

Sur le procédé

## RWH 16 mm

**Titulaire(s) :** Société **UNILIN BVBA**  
Internet : [www.unilin.com](http://www.unilin.com)

### **Descripteur :**

Les plaques RWH sont des panneaux de fibres de bois (MDF), décrit dans la norme NF EN 13986, conforme à la classe MDF.RWH selon la norme NF EN 622-5. Ils ont une épaisseur de 16 mm avec des bords droits, de 1196 mm de largeur et de 2800 mm de hauteur standard. Les plaques sont composées de fibres de bois obtenu par un procédé à sec.

Les plaques RWH sont destinées à être fixées à l'extérieur (cf. Figure 1) ou à l'intérieur (cf. Figure 2), par un clouage ou agrafage périphérique sur la structure porteuse de maisons à ossature en bois, conformes à la norme NF DTU 31.2, pour assurer le contreventement parallèle aux parois considérées.

Lorsque posées côté extérieur de l'ossature les plaques RWH doivent être protégés par un bardage rapporté conforme à la norme NF DTU 31.2 ou sous Avis Technique visant la pose sur Maison Ossature Bois. Comme panneau de contreventement, le panneau doit être bien ventilé et protégé par un pare-pluie conforme au DTU 31.2.

**Groupe Spécialisé n° 3.2 - Murs et accessoires de mur**

**Famille de produit/Procédé :** Panneaux de contreventement pour ossature

## AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

## Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	Première version de l'Avis Technique.	David HENRIQUES	Roseline BERNARDIN-EZRAN

## Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé .....	4
1.1.	Définition succincte .....	4
1.1.1.	Description succincte .....	4
1.1.2.	Mise sur le marché .....	4
1.1.3.	Identification .....	4
1.2.	AVIS.....	4
1.2.1.	Domaine d'emploi accepté .....	4
1.2.2.	Appréciation sur le procédé .....	4
1.2.3.	Prescriptions Techniques .....	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé .....	6
1.4.	Annexe de l'Avis du Groupe Spécialisé - Dimensionnement.....	7
1.4.1.	Dimensionnement sous charge statique ou quasi-statique .....	7
1.4.2.	Dimensionnement au séisme .....	9
2.	Dossier Technique.....	10
2.1.	Données commerciales .....	10
2.1.1.	Coordonnées .....	10
2.2.	Principe .....	10
2.2.1.	Description du procédé .....	10
2.2.2.	Identification et marquage.....	10
2.3.	Domaine d'emploi proposé .....	10
2.4.	Définition des Matériaux.....	11
2.4.1.	Description des plaques .....	11
2.4.2.	Fixations .....	11
2.4.3.	Composition des parois .....	12
2.5.	Fabrication et contrôle .....	12
2.5.1.	Fabrication des Plaques RWH .....	12
2.5.2.	Contrôles de fabrication des Plaques RWH .....	12
2.6.	Dimensionnement .....	13
2.7.	Mise en œuvre.....	13
2.7.1.	Principe de mise en œuvre .....	13
2.7.2.	Traitement des joints.....	13
2.7.3.	Dispositions particulières et finitions .....	13
2.7.4.	Revêtements intérieurs .....	13
2.7.5.	Revêtements extérieurs .....	14
2.8.	Protection des plaques .....	14
2.9.	Conditions d'exploitation du procédé.....	14
2.9.1.	Assistance technique .....	14
2.10.	Résultats expérimentaux.....	14
2.11.	Références .....	14
2.11.1.	Données environnementales et sanitaires .....	14
2.11.2.	Autres références .....	14
2.12.	Annexes du dossier Technique - Figures .....	15

# 1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 3.2 - Murs et accessoires de mur de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 11 février 2020, le procédé **RWH 16 mm**, présenté par la Société UNILIN BVBA. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

---

## 1.1. Définition succincte

### 1.1.1. Description succincte

Les plaques RWH sont des panneaux de fibres de bois (MDF), décrit dans la norme NF EN 13986, conforme à la classe MDF.RWH selon la norme NF EN 622-5. Ils ont une épaisseur de 16 mm avec des bords droits, de 1196 mm de largeur et de 2800 mm de hauteur standard. Les plaques sont composées de fibres de bois obtenu par un procédé à sec.

Les plaques RWH sont destinées à être fixées à l'extérieur (cf. Figure 1) ou à l'intérieur (cf. Figure 2), par un clouage ou agrafage périphérique sur la structure porteuse de maisons à ossature en bois, conformes à la norme NF DTU 31.2, pour assurer le contreventement parallèle aux parois considérées.

Lorsque posées côté extérieur de l'ossature les plaques RWH doivent être protégées par un bardage rapporté conforme à la norme NF DTU 31.2 ou sous Avis Technique visant la pose sur Maison Ossature Bois. Comme panneau de contreventement, le panneau doit être bien ventilé et protégé par un pare-pluie conforme au DTU 31.2.

### 1.1.2. Mise sur le marché

En application du règlement (UE) n°305/2011 le produit « RWH » fait l'objet d'une déclaration de performances (DdP) établie par la société UNILIN BVBA qui met le produit sur le marché sur la base de la norme NF EN 13986+A1.

Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

### 1.1.3. Identification

Les plaques portent la marque Unilin / RWH.

L'étiquette sur paquet porte l'identification :

- CE-UNILIN-RWHv1 EN 13986 :2004+A1:2015-AVCP\_-16,0 mm-MDF.RWH-E1

Les produits mis sur le marché portent le marquage CE accompagné des informations visées par l'annexe ZA de la norme NF EN 13986.

---

## 1.2. AVIS

### 1.2.1. Domaine d'emploi accepté

Plaques de contreventement (RWH) placés côté extérieur (classe de service 2) ou intérieur d'une ossature bois conforme à la norme NF DTU 31.2. Il s'applique aux bâtiments à usage courant (habitation, bureaux, locaux scolaires, hôpitaux, hôtels...) et couvre les bâtiments à ossature bois jusqu'à 18m (limité à R+2) de hauteur (hauteur du plancher bas du dernier niveau).

Les plaques RWH peuvent être utilisées dans des classes de service 1 et 2 conformément à la norme NF EN 1995-1-1 et son annexe nationale. Les locaux visés sont les locaux à faible hygrométrie et à hygrométrie moyenne, au sens de l'Annexe D de la norme NF DTU 31.2 P1-1.

Les plaques RWH 16 mm sont utilisables en zone sismique 1 à 4 au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

La superposition de panneaux sur un même côté n'est pas visée par l'Avis.

Les planchers intermédiaires en béton ne sont pas visés par l'Avis.

Les fixations de charges rapportées sur les plaques RWH ne sont pas visées par l'Avis.

L'association avec un ETICs n'est pas visée par le présent Avis.

Les plaques RWH n'assurent pas la fonction pare-pluie.

### 1.2.2. Appréciation sur le procédé

#### 1.2.2.1. Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

##### 1.2.2.1.1. Stabilité

La stabilité des constructions à ossatures bois à laquelle peuvent être associés les murs réalisés selon ce procédé, dans les limites résultantes de l'application des Prescriptions Techniques ci-après, peut être normalement assurée.

##### 1.2.2.1.2. Sécurité en cas d'incendie

###### 1.2.2.1.2.1. Résistance au feu

Les ossatures doivent être protégées contre l'action du feu pendant la durée de stabilité au feu requise. La résistance au feu doit être assurée par un écran de protection assurant à lui seul la totalité de la résistance au feu requise.

En application de l'arrêté du 22 mars 2004 modifié, l'écran de protection doit être justifié par un procès-verbal de classement pour le degré de résistance au feu requis et spécifiquement pour la protection d'éléments structuraux en bois. Cet écran doit être mis en œuvre selon la description de ce procès-verbal.

Cas des panneaux de contreventement disposés du côté intérieur du mur : les dispositions constructives des façades participant à l'indice « C+D » décrites dans le Guide bois construction et propagation du feu par les façades – version en vigueur – s'appliquent.

En l'absence de justification vis-à-vis de la propagation du feu, pour le cas des panneaux de contreventement disposés du côté extérieur du mur : leur utilisation dans les bâtiments pour lesquels une exigence C+D est requise par la réglementation en vigueur sera exclue.

#### 1.2.2.1.2.2. Réaction au feu

Les plaques RWH d'épaisseur 16 mm sont classées E selon le tableau 8 de la norme NF EN 13986. En revanche, si les plaques se trouvent avec la lame d'air fermée à l'arrière du panneau à base de bois, elles sont classées D-s2-d0, ou elles sont classées D-s2, d2 si le panneau se trouve avec une lame d'air ouverte ne dépassant pas 22 mm à l'arrière du panneau à base de bois.

#### 1.2.2.1.3. Sécurité en cas de séisme

Le panneau RWH 16 mm fixé sur une ossature bois par agrafes et pointes a fait l'objet d'essais afin d'évaluer le comportement de ce type d'assemblage en sollicitation dynamique. Les rapports d'essais sont cités en référence au chapitre B du Dossier Technique.

Le panneau RWH 16 mm peut satisfaire aux exigences de sécurité en cas de séisme sous réserve du respect des conditions en Annexe « dimensionnement » de la partie Avis.

Seules les configurations ayant fait l'objet d'essais cycliques selon la norme EN 12512 peuvent être utilisées pour le dimensionnement en situation sismique soit :

- Classes de résistance minimum des éléments ossatures bois C18 ;
- Plaques d'épaisseur égale à 16 mm ;
- Agrafe en acier galvanisé ou acier inoxydable de diamètre 1,51 mm et de longueur minimale 50 mm et pointes acier galvanisé ou acier inoxydable, non lisses de longueur de 50 mm et de diamètre de 2,1 mm ;
- Entraxe des pointes et des agrafes sur la couture périphérique : 150 mm
- Entraxe des pointes et des agrafes sur le montant central (si présent) : 300 mm.

L'utilisation en situation sismique de plusieurs plaques sur le même parement, en réponse à des problématiques de résistance aux chocs ou de sécurité incendie, est proscrite.

#### 1.2.2.1.4. Sécurité en cas de choc

Pour une utilisation en extérieur : L'élément de mur avec des Plaques RWH d'une épaisseur 16 mm côté extérieur est conforme aux critères de la résistance aux chocs par un corps mou selon l'EN 12871 et aux critères de la résistance aux chocs de sécurité par un corps mou selon la NF P08-302, moyennant la mise en œuvre de montants d'ossature bois de dimensions minimum de 38 x 89 mm avec entraxe maximum de 600 mm et d'une plaque de plâtre de 12,5 mm côté intérieur.

Pour une utilisation en intérieur : la résistance au choc des plaques RWH n'a pas été évaluée et celle-ci devra être totalement assurée par le doublage rapporté.

#### 1.2.2.1.5. Prévention des accidents lors de la mise en œuvre et de l'entretien.

Le système permet de l'assurer normalement.

#### 1.2.2.1.6. Isolation acoustique

Les murs RWH 16 mm seuls, ne permettent pas toujours de satisfaire les exigences en vigueur en matière d'isolation acoustique entre logements dans les bâtiments d'habitation.

L'atteinte des critères d'isolation fixés par la réglementation peut nécessiter la mise en œuvre de matériaux d'isolation acoustique ou d'ouvrages complémentaires.

Selon la NF EN 13986, le coefficient d'absorption du panneau RWH est de

- 0,10 pour une plage de fréquences entre 250 Hz à 500 Hz
- 0,20 pour une plage de fréquences entre 1 kHz à 2 kHz

Le respect des exigences réglementaires devra être justifié par une évaluation acoustique du système. Sinon, les performances acoustiques de l'ouvrage doivent être vérifiées *in situ*. En effet, les outils de calcul ne permettent pas actuellement de prévoir la performance acoustique à la conception des constructions légères.

#### 1.2.2.1.7. Isolation thermique

Les plaques RWH n'apportent qu'une très faible contribution à l'isolation thermique des murs.

Le coefficient de conductivité thermique des plaques RWH est  $\lambda = 0,10$  W/m.K.

#### 1.2.2.1.8. Finitions aspect

Les faces intérieures permettent de recevoir les finitions usuelles.

#### 1.2.2.1.9. Suspension d'objets

Les plaques permettent la suspension des éléments de décoration (rideaux, ...). La suspension des équipements devra être réalisée en se fixant sur l'ossature.

#### 1.2.2.1.10. Données environnementales

Le procédé plaque RWH ne dispose d'aucune déclaration environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

#### 1.2.2.1.11. Aspects sanitaires

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

#### 1.2.2.2. Durabilité - Entretien

La durabilité des Plaques RWH peut être considérée comme équivalente à celle des plaques traditionnelles conformes à la norme NF DTU 31.2, sous réserve de la mise en place d'un bardage, d'un pare-pluie et d'un pare vapeur.

#### 1.2.2.3. Fabrication et contrôle

La fabrication des Plaques RWH est assurée exclusivement par la société UNILIN BVBA sur le site de UNILIN division Panels à Vielsalm. Le suivi de la production est effectué dans le cadre des procédures internes d'autocontrôle et fait l'objet d'un contrôle externe au moins 2 fois par an par Wood.be.

Cet Avis ne vaut que pour les fabrications pour lesquelles les autocontrôles et les modes de vérifications, décrits dans le Dossier Technique sont effectifs.

#### 1.2.2.4. Mise en œuvre

La mise en œuvre s'effectue suivant des méthodes identiques à celles utilisées pour des plaques de contreventement d'une autre nature, visées par la norme NF DTU 31.2.

L'humidité des plaques supports au moment de la livraison devra être comprise entre 7 et 13 %.

Le BET en charge du dimensionnement devra fournir des plans d'exécution comprenant le calepinage, la densité de fixations des panneaux et le détail des ancrages en pied de mur.

### 1.2.3. Prescriptions Techniques

#### 1.2.3.1. Conditions de conception

Le dimensionnement est réalisé par le Bureau d'Études structures de l'opération.

Un film pare-vapeur conforme au NF DTU 31.2 devra être mis en place dans les murs extérieurs comportant une paroi RWH.

#### 1.2.3.2. Conditions de mise en œuvre

Lorsque mises en œuvre côté extérieur et associées avec un revêtement extérieur de type bardage rapporté, elles seront protégées à l'avancement par un film souple pare-pluie conforme à la norme NF EN 13859-2 et suivant les prescriptions de la norme NF DTU 31.2.

La mise hors d'eau des plaques supports sera systématiquement exécutée sans délai. Lorsqu'un risque d'exposition aux intempéries est à craindre, un bâchage efficace devra être assuré par l'entreprise ayant posé les plaques supports.

Les plaques détériorées devront être mises en rebut.

La Société UNILIN division Panels (Vielsalm) devra apporter une assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

#### *Appréciation globale*

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.2.1) est appréciée favorablement.

### 1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le caractère non traditionnel du procédé réside dans la classe technique des plaques de fibre bois RWH qui n'est pas visée par la norme NF EN 1995-1-1 et son annexe nationale et par la norme NF DTU 31.2.

## 1.4. Annexe de l'Avis du Groupe Spécialisé - Dimensionnement

### 1.4.1. Dimensionnement sous charge statique ou quasi-statique

L'évaluation de la résistance des charges horizontales est basée sur le calcul de la charge admissible en considérant la capacité résistante (ELU) des voiles de contreventements, mais également en calculant la déformation admissible en tête de mur (ELS) en respectant un critère de déformation maximum de  $h/500$  (cf EN 1995-1-1 § 9.2.5.3).

La valeur de la résistance des voiles est calculée conformément à la norme NF EN 1995-1-1 et son annexe nationale – méthode A. La capacité résistante des fixations est déterminée expérimentalement dans les Rapports n° 10161 et n° 140291 pour les agrafes et Rapport n° 140291b pour les pointes. La déformation en tête de mur est déterminée conformément au programme AQCEN EC5 de IRABOIS, en collaboration avec le FCBA.

La justification mécanique des plaques RHW et des éléments d'ancrage aux fondations et des organes de fixation des RHW entre eux ou avec d'autres composants structuraux doit se faire essentiellement vis-à-vis de :

- La charge permanente (poids propre des plaques, revêtements extérieur et intérieur rapportés, poids propres des planchers et des toitures, ...);
- La charge d'exploitation ;
- Des actions climatiques (vent et neige) ;
- La situation accidentelle de séisme.

Les diaphragmes de mur sont encastrés en pied, c'est-à-dire que les éléments verticaux aux extrémités sont directement reliés à la construction inférieure par cornières en acier galvanisé fixées directement sur les montants d'extrémité des panneaux et chevillées dans la dalle support ou par une semelle ancrée sur la dalle support par des chevilles conformément aux prescriptions du DTU31.2 et de la NF EN 1995-1-1 et son AN.

Les valeurs de capacité résistante au contreventement d'un diaphragme de mur supposent que :

- L'espacement entre les organes d'assemblage est constant sur la périphérie de chaque panneau et inférieur ou égale à 150 mm, et sur le montant intermédiaire de chaque panneau inférieur à 300 mm ;
- La largeur du panneau doit toujours être supérieure à  $h/4$ , avec un minimum de 600 mm. Les largeurs inférieures ne pouvant pas être prises en compte pour un emploi en contreventement. Les voiles contreventement participant au diaphragme de mur ne comportent pas d'ouverture ;
- Les montants verticaux de l'ossature en bois ont un entraxe maximum de 600 mm, avec une classe mécanique minimale C18 selon la norme NF EN 338.
- L'usage des plaques RHW en contreventement n'est pas autorisé en combinaison avec d'autres types de plaques, ni d'autres épaisseurs.
- Pour des panneaux de murs avec des plaques des deux côtés de l'ossature, il convient de prendre pour la capacité résistante au contreventement du mur, la somme des capacités résistantes au contreventement de chacun des deux côtés.

Les fixations sont :

- Des agrafes conformes à la norme NF EN 14592, avec une protection à la corrosion conforme à la norme NF EN 1995-1-1 et son Annexe Nationale pour une classe de service 2 (galvanisées ou inoxydables). Les agrafes ont une section carrée de 1,51 mm avec une longueur de 50 mm et une largeur de la tête de 10,85 mm, ou ont une section carrée de 1.48 mm, une longueur de 45mm et une largeur de 11mm. Les agrafes ont une résistance de traction minimale de 800N/mm<sup>2</sup> ;
- Des pointes conformes à la norme NF EN 14592, avec une protection à la corrosion conforme à la norme NF EN 1995-1-1 et son Annexe Nationale pour une classe de service 2 (galvanisées ou inoxydables). Les pointes non-lisses ont un diamètre de 2,1/2,4 mm, une longueur de 50 mm et un diamètre de la tête du clou de 5,5 mm ;
- Pas disposées à moins de 10mm des bords, conforme à la norme NF EN 1995-1-1 et son Annexe Nationale.

Les plaques RHW ne sont pas destinées à la reprise des charges verticales.

Pour les plaques posées du côté intérieur, la résistance aux chocs est intégralement assurée par le doublage rapporté.

#### 1.4.1.1. Vérification des organes d'assemblages (ELU)

La valeur de calcul de la résistance de contreventement d'un mur,  $F_{v,Rd}$  est définie comme la somme des résistances de chaque panneau plein,  $F_{i,v,Rd}$  constituant le diaphragme de mur.

$$F_{v,Rd} = \sum F_{i,v,Rd}$$

La détermination de la valeur de calcul de la capacité résistante au contreventement en fonction de la largeur du panneau s'effectue en utilisant la méthode A de NF EN 1995-1-1 et son Annexe Nationale :

- Calcul de la capacité résistante caractéristique au contreventement d'un panneau individuel, notée  $F_{v,Rk}$ , donnée par la formule ci-dessous (méthode A – formule 9.21) :

$$F_{v,Rk} = \frac{1,2 \times F_{f,Rk} \times b \times c}{s}$$

avec :

- $F_{f,Rk}$ : valeur caractéristique de la capacité résistante latérale d'une fixation isolée.
- $b$  : largeur du panneau.
- $s$  : espacement entre les fixations en périphérie du panneau RHW
- $c$  :
  - o 1 si  $b \geq h/2$  ( $h$ , hauteur du mur).
  - o  $2b/h$  si  $b < h/2$ .

- Multiplicateur 1,2 en tenant compte de la condition que les fixations soient fixées sur la périphérie de chaque panneau.
- La valeur caractéristique de la capacité résistante au cisaillement des fixations (des agrafes et des pointes) est définie par agrafe et par pointes en simple cisaillement  $F_{f,Rk}$ .
- Pour les panneaux en fibres de bois (MDF RWH) de densité moyenne, la valeur caractéristique de la capacité résistante au cisaillement,  $F_{f,Rk}$  est déterminée par essai selon la norme NF EN 1381 pour les agrafes et selon la norme NF EN 1380 pour les pointes.
- Les valeurs caractéristiques sont déterminées selon la norme NF EN 14358.

#### 1.4.1.2. Calcul de la résistance caractéristique au cisaillement des fixations

La valeur caractéristique de la capacité résistante au cisaillement des fixations (des agrafes et des pointes) est définie par agrafe et par pointes en simple cisaillement  $F_{f,Rk}$  :

**Tableau 1 - Résistance caractéristique au cisaillement des fixations**

Type de fixation	Dimensions	$F_{f,Rk}$ (N)
Agrafe	10,85 x 50 mm - Ø = 1,51 mm	691
	11,00 x 45 mm - Ø = 1,48 mm	657
Pointes	l = 50 mm Ø = 2,1 mm Ø = 2,4 mm Ø (tête) = 5,5 mm	495

**Tableau 2 - Valeurs de la résistance caractéristique au contreventement**

Type de fixation	Dimension de la plaque (mm)	Dimensions (en mm)	Espacement maxi en périphérie (mm)	Charge horizontale caractéristique $F_{v,Rk}$ (kN)
Agrafe	2800x1196	Ø1,51 x 50	150	5,65
		Ø1,48 x 45	150	5,37
Pointes		Ø2,1 x 50 Ø2,4 x 50	150	4,05

La résistance de calcul d'un panneau en contreventement  $F_{i,v,Rd}$  est déduite de la valeur caractéristique selon l'équation suivante :

$$F_{i,v,Rd} = \frac{F_{v,Rk} \times k_{mod}}{\gamma_m}$$

avec :

- $\gamma_m = 1,3$
- $k_{mod} = 0,70$ , défini par le facteur de modification  $k_{mod}$  d'un assemblage de deux éléments en bois avec un fonctionnement différent dans le temp.  $k_{mod} = \sqrt{k_{mod,1} * k_{mod,2}}$  pour un assemblage avec bois massif ( $k_{mod,1} = 1,1$ ) et plaques RWH ( $k_{mod,2} = 0,45$ ) en usage en classe de service 2 et action instantanée (vent).

#### 1.4.1.3. La charge horizontale admissible

La valeur de la charge horizontale admissible d'un panneau selon la norme NF P 21-400 est déduite de la valeur de calcul selon l'équation suivante :

$$F_{adm} = \frac{F_{i,v,Rd}}{1,4}$$

#### 1.4.1.4. Déformation en tête de mur (ELS)

La déformation en tête de mur est déterminée conformément aux « Manuels d'application des Eurocodes pour les structures bois », Programme AQCEN EC5 de IRABOIS et FCBA.

La charge horizontale admissible du mur vis-à-vis des déformations (ELS), en prenant en compte une déformation qui est dans tous les cas inférieurs au 1/500ème de la hauteur du panneau (conforme à la norme NF EN 1995-1-1), s'écrit :

$$F_{v,Rd} = K \cdot \frac{h}{500}$$

avec :

- h : la hauteur du mur.
- K : la raideur d'un panneau de mur de la paroi.

La raideur horizontale K, décrite au guide AQCEN (formule 18 – Section 2.2), s'exprime par :



$$K = \left( \frac{2}{k_{ser,f} * \left(b + \frac{h}{3}\right) + k'_{ser,f} * \frac{h}{6}} + \frac{2 * h^2}{k_{ser,f} * b^2 * \left(h + \frac{b}{3}\right)} \right)^{-1}$$

Avec les paramètres suivants :

Pour la déformation à l'état initial :

- $k_{ser,f} = \frac{K_{ser,i}}{s}$
- $K_{ser,i}$  : la module de glissement des fixation, déterminé à la section 7 de la norme NF EN 1995-1-1 en fonction de la masse volumique du panneau RWH, de la masse volumique du support et des dimensions des fixations.
- $s$  : l'espacement des fixations en couture périphérique en mm.
- $k'_{ser,f} = \frac{K_{ser,i}}{s'}$
- $s'$  : l'espacement des fixations en couture centrale en mm.
- $b$  : la largeur d'un panneau de mur de la paroi en mm.
- $h$  : la hauteur du mur en mm.

Les utilisations pour lesquelles les plaques RWH sont soumises à des charges horizontales permanentes sont exclues étant donné que la valeur  $k_{def}$  n'est pas déterminée dans la norme NF EN 1995-1-1 et son annexe nationale pour les classes techniques des plaques RWH.

#### 1.4.2. Dimensionnement au séisme

- Seules les configurations ayant fait l'objet d'essais cycliques selon la norme EN 12512 peuvent être utilisées pour le dimensionnement en zone d'exigence sismique soit :
  - Plaques RWH d'épaisseur 16 mm uniquement ;
  - Agrafe en acier inoxydable de diamètre 1,51 mm et de longueur minimale 50 mm ;
  - Pointes en acier inoxydable de diamètre 2,1 mm et de longueur minimale 50 mm ;
  - Entraxe des agrafes et des pointes sur la couture périphérique : 150 mm ;
- Entraxe des agrafes et des pointes sur le montant central (si présent) : 300 mm.
- L'utilisation en situation sismique de plusieurs plaques sur le même parement, en réponse à des problématiques de résistance aux chocs ou de sécurité incendie, est proscrite ;
- La justification en zone sismique des structures contreventées par plaques RWH doit être menée en suivant le principe de comportement de structure dissipatif (DCM) ou faiblement dissipatif (DCL) conformément à la norme NF EN 1998-1-1 (cf. § 8.1.3 et § 8.6 (2)P).
- Les effets des actions sont calculés sur la base de la méthode des forces latérales équivalentes du § 4.3.3.2 de la norme NF EN 1998-1-1.
- Le spectre de calcul est déterminé à partir du spectre de réponse élastique en accélération en appliquant un coefficient de comportement ne pouvant excéder  $q=1,5$  (DCL) ou  $q = 2,5$  (DCM).
- Les critères de régularité en plan et en élévation de la norme NF EN 1998-1-1 (cf. § 4.2.3) doivent être strictement respectés et faire l'objet d'une vérification. Toutefois, les bâtiments non-réguliers en élévation sont admis, en menant les justifications avec un coefficient de comportement abaissé de 20%.
- Les coefficients de conversion correspondant à une classe de durée de chargement instantanée sont appliqués.

Étant donné le caractère fortement élastique des murs réalisés avec des plaques RWH en contreventement, on accordera un soin particulier aux vérifications de sécurité :

- Prise en compte effective du coefficient de comportement dans le calcul des déformations (cf. EN 1998-1-1 § 4.3.4)
- Vérification de la prise en compte des effets du second ordre (effets combinés des charges descendantes et du déplacement horizontal sur l'apparition éventuelle d'un risque de flambement) selon la norme NF EN 1998-1 § 4.4.2.2.
- Vérification de limitation des déplacements entre étages dans le cadre de la limitation de dommage des éléments de second œuvre selon la norme NF EN 1998-1 § 4.4.3.
- La conception de l'ouvrage suivant le principe de comportement de structure dissipatif impose de porter la plus grande attention à la conception des assemblages entre plaques et ossatures au regard des efforts de cisaillement engendrés par l'action sismique. A ce titre, il convient :
  - De hiérarchiser les zones de rupture dans les organes d'assemblage des plaques en vérifiant la résistance suffisante des plaques dont la rupture en cisaillement est considérée fragile ;
  - D'exploiter la source de ductilité des organes d'assemblage des ancrages et équerres, la justification de la capacité résistante étant menée suivant les principes de la norme NF EN 1995-1-1 au § 8.2 en s'assurant que le mode de rupture obtenu est celui de la plastification de l'organe d'assemblage ;
  - De s'assurer que le dimensionnement des ancrages de la structure ossature bois sera réalisé en appliquant les principes du dimensionnement en capacité de la norme NF EN 1998-1 en considérant un coefficient de sur-résistance pour l'ancrage tel que défini au § 4.4.2.6 de cette norme.
- La distance au bord des fixations est au moins de :
  - 7d pour les fixations situées dans les angles de la plaque
  - 4d pour les autres fixations
- La largeur de l'élément de mur doit toujours être au moins égale à  $h/4$  ( $h$ , hauteur de l'élément de mur) avec un minimum de 60 cm.

## 2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

---

### 2.1. Données commerciales

---

#### 2.1.1. Coordonnées

Titulaire(s) : Société UNILIN BVBA.  
 Ooigemstraat 3  
 B - 8710 Wielsbeke – Belgique  
 Tél. : +32 56 66 70 21  
 Email : [info.panels@unilin.com](mailto:info.panels@unilin.com)  
 Internet : [www.unilin.com](http://www.unilin.com)

---

### 2.2. Principe

---

#### 2.2.1. Description du procédé

Les plaques RWH sont composées de fibres de bois obtenu par procédé à sec, destiné à être utilisé en voile de contreventement de bâtiments à ossature en bois (RWH), dont l'ossature est conforme au DTU 31.2 (cf. Figure 1).

Les plaques RWH permettent, par un clouage ou agrafage périphérique sur l'ossature, de reprendre des efforts de contreventement.

Utilisé à la face extérieure, cette face doit être protégée par un bardage rapporté conforme au DTU 31.2 ou sous Avis Technique visant la pose sur Maison Ossature Bois.

#### 2.2.2. Identification et marquage

Les plaques portent la marque commerciale de RWH. Les panneaux sont produits en paquets complets avec sur chaque paquet une étiquette avec information sur (non limitative) :

- Nom producteur : UNILIN
- Nom article : RWH
- Dimensions et épaisseur
- Nombre dans le paquet
- Numéro d'article
- Numéro PO (ordre de production)
- Marquage CE :
- CE-UNILIN-RWHv1 EN 13986 :2004+A1 :2015-AVCP\_-16,0 mm-MDF.RWH-E1

Les produits mis sur le marché portent le marquage CE accompagné des informations visées par l'annexe ZA de la norme NF EN 13986.

Les déclarations des performances du produit RWH sont publiées sur le site internet de Unilin :

<https://www.unilinpanels.com/fr-FR/>

---

### 2.3. Domaine d'emploi proposé

---

Plaques de contreventement (RWH) placés côté extérieur (classe de service 2) ou intérieur d'une ossature bois conforme à la norme NF DTU 31.2. Il s'applique aux bâtiments à usage courant (habitation, bureaux, locaux scolaires, hôpitaux, hôtels...) et couvre les bâtiments à ossature bois jusqu'à 18m (limité à R+2) de hauteur (hauteur du plancher bas du dernier niveau).

Les plaques RWH peuvent être utilisées dans des classes de service 1 et 2 conformément à la norme NF EN 1995-1-1 et son annexe nationale. Les locaux visés sont les locaux à faible hygrométrie et à hygrométrie moyenne, au sens de l'Annexe D de la norme NF DTU 31.2 P1-1.

Les plaques RWH 16 mm sont utilisables en zone sismique 1 à 4 au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

La superposition de panneaux sur un même côté n'est pas visée par l'Avis.

Les planchers intermédiaires en béton ne sont pas visés par l'Avis.

Les fixations de charges rapportées sur les plaques RWH ne sont pas visées par l'Avis.

L'association avec un ETICs n'est pas visée par le présent Avis.

Les plaques RWH n'assurent pas la fonction pare-pluie.

## 2.4. Définition des Matériaux

### 2.4.1. Description des plaques

Les plaques RWH sont composées de fibres de bois encollées de type MDF conforme aux descriptions MDF.RWH dans les normes NF EN 13986 et NF EN 622-5.

Les plaques RWH sont composées des matières suivantes :

- Fibres de bois résineux et feuillu ;
- Colle mélamine urée formol (MUF) ou colle disocyanate de diphénylméthylène (pMDI) ;
- Produit hydrophobant (émulsion de paraffine).

L'encollage des fibres se fait directement après le défibrage de bois.

Les dimensions courantes de fabrication RWH sont 2800 x 1196 x 16 mm pour les plaques à chants droits (RWH).

Les tolérances de fabrication sont conformes à la norme NF EN 622-1 :

- Largeur : +/- 2 mm/m ;
- Longueur : +/- 2 mm/m ; max. +/- 5 mm ;
- Épaisseur : +/- 0,2 mm ;
- Équerrage : +/- 2 mm/m.
- Tolérance sur la masse volumique moyenne à l'intérieur d'un panneau peut se situer jusqu'à +/- 7 % (NF EN 622-1).
- Le poids indicatif d'une plaque :
  - RWH 2800 x 1196 x 16 mm : 32,7 kg.
- La stabilité dimensionnelle selon NF EN 318 indique un allongement de 1,3 mm/m pour une variation de l'humidité relative de l'air de 30 à 85 % à 20°C (Rapport 10143).

Le marquage CE indique la conformité des plaques à la norme NF EN 13986 et son annexe ZA et à EN 622-5 type MDF.RWH.

Les caractéristiques physiques et mécaniques des plaques sont les suivantes :

**Tableau 3 : Caractéristiques physiques et mécaniques de plaques RWH**

Propriété	Unités	RWH	Norme
Masse volumique	[kg/m <sup>3</sup> ]	610	NF EN 323
Module d'élasticité	[N/mm <sup>2</sup> ]	≥ 1600	NF EN 310
Contrainte de rupture	[N/mm <sup>2</sup> ]	≥ 14	NF EN 310
Cohésion interne	[N/mm <sup>2</sup> ]	≥ 0,30	NF EN 319
Gonflement en épaisseur en 24 h	[%]	≤ 10	NF EN 317
Gonflement en épaisseur après essai cyclique	[%]	≤ 15	NF EN 321
Cohésion interne après essai cyclique	[N/mm <sup>2</sup> ]	≥ 0,15	EN 321
Teneur en humidité	[%]	6-10	EN 322
Classe de formaldéhyde	[-]	E1	EN 13986
Teneur en pentachlorophénol	[ppm]	<5	EN 13986
Classement de réaction au feu	[-]	D-s2,d0 D-s2,d2	EN 13986
Conductivité thermique	[W/m°K]	0,10	EN 13986
Résistance thermique	[m <sup>2</sup> .K/W]	0,16	EN 12667
Coefficient d'absorption bruit (plage 250-500 Hz)	[-]	0.10	EN 13986
Coefficient d'absorption bruit (plage 1-2 kHz)	[-]	0.20	EN 13986
Coefficient à la diffusion de vapeur d'eau μ sèche	[-]	20	EN 13986
Coefficient à la diffusion de vapeur d'eau μ humide	[-]	12	EN 13986
Épaisseur de lame d'air équivalente Sd	[m]	0,19	EN 13986

### 2.4.2. Fixations

- Pointes Ø 2,1/2,5 mm, longueur 50 mm, diamètre de tête 5,5 mm, en acier galvanisé ou en acier inoxydable, non lisses (striés, crantés, torsadés, annelés) conforme à la norme NF EN 14592 ;
- Les pointes ont une protection à la corrosion conforme à la norme NF EN 1995-1-1 et son annexe nationale pour une classe de service 2 (galvanisées ou inoxydables).
- Agrafes Ø 1,51 mm, longueur 50 mm et de largeur de tête 10,85 mm, en acier galvanisé FM 18 ou en acier inoxydable conforme à la norme NF EN 14592 ;

- Agrafes Ø 1,48 mm, longueur 45 mm et de largeur de tête 11 mm, en acier galvanisé FM 18 ou en acier inoxydable conforme à la norme NF EN 14592.
- Les agrafes ont une protection à la corrosion conforme à la norme NF EN 1995-1-1 et son annexe nationale pour une classe de service 2 (galvanisées ou inoxydables).

#### 2.4.3. Composition des parois

La nécessité de la mise en œuvre d'une barrière à la diffusion de vapeur d'eau est fonction du type de mur selon la norme NF DTU 31.2. Un film pare-vapeur conforme à la norme NF DTU 31.2 devra être mis en place dans les murs extérieurs comportant une paroi RWH.

Les éléments d'ossature sont conformes à la norme NF DTU 31.2.

---

## 2.5. Fabrication et contrôle

### 2.5.1. Fabrication des Plaques RWH

La fabrication des Plaques RWH est assurée par la société UNILIN division panels sur le site de production de Vielsalm en Belgique. La fabrication est industrialisée sur une ligne de production dont les étapes principales sont :

- Fragmentation des rondins de bois en plaquettes et triage des plaquettes à la taille désirée ;
- Lavage des plaquettes ;
- Défibrage sous pression et vapeur : après étuvage de façon à ramollir le bois, les plaquettes sont introduites entre les disques rotatifs du raffineur ;
- Encollage des fibres : les colles utilisées sont à base de résines MUF mélamine urée formaldéhyde. Le mélange collant est pulvérisé sous forte pression en fines gouttelettes sur les fibres, directement à la sortie du défibreur ;
- Séchage : les fibres humides passent à grande vitesse dans un séchoir pour ramener leur humidité à environ 9 % en quelques secondes ;
- Conformation du mat : la matière fibreuse séchée est déposée sur une bande à l'aide d'une formatrice ;
- Le pressage : le matelas de fibres est pressé en deux étapes : le pré-pressage à température ambiante entre des bandes sans fin qui passent entre les cylindres d'un laminoir, puis un pressage à chaud dans une presse en continu ;
- Le refroidissement et la stabilisation : les plaques sont refroidies au moyen de plusieurs systèmes de retournement en étoile à une température inférieure à 50°C, puis stabilisés en piles mortes pendant au moins 24 h à température ambiante.

### 2.5.2. Contrôles de fabrication des Plaques RWH

La fabrication des plaques RWH est soumise à une procédure de contrôle interne en usine mise en œuvre par le fabricant.

#### 2.5.2.1. Contrôle interne sur plaques RWH

Le contrôle interne est mis en place, de l'approvisionnement des matières premières jusqu'à la fin du processus de fabrication et de la finition des Plaques. La fréquence des contrôles internes est celle définie dans la norme NF EN 13986.

Le contrôle interne est assuré tout au long du processus de fabrication, avec une attention particulière sur les étapes suivantes :

- Humidité des plaquettes ;
- Contrôle des colles livrées : viscosité, température de livraison, pH ;
- Poids de la colle en fonction du poids de la fibre ;
- Humidité de la fibre en sortie séchoir ;
- Densité du mat conformé en continu ;
- Température et pression des différents secteurs de la presse en continu ;
- Épaisseur des plaques sortie presse en continu ;
- Contrôle des profils densité en continu ;
- Épaisseur et dimensions en continu selon EN 324-1 ;
- Équerrage selon EN 324-2 ;
- Humidité selon EN 322 ;
- Masse volumique et profil de densité selon EN 323 ;
- Résistance et module d'élasticité en flexion selon EN 310 ;
- Cohésion interne selon EN 319 ;
- Gonflement en épaisseur selon EN 317 ;
- Émission de formaldéhyde selon EN 120 en corrélation avec EN 717-1.

#### 2.5.2.2. Contrôle externe

Le contrôle externe est réalisé pour le site de production de Vielsalm.

Le suivi de la production est effectué dans le cadre des procédures internes d'autocontrôle et fait l'objet d'un contrôle externe au moins 2 fois par an par Wood.be.

Le suivi externe de la fabrication des plaques réalisé par Wood.be doit porter sur les plaques RWH et sur les points listés au §2.4.2.1.

Pour cela, des prélèvements de 3 panneaux RWH sont à prévoir lors de chaque audit réalisé.

---

## 2.6. Dimensionnement

---

Le dimensionnement des murs à base de plaques RWH est réalisé conformément à l'annexe de dimensionnement de la partie Avis.

---

## 2.7. Mise en œuvre

---

### 2.7.1. Principe de mise en œuvre

Les éléments de planchers intermédiaires, posés sur lisse haute ou posés sur muralière, sont conformes à la norme NF EN DTU 31.2.

Les planchers constitués en béton ou de profilés métalliques ne sont pas visés.

Les plaques RWH sont fixées par clouage ou agrafage sur une ossature en bois conforme aux spécifications du DTU 31-2 avec les spécifications suivantes.

Pour la mise en œuvre des plaques RWH à bords droits, les montants d'ossature ont une épaisseur minimale de 45 mm au niveau des jonctions de plaques et en partie courante.

Les agrafes et les pointes ne doivent pas être disposées à moins de 10 mm des bords ou du fond de rainure, conformément à la norme NF EN 1995-1-1.

L'espacement maximum entre les agrafes ou les pointes en périphérie est de 150 mm et l'espacement sur les montants intermédiaires est de 300 mm (cf. Figure 2).

Les agrafes sont inclinées avec un angle maximal de 30° à la verticale.

Les plaques RWH doivent être systématiquement associées à la mise en place d'un pare-vapeur et d'un pare-pluie pour les murs extérieurs.

Un mur est constitué d'une ou plusieurs plaques, où chaque panneau de mur consiste en un panneau RWH fixé sur un côté d'une ossature en bois avec les conditions suivantes :

- L'espacement entre les organes d'assemblage (pointes et agrafes) est constant et conforme aux valeurs mentionnées ci-dessus (en périphérie et sur montant intermédiaire)
- Chaque panneau a une hauteur maximale de 2800 mm limitée à 4 x la largeur du panneau ;
- Les montants verticaux de l'ossature en bois ont un entraxe maximum de 600 mm ;
- Le bois de l'ossature est de classe mécanique minimale C18 selon la norme NF EN 338 ;
- Les fixations sont conformes à la norme EN 14592 :
  - Agrafes ou pointes en acier FM18 acier galvanisées ou acier inoxydables ;
  - D'une longueur minimale assurant une longueur de pénétration dans l'ossature de 35 mm ;
- Les plaques participant au diaphragme de mur ne comportent pas d'ouverture.
- La constitution des murs, décrite ci-dessus, permet leur emploi en contreventement.

### 2.7.2. Traitement des joints

#### 2.7.2.1. Plaques RWH à bords droits

Un joint de dilatation vertical de 4 mm doit être prévu entre les plaques pour tenir compte des variations dimensionnelles des Plaques.

Les joints verticaux entre plaques, en partie courante, ne nécessitent pas de traitement particulier.

### 2.7.3. Dispositions particulières et finitions

#### 2.7.3.1. Locaux humides

Les plaques RWH ne doivent pas être directement exposées au milieu humide. Un parement intérieur sera mis en œuvre pour répondre aux exigences des pièces humides.

#### 2.7.3.2. Protection incendie

Les ossatures doivent être protégées contre l'action du feu pendant la durée de stabilité au feu requise. La résistance au feu doit être assurée par un écran de protection assurant à lui seul la totalité de la résistance au feu requise.

#### 2.7.3.3. Comportement aux chocs

Pour une utilisation en extérieur : l'élément de mur avec des plaques RWH d'une épaisseur 16 mm côté extérieur est conforme aux critères de la résistance aux chocs par un corps mou selon l'EN 12871 et aux critères de la résistance aux chocs de sécurité par un corps mou selon la NF P08-302, moyennant la mise en œuvre de montants d'ossature bois de dimensions 38 x 89 mm avec entraxe maximum de 600 mm et d'une plaque de plâtre de 12,5 mm côté intérieur.

Pour une utilisation en intérieur : la résistance au choc des plaques RWH n'a pas été évaluée et celle-ci devra être totalement assurée par le doublage rapporté.

### 2.7.4. Revêtements intérieurs

#### 2.7.4.1. Panneaux de finitions

La plaque RWH n'assure pas le revêtement intérieur.

Il n'est pas autorisé la superposition de plaques RWH.

## 2.7.5. Revêtements extérieurs

### 2.7.5.1. Bardage Rapporté

Le système de bardage utilisé devra répondre aux exigences de la norme NF DTU 31.2, ou fera l'objet d'un Avis Technique valide visant son emploi sur Construction à Ossature Bois.

---

## 2.8. Protection des plaques

Les Plaques doivent être transportés et stockés à l'abri de l'eau et sans contact avec le sol. L'humidité des plaques livrées sur chantier doit être de 7 à 13 %.

Au moment de leur mise en œuvre, les plaques RWH doivent avoir un taux maximal d'humidité de 16 %. L'humidité du bois composant la structure ne doit pas dépasser la limite admise de 18 %.

Les prescriptions liées à la protection des plaques lors du transport, de la livraison et du montage devront répondre aux exigences de la norme NF DTU 31.2.

La mise hors d'eau des plaques RWH doit être réalisée immédiatement après leur pose.

---

## 2.9. Conditions d'exploitation du procédé

### 2.9.1. Assistance technique

La société UNILIN Division ne pose pas elle-même les plaques RWH. La mise en œuvre est effectuée par des entreprises de pose auxquelles elle apporte à leur demande, son assistance technique. Elle assiste aux questions concernant la production, les caractéristiques du produit RWH et la façon de poser les plaques.

Le dimensionnement est réalisé par un BET externe auquel UNILIN apporte son assistance technique à leur demande.

---

## 2.10. Résultats expérimentaux

- Résistance aux chocs par un corps mou - Rapports n° 140143 - date :12/03/2014 et n.°10540 daté du : 30/09/2011 ;
- Détermination de la résistance d'une connexion par agrafes – Rapports n.°140291a date : 25/03/2014 et n.°10161 daté du : 24/03/20<sup>1</sup>1 ;
- Détermination de la résistance d'une connexion par pointes – Rapports n.°140291b daté du : 25/03/2014
- Note de calcul Unilin BVBA : Note de calcul complémentaire précisant le dimensionnement à l'arrachement sous l'effet du vent en zone 4 site exposé hauteur 28 m.
- Etanchéité à l'air - Rapport n° 2014/02.
- Perméabilité à la vapeur d'eau – Rapport n° QA-2014-0676.
- Rapport d'essai n.°MRF 19 26078238 daté du 03/05/2019 – Essais statique et cycliques sur UNILIN RWH.

---

## 2.11. Références

### 2.11.1. Données environnementales et sanitaires

Le procédé de plaques RWH ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts

### 2.11.2. Autres références

Depuis 2016, 156.000 m<sup>2</sup> de panneau RWH est produit par Unilin, Vielsalm.

Maitre d'ouvrage	Type de bâtiment	Ville	Hauteur	Surface (m <sup>2</sup> )	Année
Ville de la Gacilly	Espace culturel	La Gacilly	R+1	520m <sup>2</sup>	2017
Mairie de Bourgueil	École	Bourgueil	-	270m <sup>2</sup>	2017
Ville d'Évreux	Groupe scolaire	Évreux	R+2	2600m <sup>2</sup>	2019
Ville de Verrières le Buisson	Restaurant d'un groupe scolaire	Verrières le Buisson	R+2	340m <sup>2</sup>	2019
Ville de Blois	Salle de sport	Blois	-	350m <sup>2</sup>	2019

## 2.12. Annexes du dossier Technique - Figures

Figure 1 – Schéma de principe d'un mur ossature bois contreventé par un panneau RWH côté extérieur

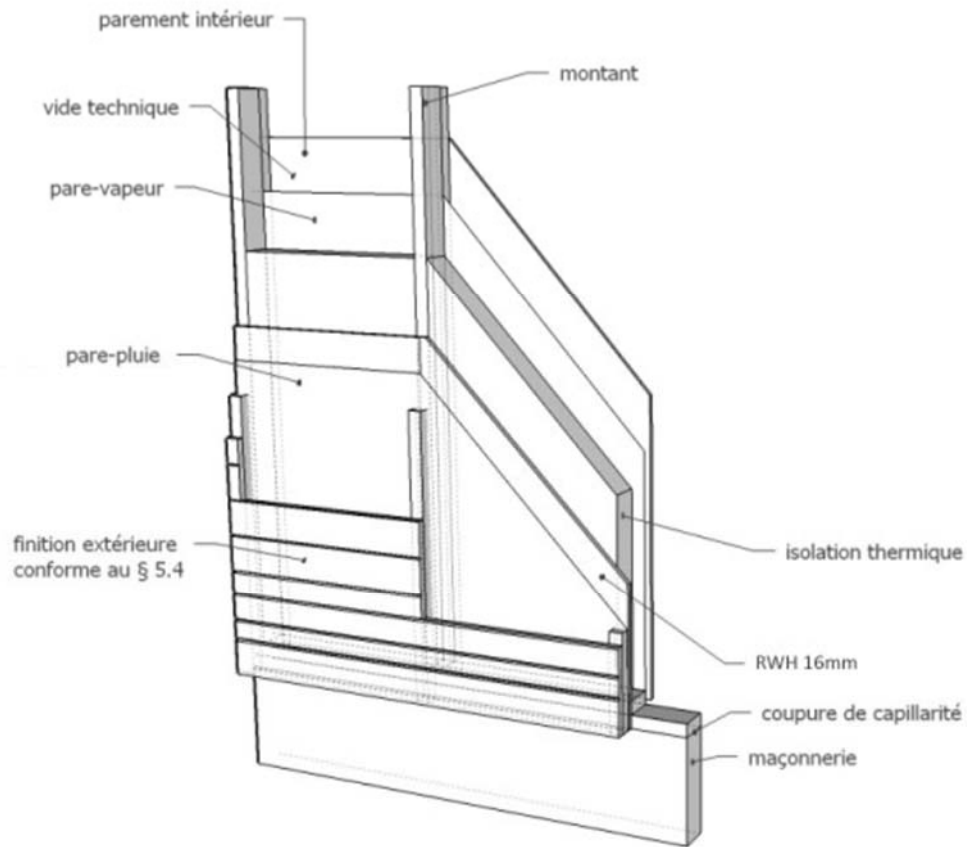
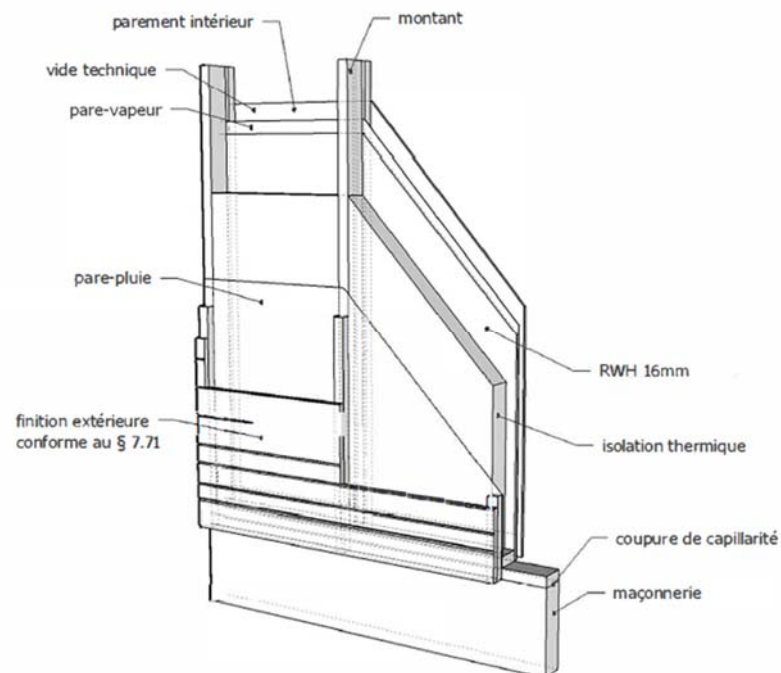
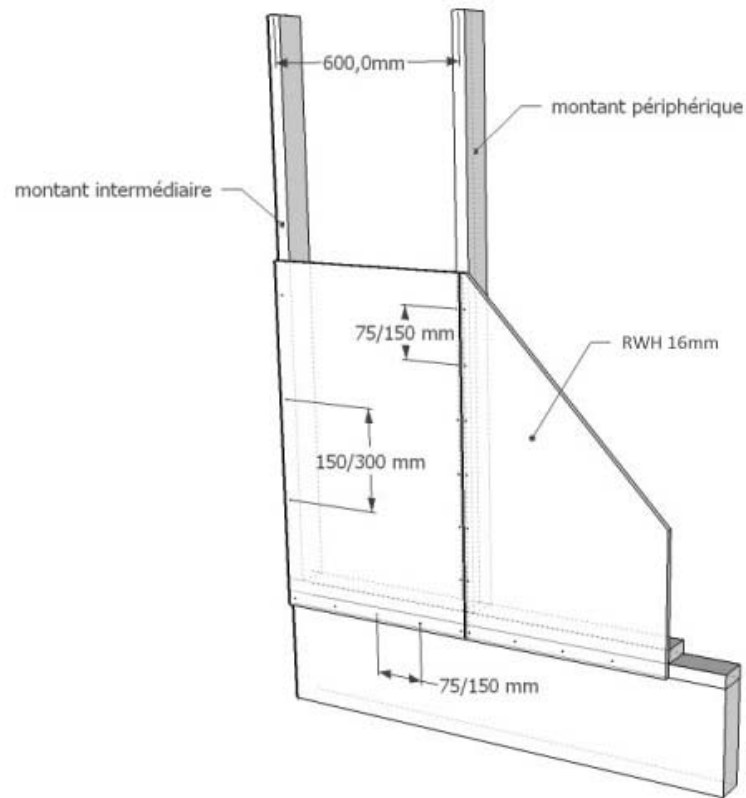


Figure 2 – Schéma de principe d'un mur ossature bois contreventé par un panneau RWH côté intérieur

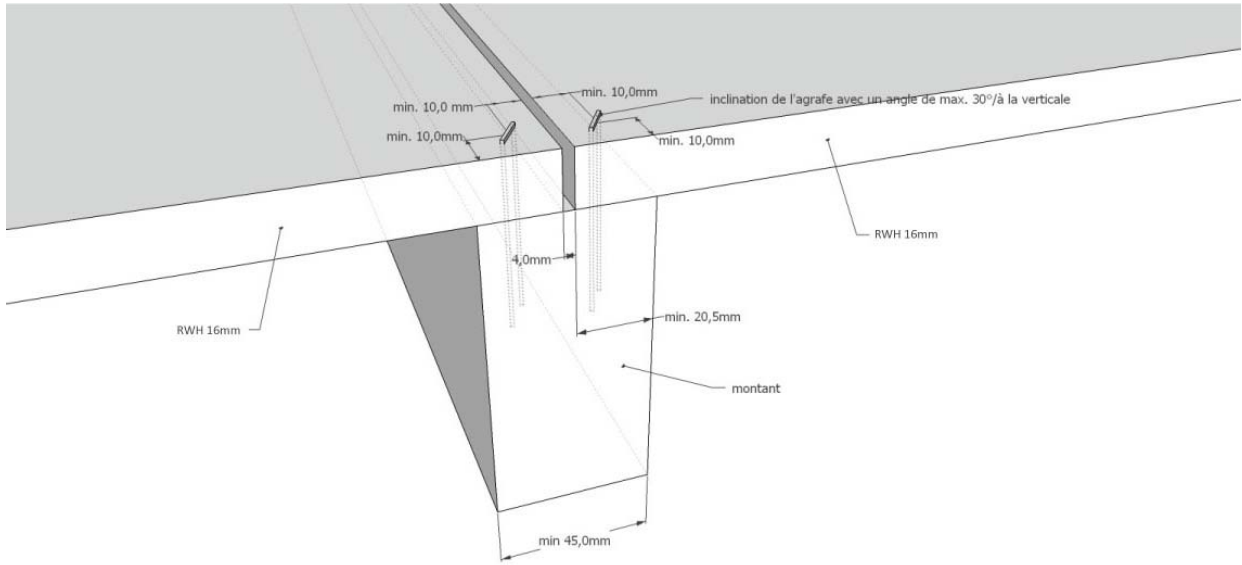


**Figure 3 – Fixation du panneau RWH sur les montants périphériques et sur les montants intermédiaires.**





**Figure 4a – Détail de la jonction des Plaques RWH à bords droits, avec fixation par agrafes**



**Figure 4b – Détail de la jonction des Plaques RWH à bords droits, avec fixation par pointes**

