

# La problématique incendie d'un bâtiment en bois

## Maison de l'enfance 'Les Charmettes' – Rixensart, 2007

Projet de diffusion de bonnes pratiques  
[volet scientifique de la Formation *le Bois dans la Construction* ]



(Source de l'illustration : Frank Norrenberg)

**Auteurs** : Delaunoit, Gilles ; Zastavni, Denis [mars 2010]

**Comité scientifique** : Frère, Hugues\* ; Vincke, Caroline\*\* ; Zastavni, Denis\*\*\*

[\* : Hout Info Bois ; \*\* Eaux et Forêts, UCL ; \*\*\* : Architecture, Ingénierie architecturale, Urbanisme, UCL]

# Les dossiers de Diffusion de bonnes pratiques

Dans le cadre du volet scientifique de la formation continuée de l'UCL *Le Bois dans la Construction*, un projet de diffusion de bonnes pratiques concernant l'utilisation du bois dans la construction a été imaginé afin de guider les concepteurs à l'abord d'un projet de construction avec le bois.

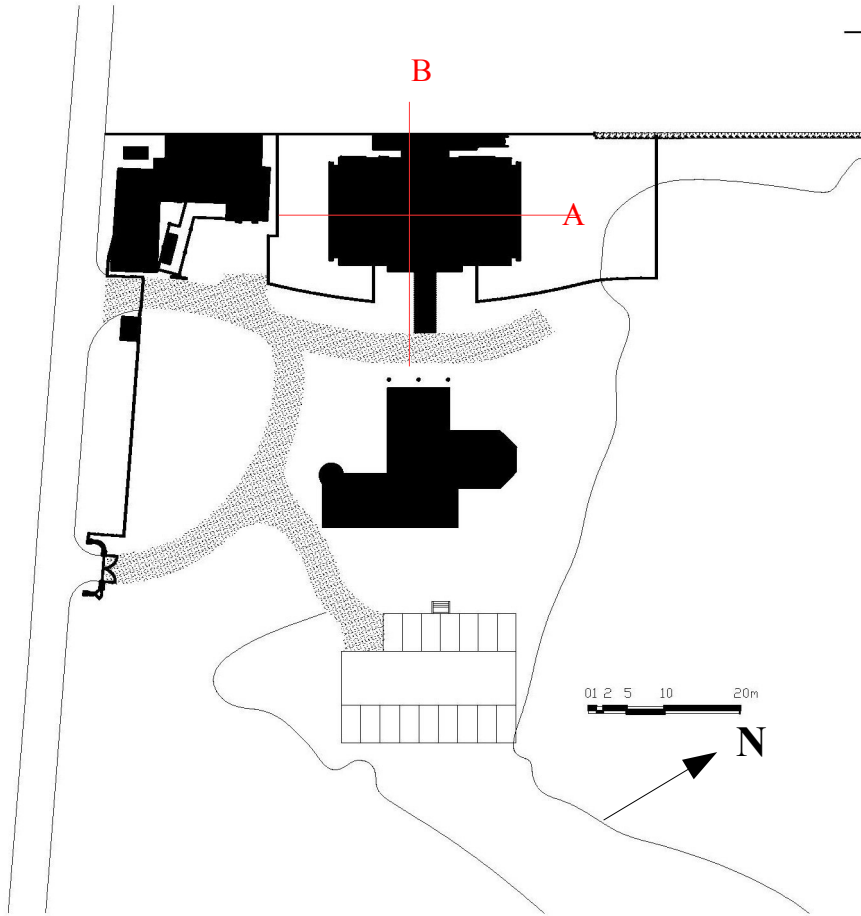
Ce projet comprend les analyses de cinq bâtiments exemplaires en bois tous implantés en Wallonie. Ces analyses ont pour objectif de récapituler les difficultés rencontrées pour atteindre de bonnes performances dans un bâtiment en bois si l'approche du concepteur est mauvaise. Chaque dossier récapitule les différents aspects de l'une de ces problématiques et illustre l'approche qui a été suivie par le concepteur pour viser à la performance souhaitée. Ils illustrent au travers des plans, des coupes et des détails techniques les particularités du projet et l'approche qui a été suivie par les concepteurs pour viser à la performance étudiée.

**Les dossiers d'étude de cas n'ont pas pour vocation de donner des règles, des détails types ou un quelconque mode d'emploi eu égard à une performance. Ils ont pour objectif d'illustrer une approche possible de la problématique avec une illustration des solutions auxquelles cette approche a mené.**

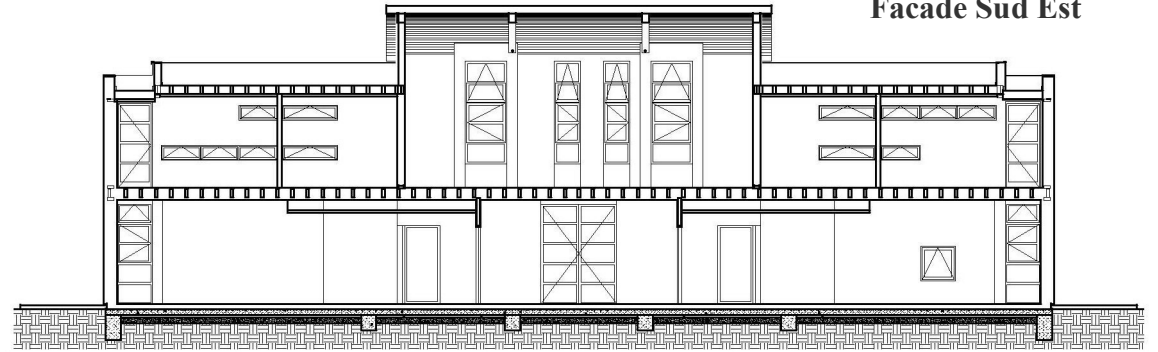
# Fiche récapitulative

- Programme : Maison de l'enfance/crèche pour 60 enfants et rénovation/agrandissement d'un bâtiment pour les mouvements de jeunesse
- Situation : 50 rue du Tilleul à Rixensart, Brabant Wallon
- Surface du bâtiment : 750m<sup>2</sup> (+300m<sup>2</sup> de rénovation/agrandissement)
- Emprise au sol : 400m<sup>2</sup>
- Auteur(s) de projet : TRAIT sa.- F. Norrenberg & P. Somers – Architects (Bruxelles)
- Maître d'ouvrage : Commune de Rixensart (Marché public)
- Entreprise(s) : Lixon sa
- Bureau(x) d'études spécialisé(s) : Bureau d'étude Matriche sprl (stabilité)
- budget total : 1.460.000 € htva + prix des études
- budget de construction : 1.300.000 € htva + révisions et décomptes = 1.460.000 € htva  
... ventilé comme suit : 1.030.000 € htva (crèche),  
275.000 € htva (mouvements de jeunesse),  
155.000 € htva (aménagement extérieurs).
- prix des études : 160.000 € htva (architecte et ingénieur)

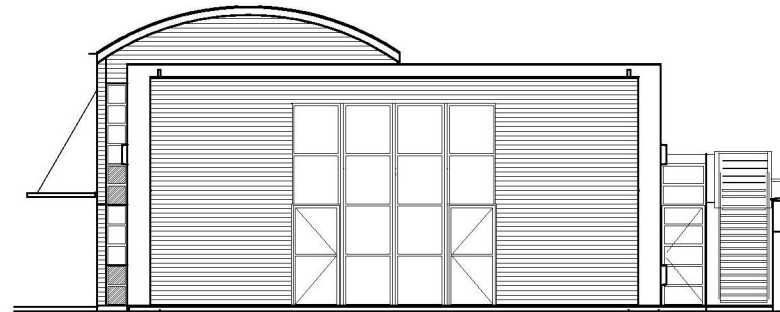
# Plans de situation, façades, coupes



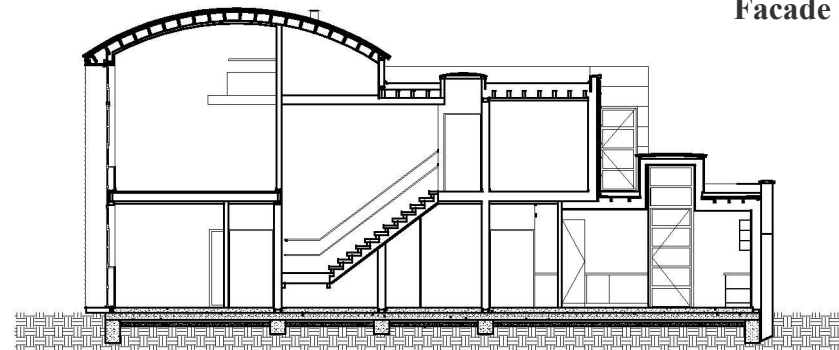
Facade Sud Est



Coupe AA



Facade Nord Est



Coupe BB

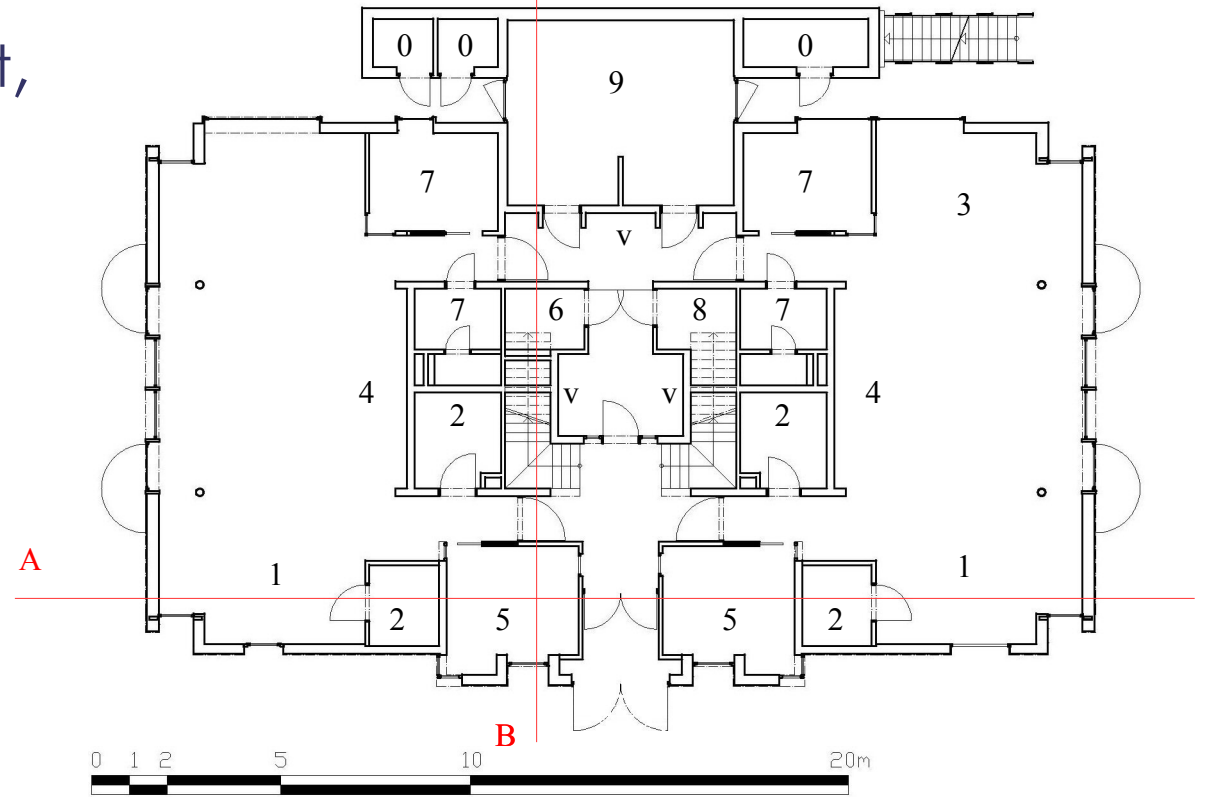
# Plans et coupes du bâtiment,

## Rez de chaussée et 1er étage

On distingue une division en deux groupes parallèles, pour les petits et les grands et une gestion unique des bébés.

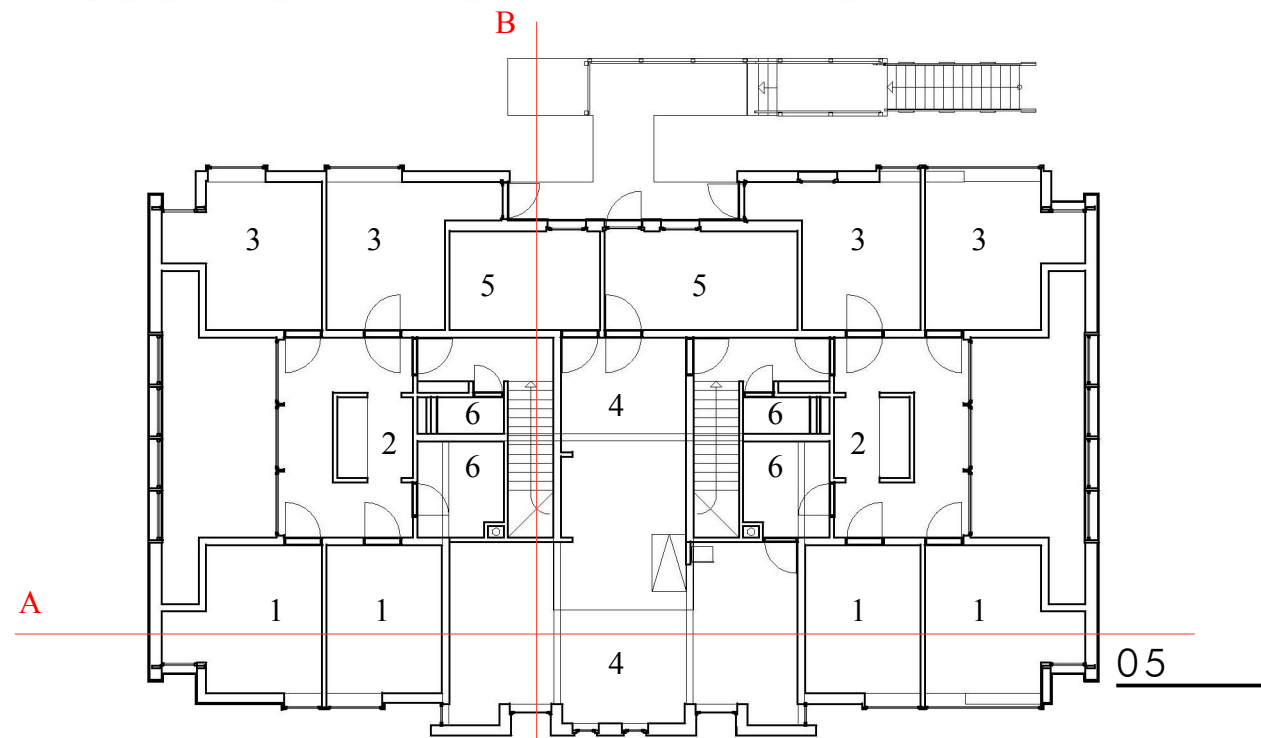
### Rez-de-chaussée

- Séjour des grands (1)
- Réserve + rangement jeux (2)
- Séjour des petits (3)
- Change (4)
- Bureau (5)
- WC (6)
- Vestiaires (v)
- Local du personnel + vestiaire / WC du personnel (7)
- Rangement poussettes (8)
- Cuisine (9)
- Locaux techniques gaz/électricité, chaufferie (0)



### 1er étage

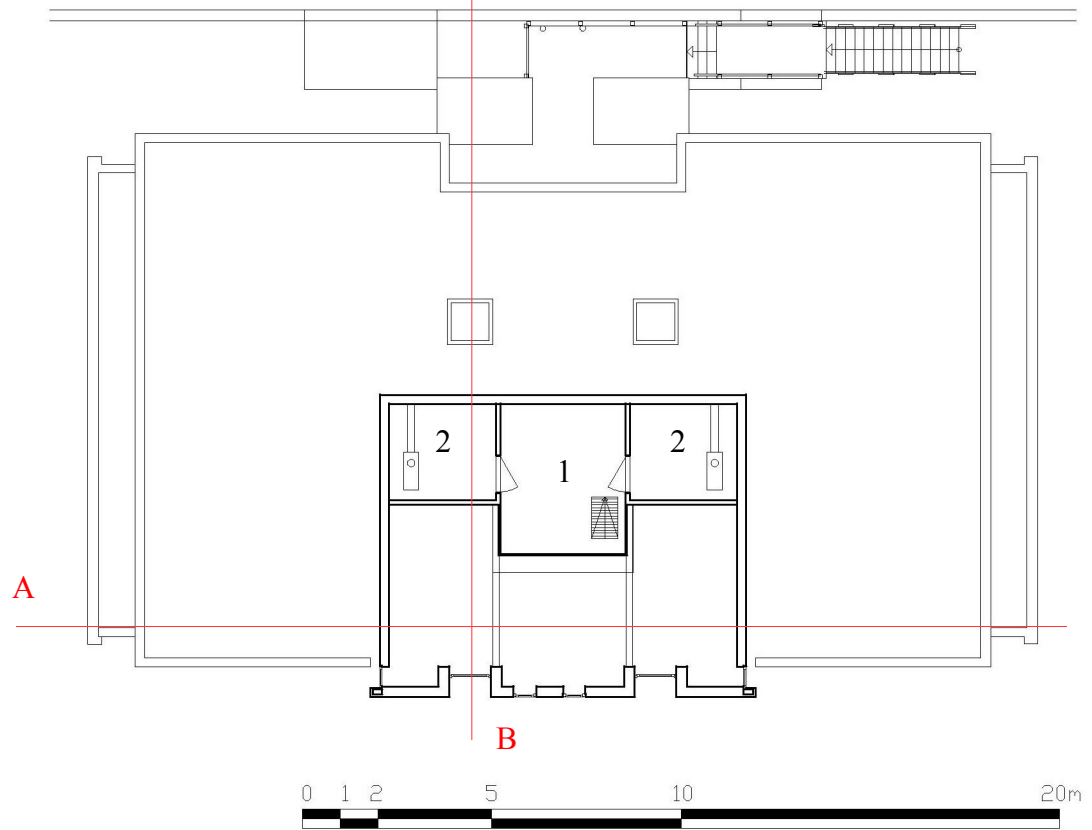
- Chambres des grands (1)
- Change (2)
- Chambres des petits (3)
- Séjour + change des bébés (4)
- Chambres des bébés (5)
- WC + buanderie (6)



# Plans et coupes du bâtiment, 2ème étage (mezzanine) et fondations

## 2ème étage

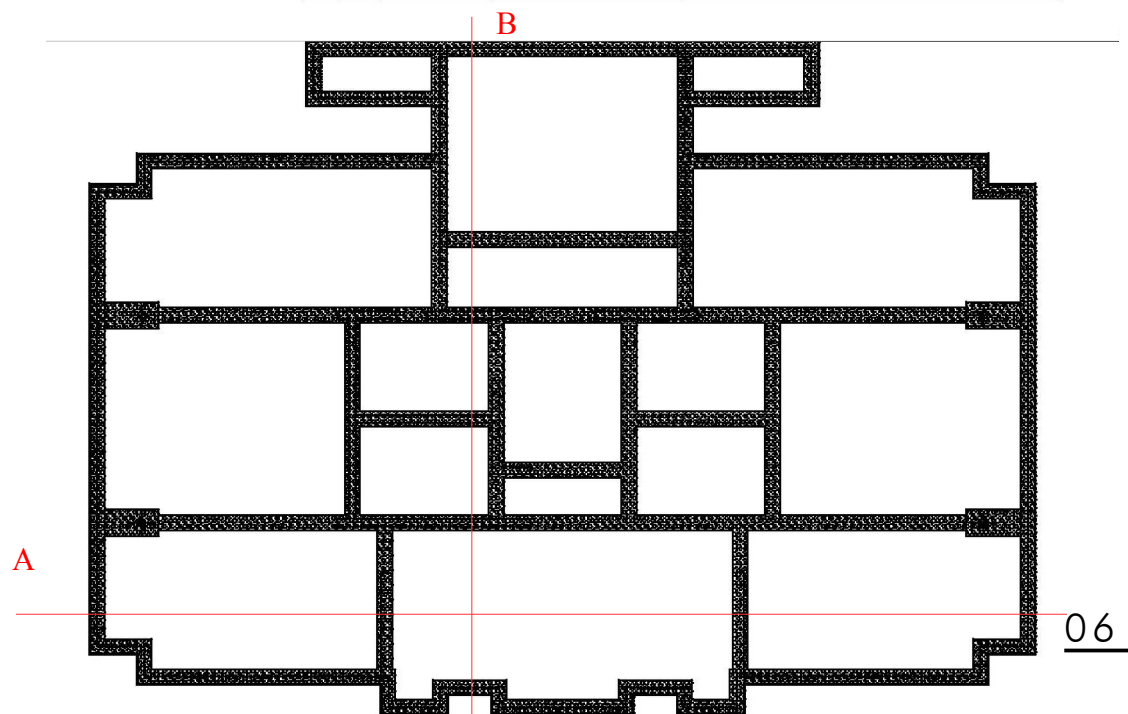
- Mezzanine (1)
- locaux ventilation (2)



## Fondations

*(Pas de locaux au sous-sol)*

Les fondations sont formées d'un radier général (20cm) avec des surépaisseurs armées (ép. 30cm) au droit des porteurs en ossature en bois.

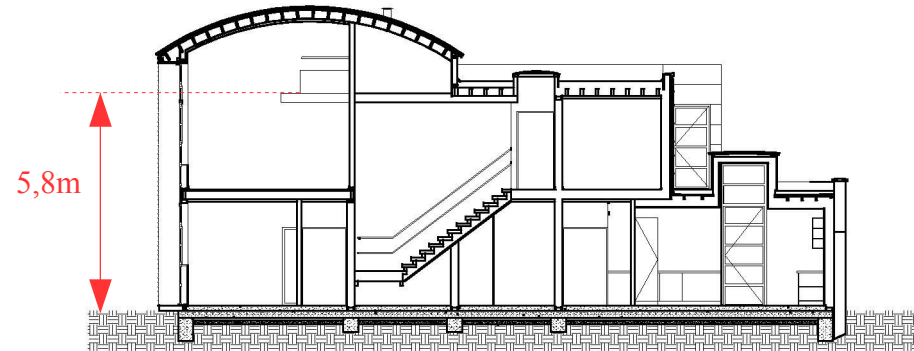


# Stratégies mises en œuvre pour la sécurité incendie

Les stratégies générales en matière de protection incendie sont :

- Réduire les risques de début d'incendie
- Éviter les dégâts critiques pour la stabilité du bâtiment
- Éviter la propagation de l'incendie (compartimentage, détection et extinction...)
- Veiller à la sécurité des personnes (détection, chemins d'évacuation) en cas d'incendie

*Les règles en matière de sécurité incendie varient fortement en fonction de la hauteur du bâtiment et de la superficie (facilité d'évacuation et d'intervention). Il s'agit ici d'un bâtiment bas (hauteur du dernier étage <10m). Les autres classes sont : bâtiment moyen ( $10 < h < 25m$ ) et bâtiment haut ( $h > 25m$ ). Les solutions présentées sont donc valables pour un bâtiment bas de superficie  $400m^2$ . Pour d'autres cas, se reporter aux normes NBN S 21-201 à -203.*



Coupe BB

## Résistance au Feu :

**La Résistance au Feu** ( $RF$  en minute) est la durée maximale pour laquelle les conditions suivantes sont remplies :

- la **résistance mécanique**  $R$  de l'élément de structure.
- l'**isolation**  $I$  : sur la face non exposée, l'augmentation moyenne de température est limitée à  $140^{\circ}C$ , avec un maximum de  $180^{\circ}C$  en surface.
- l'**étanchéité**  $E$  : aucun passage du feu à travers la paroi n'est autorisé ; l'étanchéité aux gaz enflammés est assurée.

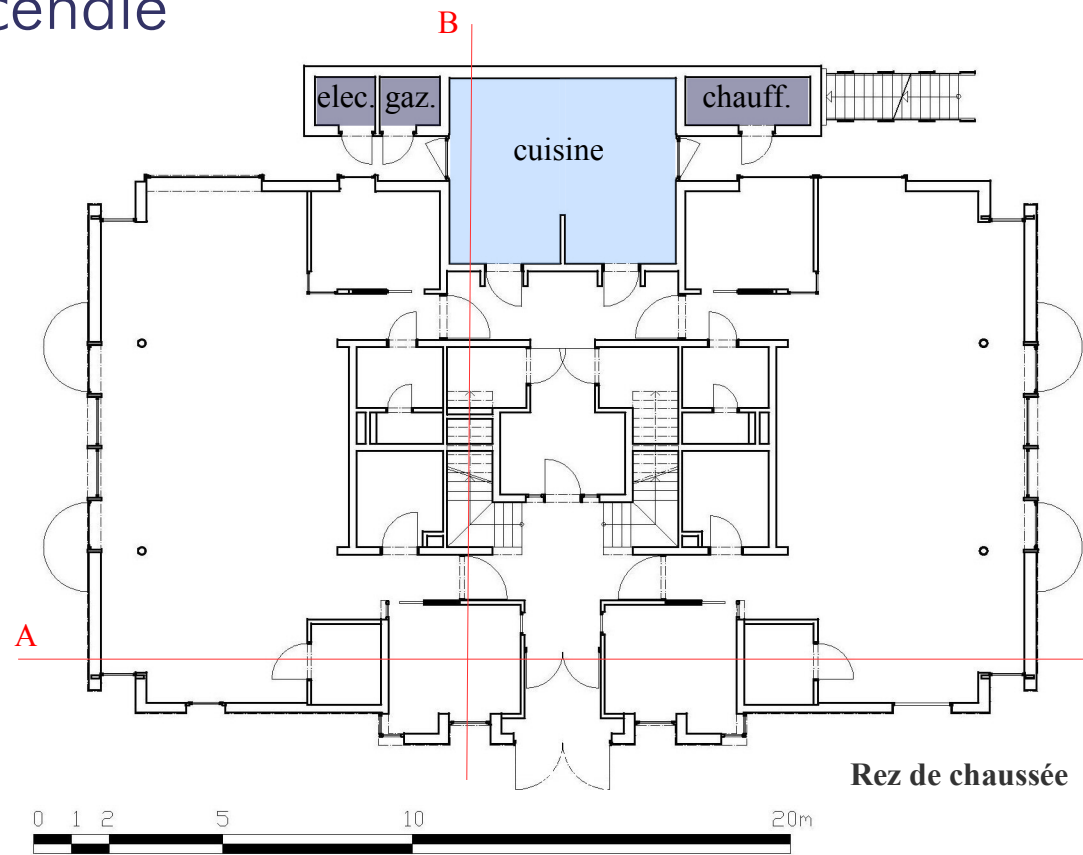
Une paroi coupe feu assure  $E$  et  $I$  ; une structure portante assure une capacité  $R$  ; un plancher respecte  $REI$ ,...

La Résistance au Feu peut être aisément estimée par calcul (se reporter aux exemples ci-dessous).

# Réduire les risques de début d'incendie

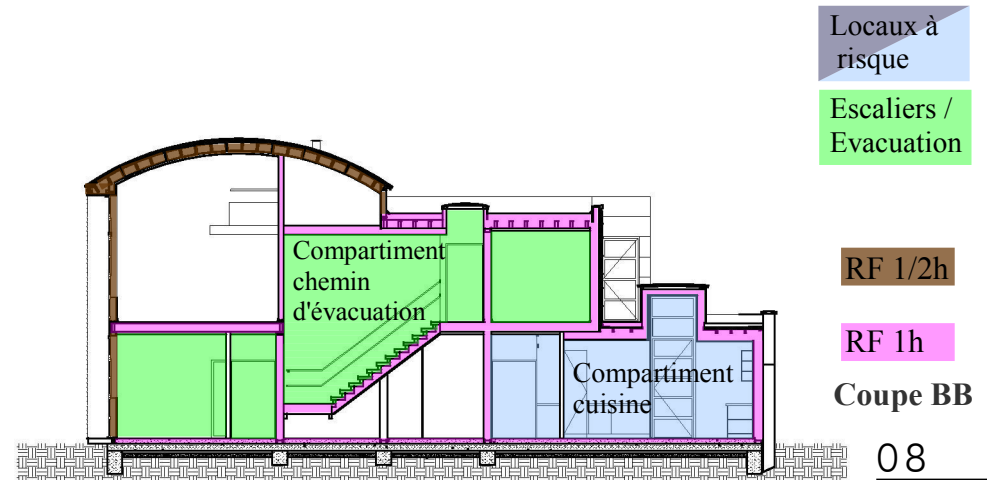
**Locaux à risques :** L'apparition d'un feu résulte de la combinaison d'une source d'énergie, d'un matériau inflammable (comburant) et de la présence d'oxygène. Dans un local à risques, les matériaux de construction inflammables sont exclus ou protégés. Les locaux à risques sont placés à l'écart (dans l'exemple ci-contre : locaux gaz/électricité, cuisine, chaufferie ; mais il pourrait s'agir dans d'autres cas de lieux de stockage, d'archivage...). Une attention particulière a été donnée au positionnement des sources possibles d'incendie : compteurs/installation électriques, conduites de gaz, cuisinières...

**Renforcer les parois :** Dans les locaux à risques, les parois sont renforcées d'une double couche de plâtre (2x RF30). Plus généralement, on peut donc isoler localement les lieux les plus dangereux en renforçant les parois.



# Éviter les dégâts critiques

**Stabilité de la structure :** Des études peuvent être faites sur la stabilité de la structure en cas d'incendie. Le but est de permettre l'évacuation du bâtiment et l'intervention des pompiers. La structure en ossature bois (non traité) de la crèche est protégée par deux plaques de gypse qui forment une enveloppe continue de minimum RF 1h, comme prescrit dans la norme pour les bâtiments bas. La norme prescrit également que la toiture doit être RF 1/2h.





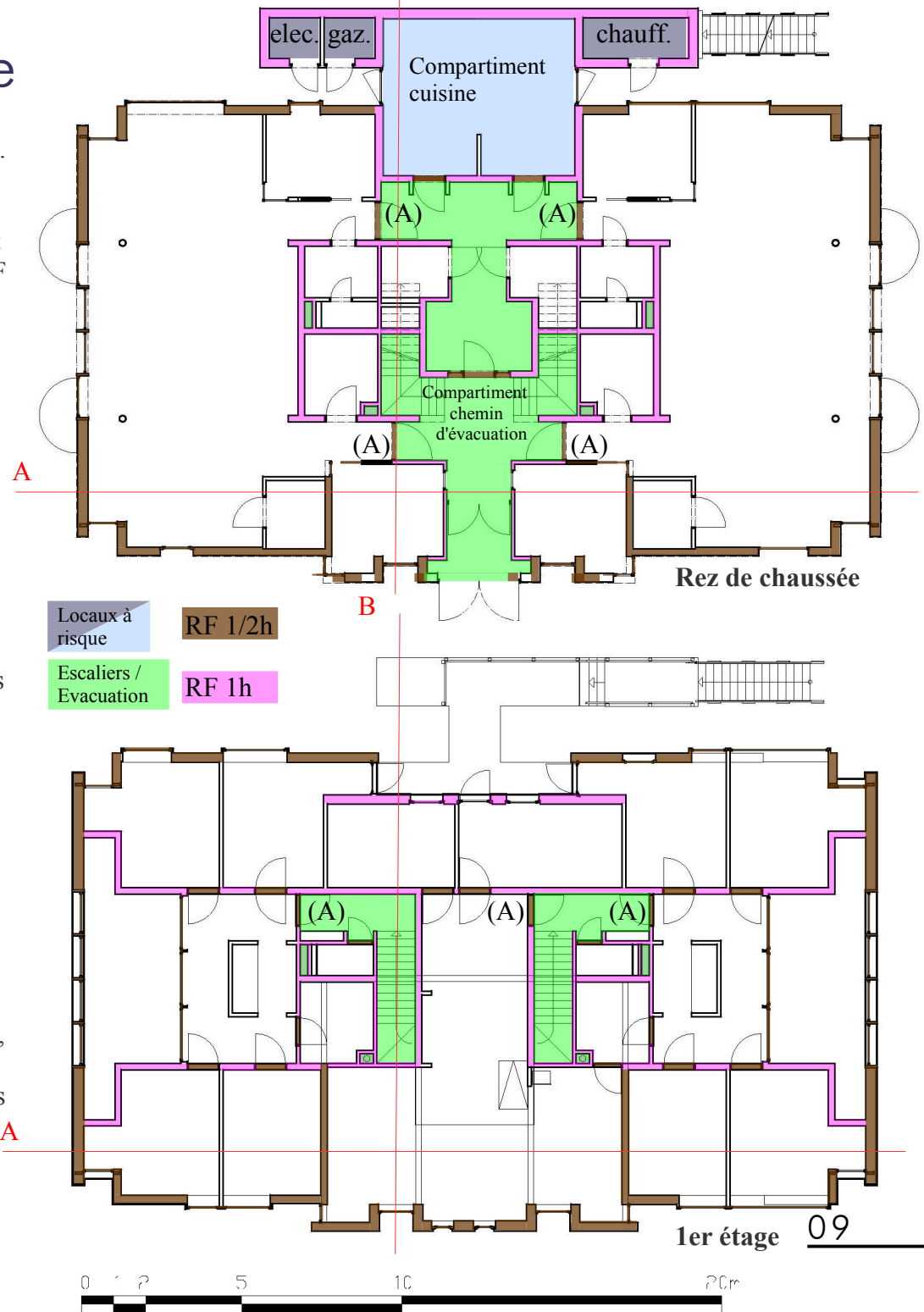
# Éviter la propagation de l'incendie

**Compartmentage** : Un bâtiment public comporte plusieurs compartiments. La superficie maximale autorisée d'un compartiment est de 2500m<sup>2</sup> pour les bâtiments bas et moyens et un étage doit être considéré comme un compartiment, de même qu'un atrium. Un compartiment est un volume dont tous les éléments (parois, portes, gaines techniques et percements...) sont RF 1/2h (bâtiment à un seul étage), RF 1h (bâtiment à plusieurs étages, et en sous-sols). Comme il s'agit ici d'un bâtiment de 700m<sup>2</sup>, le compartimentage n'est pas obligatoire. Néanmoins, les cages d'escaliers et chemins d'évacuation sont RF 1h, la cuisine également. Les vitrages intérieurs et les portes donnant sur le chemin d'évacuation sont RF 1/2h. On peut donc considérer le compartimentage suivant : chemin d'évacuation, cuisine, espaces techniques (gaz, électricité, chaufferie).

**Sprinklage et/ou évacuation des fumées.** Des dispositifs de sprinklage et d'évacuation de fumées peuvent être mis en place pour réduire la température et retarder le *flashover*. En cas d'incendie dans la crèche, les fumées sont évacuées par les buanderies et la cage d'escalier, améliorant la visibilité et les conditions dans les pièces. Dans notre projet, on retrouve des évacuateurs de fumées aux points hauts des cages d'escaliers, mais la mise en place d'un système de sprinklage n'a pas été jugée utile.

**Portes automatiques** : Les portes peuvent être pourvues de systèmes de fermetures automatiques en cas d'incendie. Elles évitent que les flammes soient attisées par des courants d'air et ralentissent considérablement la propagation du feu et des fumées. Les *Normes de bases* (A.R.) imposent des portes RF1/2h automatiques ou à fermer en cas d'incendie entre les compartiments (A).

**Mise à distance** : Une distance minimale entre bâtiments voisins est exigée, sans quoi il faut prendre des mesures particulières au niveau de la façade (parois coupe-feu). La distance exigée pour un bâtiment bas est de 6 m, elles est respectée pour ce projet. Suivant la même logique, une mise à distance est exigée entre deux ouvertures de compartiments différents dans une façade (voir plus loin les exemples de traitement des façades).

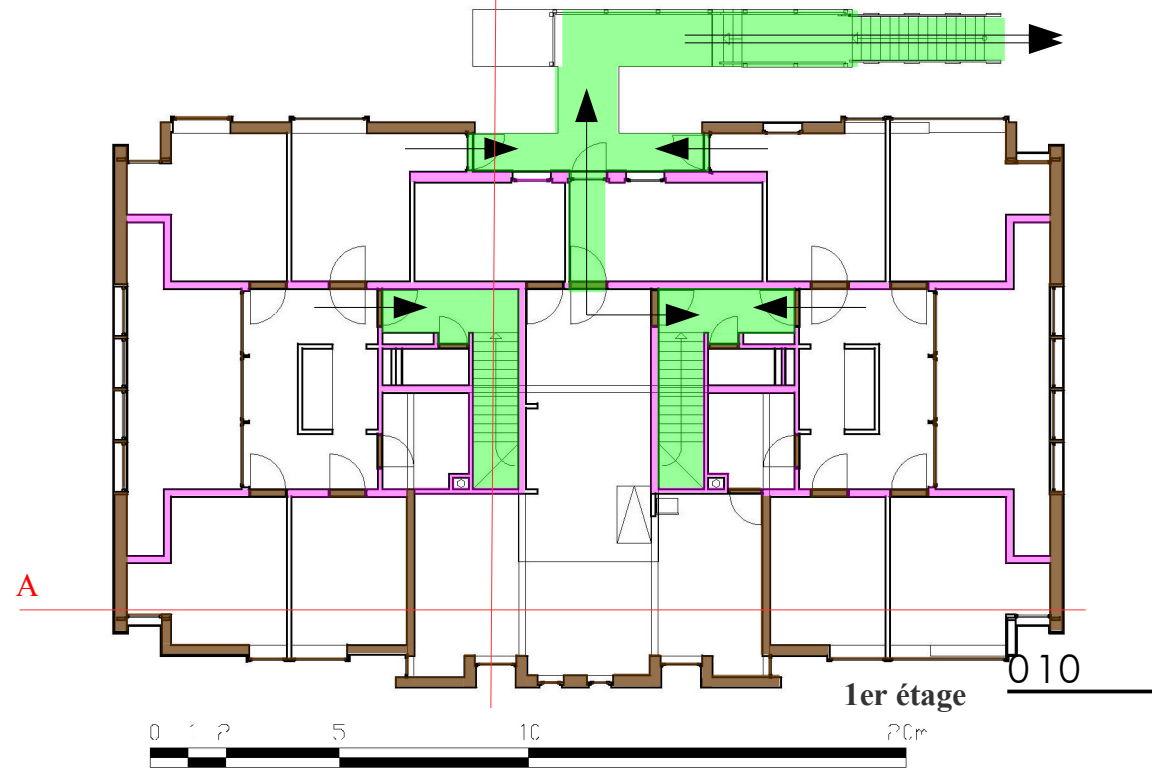
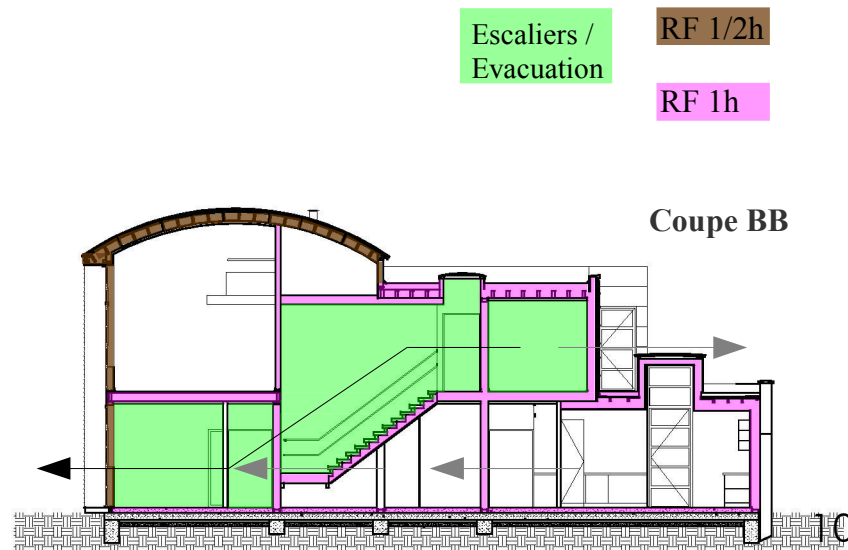
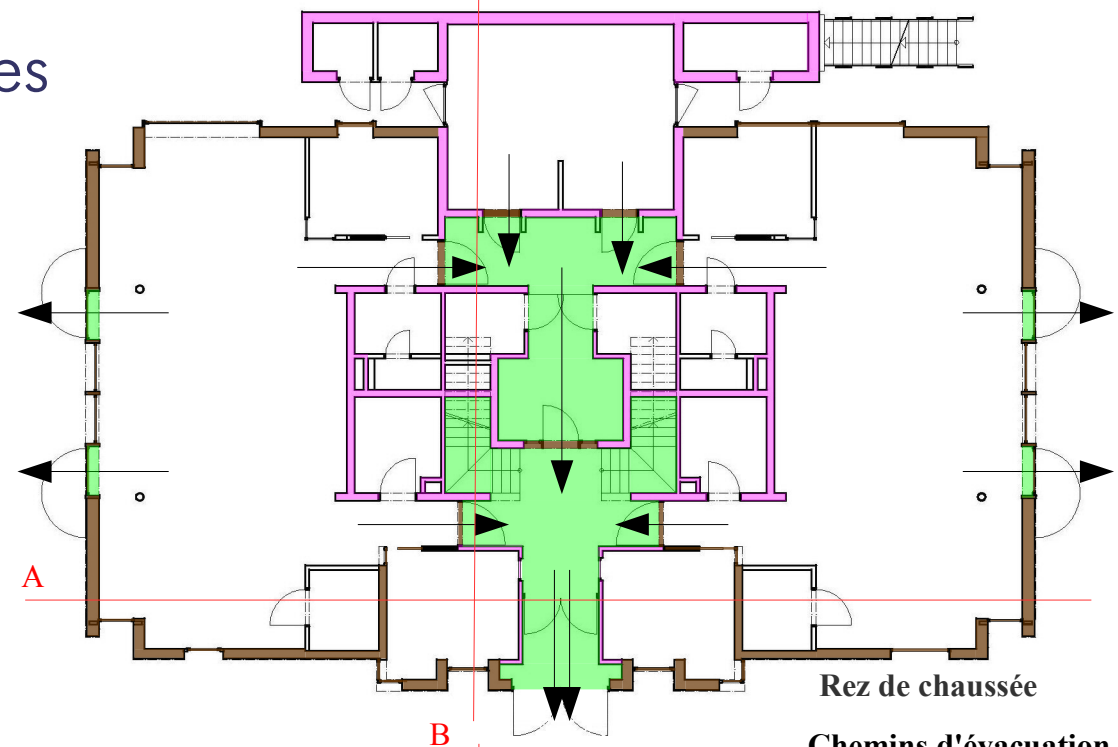


# Veiller à la sécurité des personnes

**Détection et alarmes :** Des systèmes de détection efficaces (fumée, température, flamme) sont installés et accompagnés d'un système d'alarme. Un tableau de contrôle se trouve près de l'entrée.

**Des chemins d'évacuation multiples :** Les *Normes de base* définissent les caractéristiques des chemins d'évacuation (largeur, éclairage de secours, signalisation, visibilité...). Dans ce bâtiment, on remarque un double chemin d'évacuation à l'étage et une multiplication des issues de secours au rez-de-chaussée, facilitant l'évacuation des enfants en bas âge.

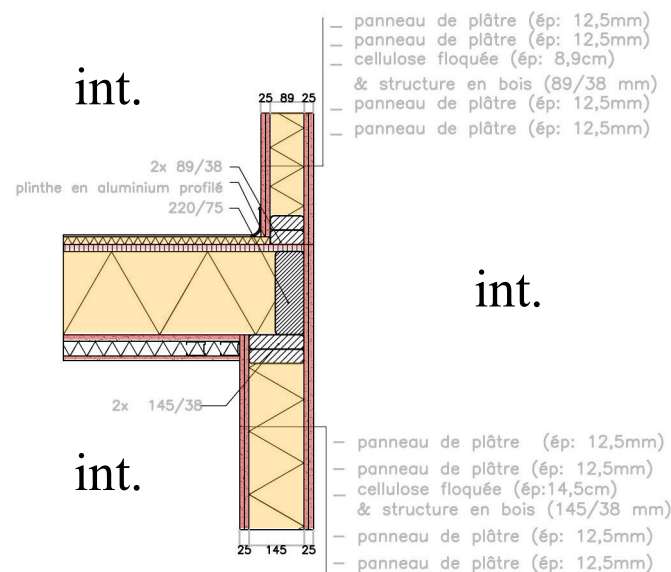
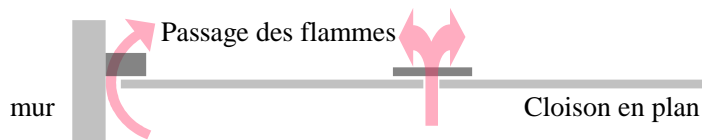
Remarque : Du point de vue de la sécurité, il est préférable de gérer les accès des différents compartiments de manière séparée, lorsque c'est possible.



# Détail d'une paroi coupe-feu RF 1h

La structure bois est ici protégée par deux plaques de gypse de type F(\*) formant une enveloppe continue. On renforce les percements dans les parois par des isolants ininflammables et des mortiers spéciaux. Initialement prévue en laine de roche (incombustible avec un point de fusion généralement > 1200°C qui permet de conserver les performances jusqu'au *flashover*), l'isolation des parois a finalement été réalisée en flocons de cellulose. Bien que classée combustible (classe européenne D, comme le bois massif), le fabricant a produit l'attestation d'un test réalisé au *MFPA Leipzig GmbH* qui démontre une résistance au feu supérieure à 1h pour la paroi telle que prévue.

La qualité de la pose des éléments est d'une importante capitale et pour éviter les fuites entre deux plaques, on double la couche au droit des joints, comme illustré ci-dessous :



Coupe technique à la jonction plancher-mur intérieur, échelle : 1 : 20e

## Estimation de la Résistance au Feu ( $t_{pr}$ ) en minutes ; attention, condition de pose stricte selon EC5 :

La résistance au feu est la somme des temps de rupture des éléments :

**-panneaux en bois :** 
$$t_{pr} = \frac{t_p}{\beta_0} - t_{r,min}$$

**-isolants incombustibles :** 
$$t_{pr} = 0,07 \cdot (t_{ins} - 20) \cdot \sqrt{\rho_{ins}}$$

$\beta_0$  = vitesse de combustion (EC5, tab 3.1)  
 $t_p$  = épaisseur totale des panneaux (mm)  
 $t_{r,min}$  = diminution du temps par sécurité (= 4 min)  
 $t_{ins}$  = épaisseur de l'isolant (mm)  
 $\rho_{ins}$  = masse volumique de l'isolant (kg/m<sup>3</sup>)

## -plaques de gypse type F(\*) (selon prEN 520) cohésion à haute t° (type Fermacell) :

$$t_{pr} = 1,9 \cdot \xi \cdot t_p \quad \text{si} \quad t_p \leq 15 \text{ mm}$$

$$t_{pr} = \xi \cdot (2,5 \cdot t_p - 9) \quad \text{si} \quad t_p > 15 \text{ mm}$$

$\xi = 0,8$  coefficient de sécurité pour les planchers exposés par le bas  
 $\xi = 1,0$  dans les autres cas

## -plaques de gypse type A et H (selon prEN 520) :

$$t_{pr} = 1,7 \cdot \xi \cdot t_p$$

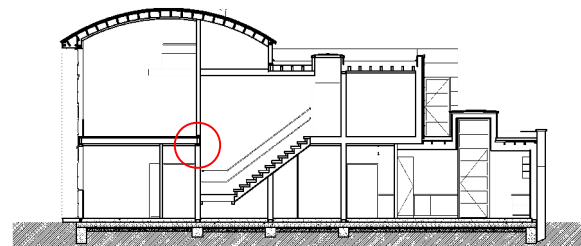
$t_p$  = épaisseur totale des plaques (mm)

N.B.: Valeur typiques de  $\beta_0$  pour le bois massif = 0,8 mm/min.

## Application des formules au calcul de la résistance au feu de parois verticales intérieures avec laine de roche :

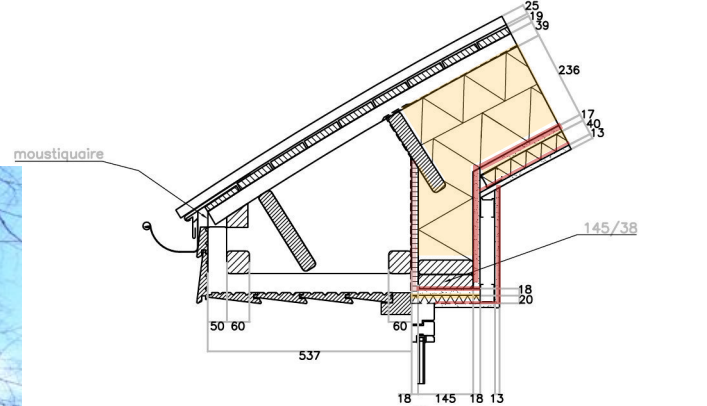
Gypse 12,5 mm (vertical) :  $t_{pr} = 1,9 \cdot 12,5 = 24 \text{ min}$   
 Isolation 89 mm ( $MW^*$  :  $\rho = 40 \text{ kg/m}^3$ ) :  $t_{pr} = 0,07 \cdot (89-20) \cdot \sqrt{40} = 30 \text{ min}$   
 Isolation 145 mm ( $MW^*$  :  $\rho = 40 \text{ kg/m}^3$ ) :  $t_{pr} = 0,07 \cdot (145-20) \cdot \sqrt{40} = 55 \text{ min}$

Protection de la structure par 2 plaques de gypse :  $2 \cdot 24 = 48 \text{ min}$   
 Résistance totale d'une paroi (isol. 89mm) :  $2 \cdot 24 + 30 + 2 \cdot 24 = 126 \text{ min}$   
 Résistance totale d'une paroi (isol. 145mm) :  $2 \cdot 24 + 55 + 2 \cdot 24 = 151 \text{ min}$   
 \* : laine minérale ( $MW$ )



Coupe BB

# Détail de la façade avant



**$t_{pr}$  des façades à l'aide des formules :**  
 OSB 18 mm :  $t_{pr} = 16$  min  
 Isol. MW 145 mm :  $t_{pr} = 55$  min  
 Gypse 12,5 mm :  $t_{pr} = 24$  min  
 Gypse 12,5 mm :  $t_{pr} = 24$  min  
 Total = 119 min soit près de RF120 (2h)

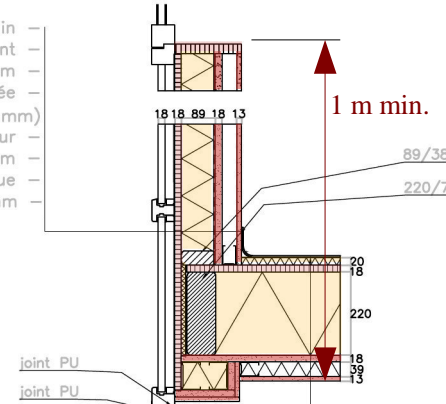
**Protection de la structure :**  
 - par l'extérieur : 16 min (le bardage... n'intervient pas)  
 - par l'intérieur : 48 min

châssis opalin  
 barrière au vent  
 OSB 18mm  
 cellulose floquée  
 & structure bois (89/38 mm)  
 pare-vapeur  
 panneau de plâtre 12,5mm  
 vide technique  
 panneau de plâtre 12,5mm

**$t_{pr}$  des planchers à l'aide des formules :**  
 OSB 18 mm :  $t_{pr} = 16$  min  
 Isol. MW 220 mm :  $t_{pr} = 88$  min  
 Gypse 12,5 mm (plafond :  $\xi = 0,8$ )  
 Soit  $1,9 \cdot 0,8 \cdot 125 = 19$  min  
 Isol. MW 30 mm :  $t_{pr} = 4$  min  
 Gypse 12,5 mm = 19 min  
 Total = 146 min soit RF 120 (2h)

**Protection de la structure :**  
 - par le haut : 16 min si panneaux jointifs  
 - par le bas : 42 min

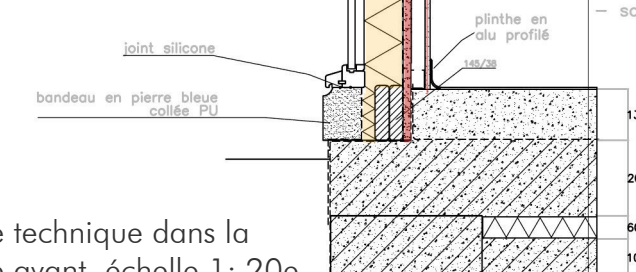
ext.



joint PU  
 joint PU  
 -linoléum  
 -isolant  
 -panneau OSB  
 -cellulose floquée  
 & structure en bois (220/75 mm)  
 -panneau de plâtre 12,5mm  
 -isolation acoustique  
 -panneau de plâtre 12,5mm  
 [sur rails métalliques]

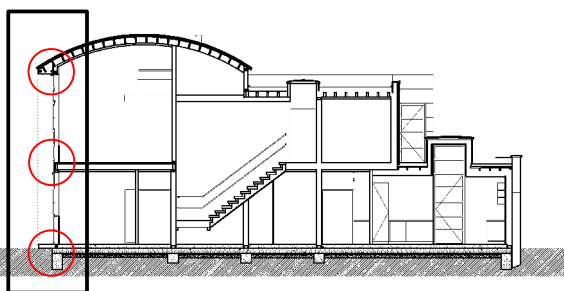
châssis opalin  
 cellulose floquée 10cm  
 & structure bois  
 pare-vapeur  
 panneau de plâtre 12,5mm  
 vide technique  
 panneau de plâtre 12,5mm  
 [sur rails métalliques]

- linoléum  
 - chape isolante (ép:140mm)  
 - pare-vapeur  
 - dalle en béton armé (ép:200mm)  
 - étanchéité  
 - cellulose floquée (ép:60mm)  
 - étanchéité  
 - sable stabilisé (ép:100mm)



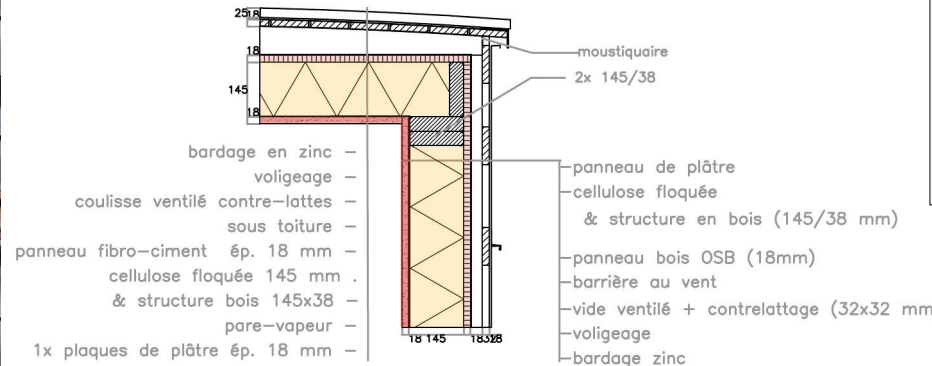
Coupe technique dans la façade avant, échelle 1: 20e

Coupe technique ci-contre



Coupe BB

# Détail de la façade arrière

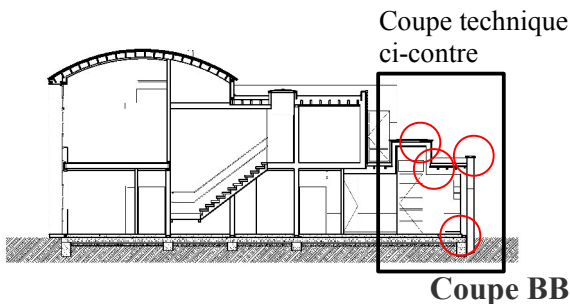
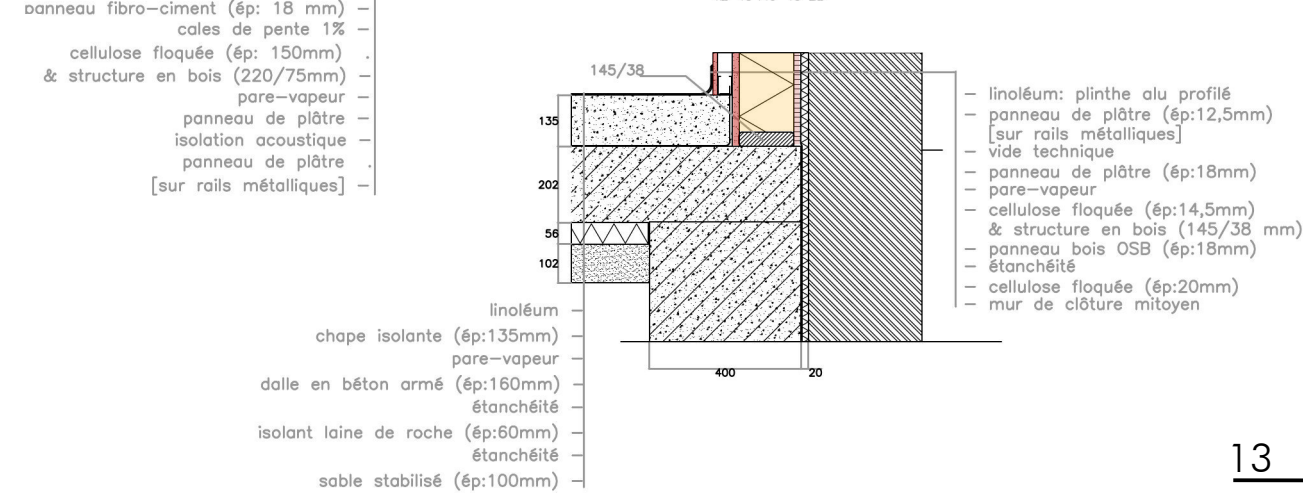
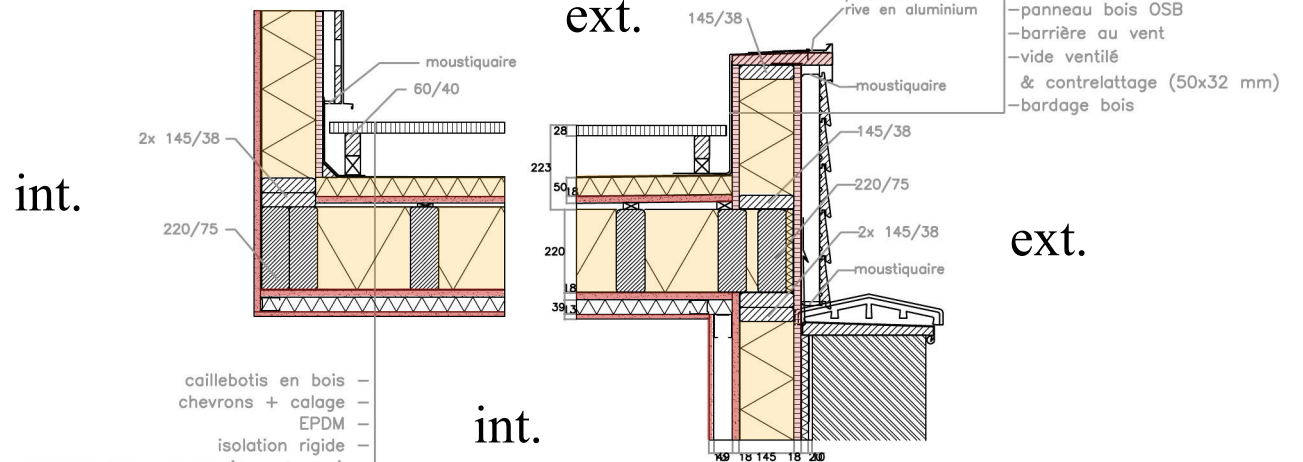


**$t_{pr}$  des toitures avec les formules :**  
 Couverture en zinc : P.M.  
 Voligeage : P.M.  
 Panneau fibro-ciment 18 mm : estimé à  $t_{pr} = 29$  min  
 Isol. MW 145 mm :  $t_{pr} = 55$  min  
 Gypse 18 mm (plafond) :  $t_{pr} = 29$  min  
**Total = 113 min soit RF 90 (1h ½)**

**Protection de la structure**  
 - par l'intérieur : 29 min

On évite les effets de cheminée derrière les bardages métalliques ou en bois en interrompant la lame d'air à chaque étage par un profilé (fire-stop). Ainsi on réduit la transmission des flammes par ce biais aux étages supérieurs.

Les *normes de base* imposent des matériaux de classe belge A2 (difficilement inflammables) pour l'extérieur de la façade. Au rez-de-chaussée, une classe A3 est autorisée. Le zinc en bardage est classé A0 (inflammable). Les châssis sont en afzelia non traité. Les bardages bois sont en afzélia traité à l'aide du produit Magma Burnstop TG3, amenant le clin de bardage en classe belge A2.



Coupe technique dans la façade arrière, bardage bois et zinc (échelle 1 : 20e)

# Sources bibliographiques

- A.R. 7 juil. 1994.** *Normes de base*. Modifiées par les **AR du 19-12-1997**, du **4-4-2003** et du **13-06-2007**. Bruxelles : Moniteur Belge ;
- Breulet, H.** *Procès verbal de classement n°470-2/2002*, Liège : Institut Scientifique de Service Public, 15 mai 2002 ;
- Ghysel, Walter.** *H02E5A - Brand-, bouw- en explosieveiligheid*, Leuven : KUL, 2007 ;
- Herzog, Thomas ; Krippner, Roland ; Lang, Werner.** *Construire des façades*, Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes, 2007 ;
- Kotthoff, Ingolf.** *Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis*. Leipzig : Gesellschaft für Materialforschung und Prüfanstalt für das Bauwesen Leipzig mbH, 15 janvier 2002 ;
- NBN EN 1995-1-2.** Eurocode 5 : Conception et calcul des structures en bois. Partie 1.2 Généralités - Calcul du comportement au feu ;
- TRAIT sa. - F. Norrenberg & P. Somers Architects** : dossier remis par M. Norrenberg (mai 2009) et informations communiquées par courriel (22 et 24 février 2010). <http://www.trait-architects.eu>
- Zastavni, Denis.** *AUCE 2350 - Architecture Civile*, Louvain-la-Neuve : UCL, 2008 ;
- Zastavni, Denis.** *La problématique du feu pour les constructions en bois*, Louvain-la-Neuve : Cours de formation continuée *Le Bois dans la Construction* (UCL) 13 février 2009 ;
- Entretien téléphonique avec l'architecte Frank Norrenberg, le 23 février 2010 ;
- Entretien téléphonique avec Paul Eykens, conseiller chez ISOPROC, le 23 février 2010 ;
- Entretien téléphonique avec le bureau d'étude Matriche, le 23 février 2010 ;