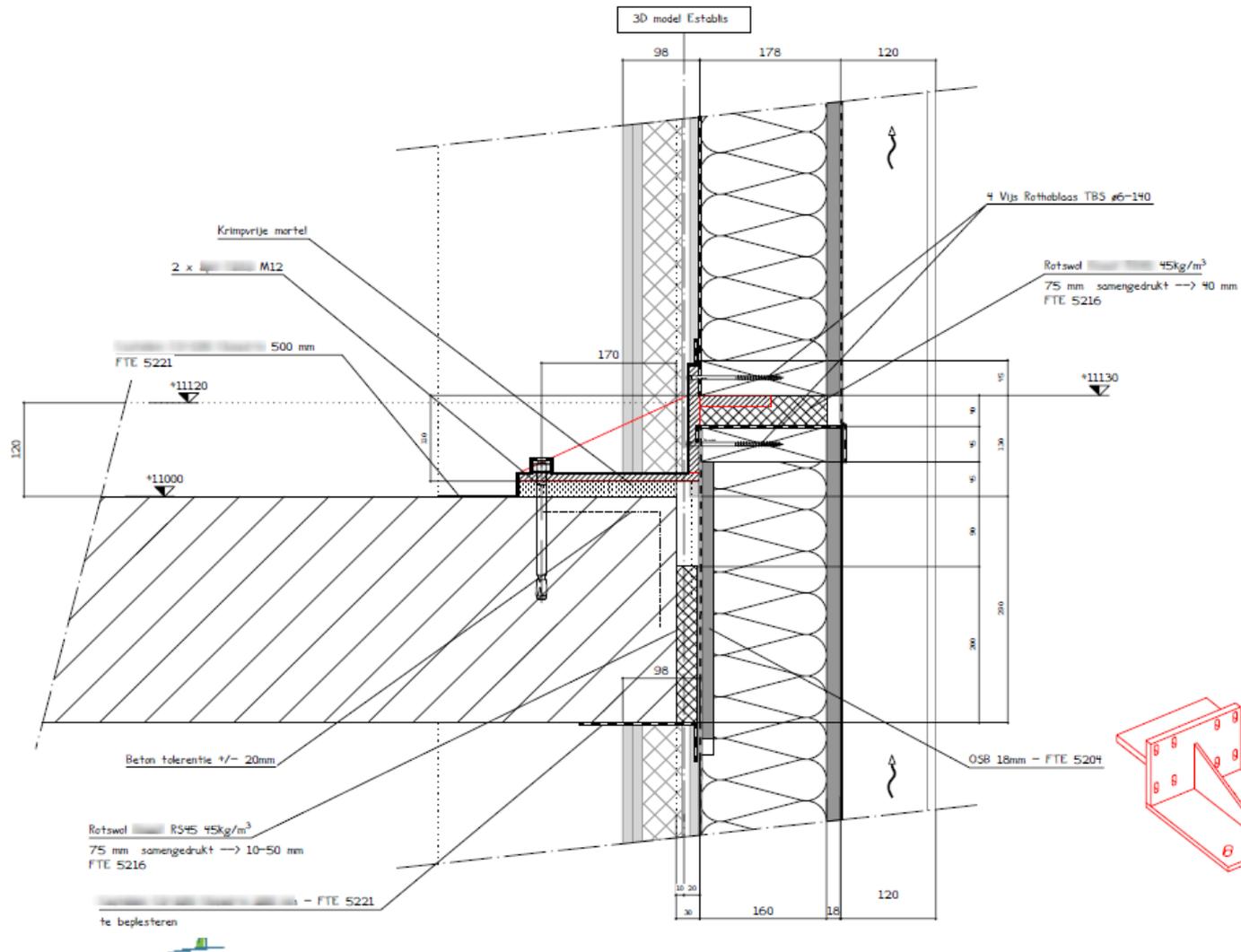
## Etanchéité à l'eau

- ▶ Les détails doivent être étudiés pour protéger les caissons de l'humidité
  - Lors du transport
  - Durant et juste après le montage
  - Durant toute la vie du bâtiment

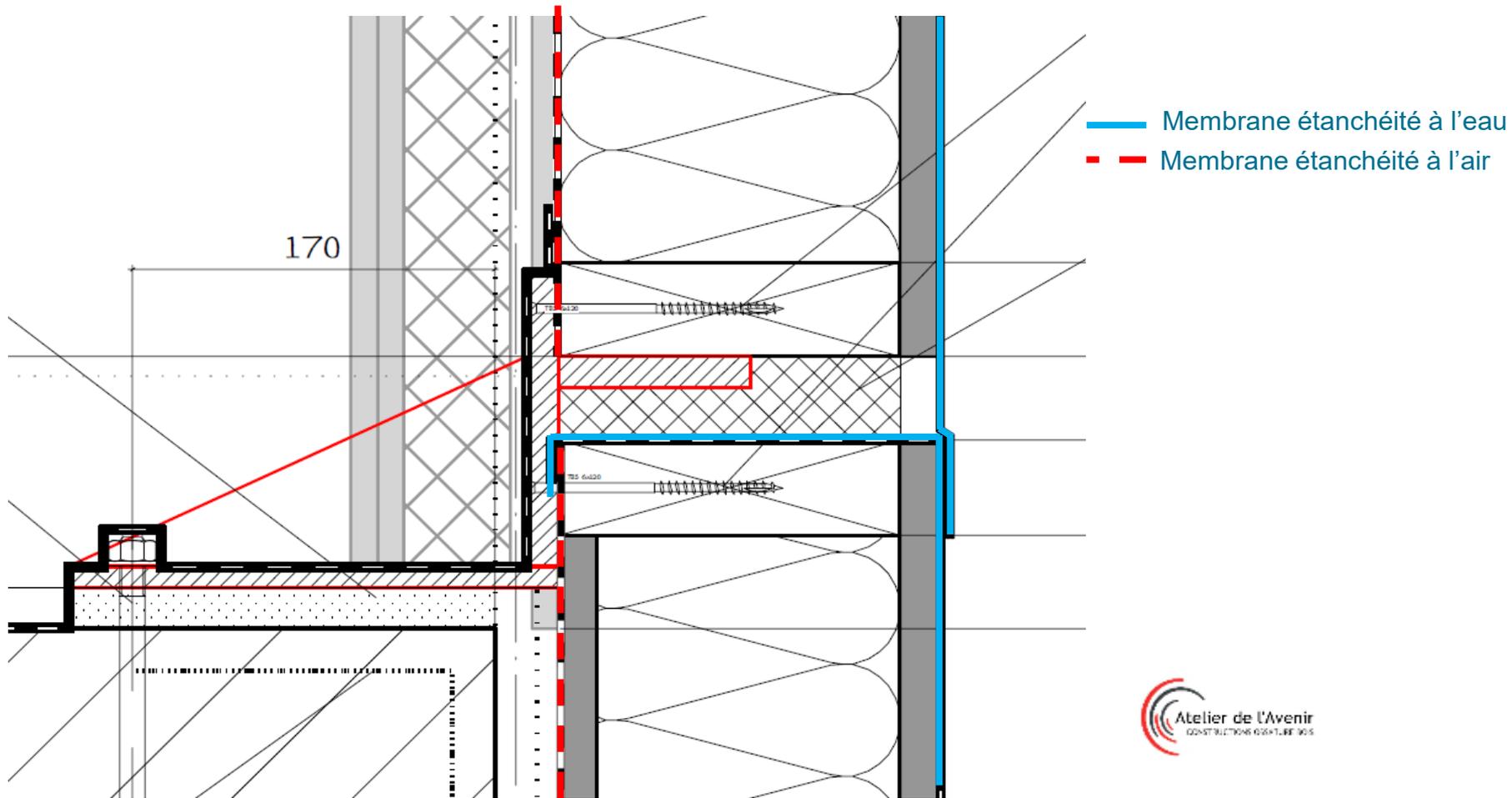


## Etanchéité à l'eau

- Les détails doivent être étudiés pour protéger les caissons de l'humidité

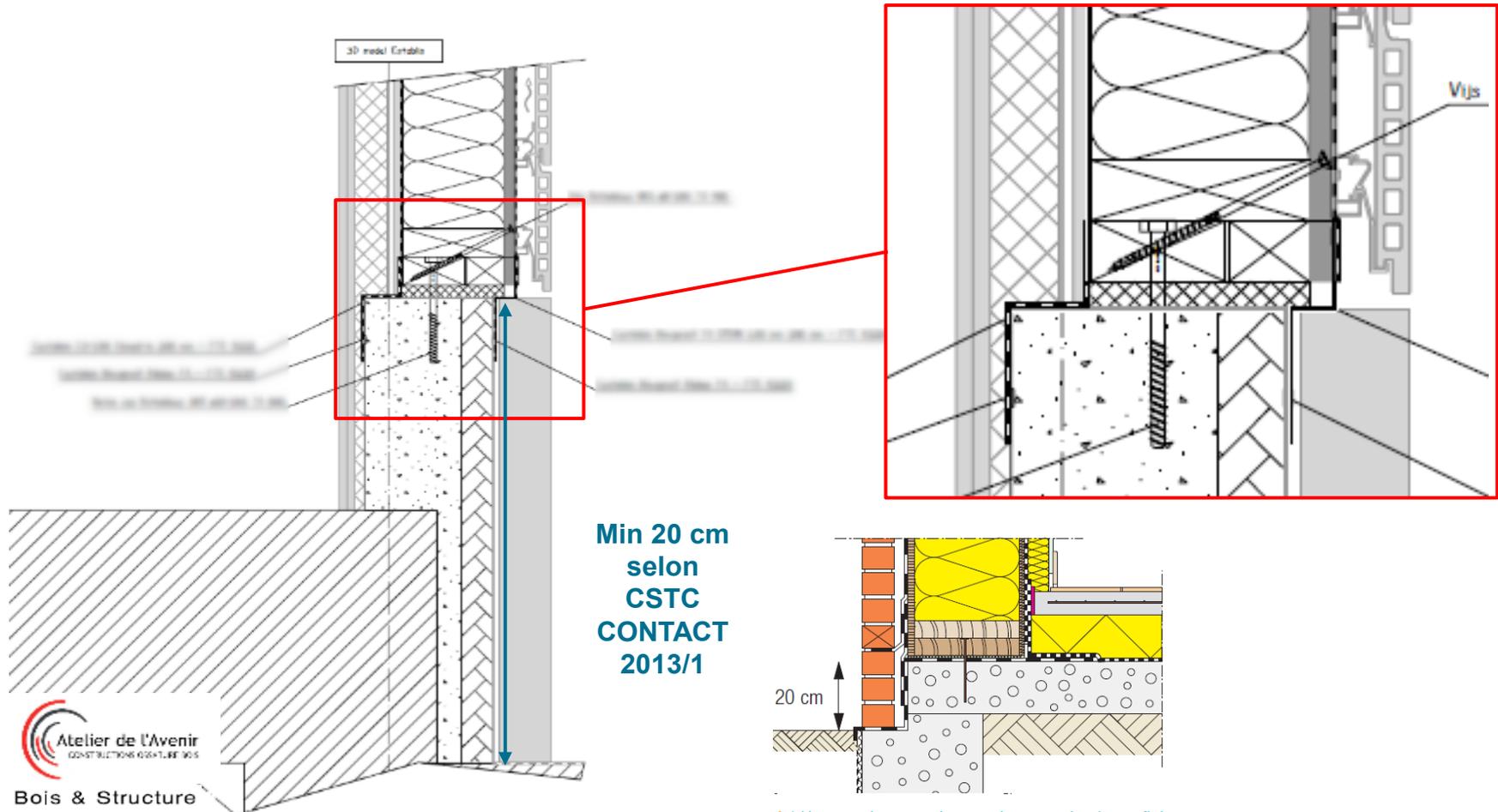


## Etanchéité à l'eau



## Etanchéité à l'eau

- Les détails doivent être étudiés pour protéger les caissons de l'humidité

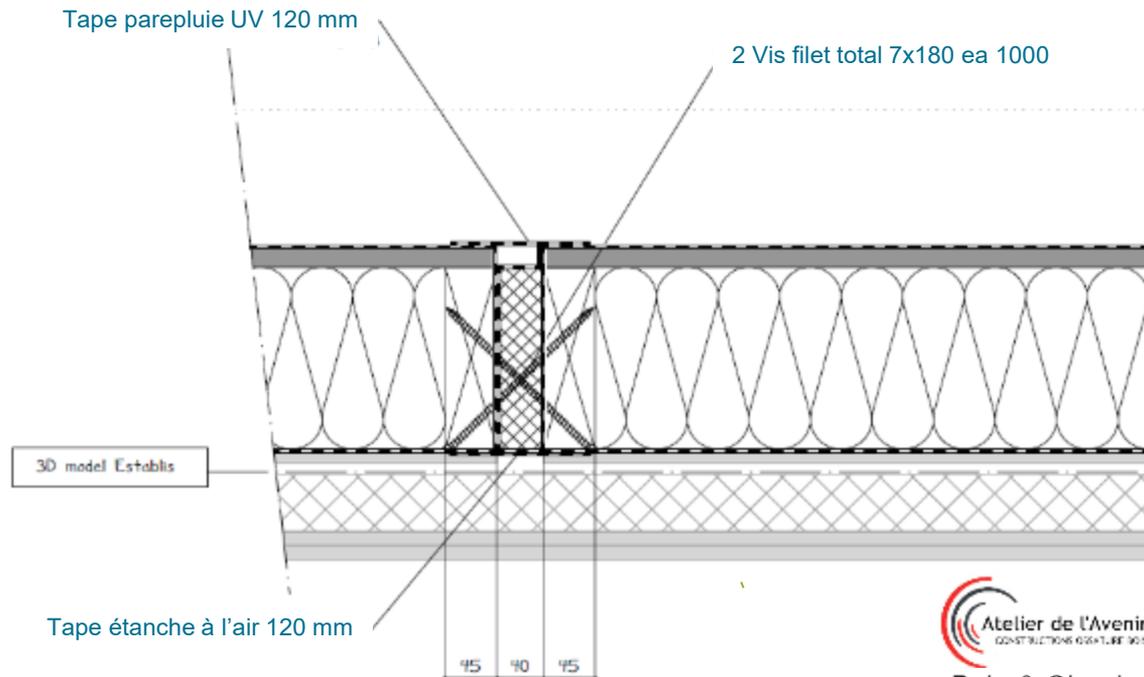


- 1 | Hauteur de protection requise entre le niveau fini extérieur et la lisse inférieure



## Jeu

- ▶ Définir le bon jeu entre éléments est important mais souvent difficile à appréhender
    - Trop peu de jeu : provoque des décalages, il faut recouper, raboter sur chantier
    - Trop de jeu : il y a des trous à gérer, de l'isolant à rajouter
- ➔ Il parfois préférable de prévoir du jeu dans les détails.



CHOIX DU PRÉFABRIQUÉ BOIS

ÉTUDE

**PRODUCTION**

CHANTIER

VISIONS ET PERSPECTIVES



## Atelier et installations



## Étapes de la production

1. Usinage des bois
2. Pré-découpage des panneaux
3. Assemblage des structures
4. Fermeture 1<sup>er</sup> côté de l'ossature (Table 1)
5. Retournement (Table papillon)
6. Interventions à l'intérieur de l'ossature (Table 2)
7. Fermeture 2<sup>ème</sup> côté de l'ossature (Table 3)
8. Magasin – Opérations connexes



## 1. Usinage des bois

### Matériaux

- ▶ Bois massif
- ▶ Bois lamellé-collé
- ▶ Poutres en I



## 1. Usinage des bois

### Outils

- ▶ Machine à commandes numériques
- ▶ Tête 1 : scie circulaire (Ø 550mm)
- ▶ Tête 2 : porte-outils
  - Forêts (Ø 6 à 12mm)
  - Fraises (Ø 16 à 25mm)
  - Raboteuse
  - Traceur et imprimeur à jet d'encre



Agrégat 1 avec raboteuse



Agrégat 2 avec fraise horizontale

### Limites

	Epaisseur [mm]	Largeur [mm]	Longueur [mm]
Maximum	190	420	13000
Minimum	20	50	1200



## 2. Pré-découpage des panneaux

### Matériaux

- ▶ Panneaux
  - OSB (droit ou rainuré langueté)
  - Multiplex
  - MDF
  - Fibre de bois
  
- ▶ Plâtre
  - Plaques standard, RF ou résistante à l'eau
  - Plaques renforcées
  - Plaques fibro-plâtre
  - Plaques fibro-ciment



### Outils

- ▶ Scies adaptées et différentes suivant l'utilisation



### 3. Assemblages des structures

#### Matériaux

- ▶ Structure à base de bois (usinage)
- ▶ Vis, clous, agrafes

#### Outils

- ▶ Travail manuel
- ▶ Visseuses,
- ▶ Cloueurs et agrafeurs pneumatiques



#### Limites

Contraintes également induites  
par le transport

	Epaisseur [mm]	Largeur [mm]	Longueur [mm]
Maximum	450	3200	13000
Minimum	(Cfr. Longueur clous)	/	/



#### 4. Fermeture 1<sup>er</sup> côté (Table 1)

##### Matériaux

- ▶ Structure bois assemblée
- ▶ Panneaux et plâtres
- ▶ Membranes étanchéités (air/eau)
  - Pare-vapeur (suivant cdc)
  - Pare-pluie (suivant cdc)

##### Outils

- ▶ Pont multifonction à commandes numériques
- ▶ Tête 1 : agrafeur pneumatique (30 à 50mm)
- ▶ Tête 2 : cloueur pneumatique (jusque 100mm)
- ▶ Tête 3 : porte-outils
  - Forêts (Ø 6 à 12mm)
  - Fraises (Ø 16 à 25mm)
  - Scie (Ø 200mm)
  - Traceur à jet d'encre





## 5. Retournement (Table papillon)

### Opérations

- ▶ Après les opérations de la table 1
  - Finalisation assemblage structure
  - Pose, fixations et découpes panneaux
  - Pose et fixations des membranes
  - Fermeture du côté 1 de l'ossature
- ▶ Retournement



## 6. Interventions intérieur ossature (Table 2)

### Matériaux

- ▶ Isolants à fibres naturelles
  - Cellulose (en matelas ou insufflée)
  - Laine de verre
  - Laine de roche

### Opérations

- ▶ Interventions intérieur ossature
- ▶ Pose isolant
- ▶ Pose pare-vapeur



## 7. Fermeture 2<sup>ème</sup> côté (Table 3)

### Opérations

- ▶ Après les opérations de la table 2
  - Pose, fixations et découpes panneaux
  - Pose et fixations des membranes
- Fermeture du côté 2 de l'ossature

### Outils

- ▶ Pont multifonction
- ▶ Lève-panneaux
- ▶ Préparation techniques-spéciales
- ▶ Préparation colisage



## 8. Magasin - Opérations connexes

Stockage



Pré-équipement techniques spéciales



Préparation transport (protections)



## 8. Magasin - Opérations connexes

Pose des menuiseries extérieures



Finitions intérieures



Bardage extérieur



CHOIX DU PRÉFABRIQUÉ BOIS

ÉTUDE

PRODUCTION

**CHANTIER**

- ▶ **Organisation et préparation**
- ▶ **Montage**



CHOIX DU PRÉFABRIQUÉ BOIS

ÉTUDE

PRODUCTION

**CHANTIER**

- ▶ **Organisation et préparation**
- ▶ Montage



## Transport



## Transport

- Limite en taille des charrois : AR du 02/06/2010

	Normal	Transport exceptionnel			
		Cat.1	Cat.2	Cat.3	Cat.4
Longueur [m]	16,5	27	30	35	> 35
Largeur [m]	2,55	3,5	4,25	5	> 5
Hauteur [m]	4	4	4,5	4,8	> 4,8
Masse (si 5 essieux) [tonnes]	44	44	90	120	> 120
Durée validité autorisation		5 ans	1 an	4 mois	2 mois

Source : bruxellesmobilite.irisnet.be



## Transport

### ► Dimensions courantes

- Camion-Grue avec plateau ( 2,5m x 7,5m )
- Plateaux standard ( 2,5m x 12m )

H max 2,8m

Prix +/- 65 €/h

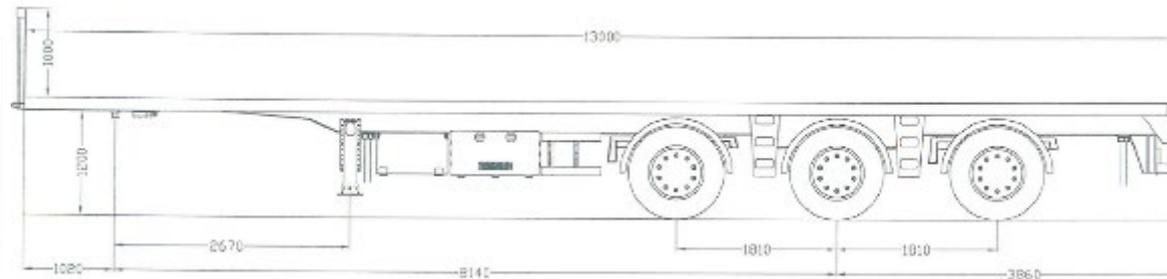
- Plateau surbaissé-extensible ( 2,5m x 12m-35m )

H max 3,1m

Prix +/- 80 €/h



Source : Atelier de l'Avenir



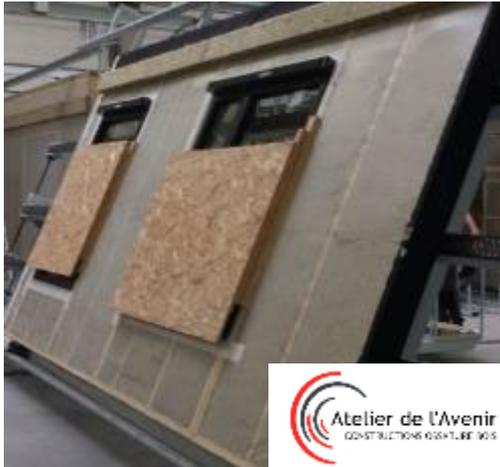
Source : Havart

Suspensions : pneumatiques si finitions ou vitrages intégrés



## Transport

- ▶ Protection
  - Châssis



- TS



## Transport

- ▶ Protection
  - Charroi



CHOIX DU PRÉFABRIQUÉ BOIS

ÉTUDE

PRODUCTION

**CHANTIER**

- ▶ Organisation et préparation
- ▶ **Montage**



## Monteurs

- ▶ Monteur – charpentier
  - Orienté résultat

Anticipe les problèmes sur chantier

Est autonome et réactif

Est légèrement plus cher



Source : Ecop-habitat

- ▶ Monteur – poseur
  - Orienté tâche

Demande un encadrement plus soutenu

Avance plus rapidement



Source : Modul-Bois



## Pose

- ▶ Fixations
    - PORTEUR : entre éléments
- Accès par le bâtiment



## Pose

- ▶ Fixations
    - NON PORTEUR : à la structure
- Accès par le bâtiment ou via nacelle





- ▶ La préfabrication bois est en **plein développement**
- ▶ Les spécificités dont il faut tenir compte
  - Insister sur la **coordination** entre les parties
  - Minimiser le temps d'intervention >< maximiser la **préparation**
- ▶ Les perspectives d'Avenir
  - **Anticiper** les usages
  - Changement de **paradigme**





## Sites internet

- ▶ Rothoblaas

<http://www.rothoblaas.com/technical-details>

Guide pour « Bâtiments en bois » : beaucoup d'idées de mise en œuvre, d'utilisations de produits,...

- ▶ Steico

<http://www.steico.com>

Plus de 100 détails ossature bois, plutôt orientés poutres en I et produits Steico (Poutres I, isolants, panneaux, lamibois) → facilement extrapolables



**Pierre GUSTIN**

Ingénieur projet  
écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ [info@ecorce.be](mailto:info@ecorce.be)



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

