



INSTITUT TECHNOLOGIQUE

Essais en cellules climatiques sur des parois à ossature bois

Livrable de la tâche 2.4

Projet Thermique d'été construction Ossature bois

Chef de projet : Sylvain BOULET
Équipe projet : Zaratiana MANDRARA

Date : Avril 2017

Siège social

10, rue Galilée
77420 Champs-sur-Marne
Tél +33 (0)1 72 84 97 84
www.fcba.fr

Siret 775 680 903 00132
APE 7219Z
Code TVA CEE : FR 14 775 680 903

Institut technologique FCBA :
Forêt, Cellulose, Bois – Construction
Ameublement

SOMMAIRE



1. INTRODUCTION ET CONTEXTE	5
2. PRESENTATION DES ESSAIS	5
2.1 Description de la plateforme d'essai	5
2.1.1.1. Instrumentation et protocole de mesures.....	7
2.1.1.2. Régulation des ambiances à l'intérieur des cellules.	8
2.2 Configurations des parois testées	9
2.2.1 Compositions des parois à tester	9
2.2.2 Montage des parois à tester.....	11
3. SCENARIOS ET RESULTATS.....	13
3.1 Calibration des cellules climatiques	13
3.1.1 Climats extérieurs	13
3.1.2 Températures intérieures	14
3.1.1 Humidités relatives intérieures.....	15
3.2 Evolution libre dans les deux cellules	16
3.2.1 Analyse des températures.....	16
3.2.2 Analyse des humidités absolues	18
3.3 Mise en place de scénarios d'ambiances intérieures.....	20
3.3.1 Etude du comportement hydrique de différents couple parement intérieur/revêtement.....	21
3.3.1.1. Comparaison de deux parements en plaque de plâtre brut pour les deux murs.....	21
3.3.1.2. Comparaison d'un parement intérieur en plâtre peint avec un plâtre brut	24
3.3.1.1. Comparaison d'un parement intérieur en lambris brut avec un plâtre brut.....	27
3.3.1.2. Comparaison d'un parement intérieur en lambris brut avec un lambris avec finition en lasure	30
3.3.2 Etude de l'impact des ponts thermiques intégrés.....	31
3.3.2.1. Présentation du montage du mur	31
3.3.2.2. Analyse des températures.....	32
4. CONCLUSION	34

TABLE DES FIGURES

Figure 1– Vue sur les cellules sans façade	6
Figure 2– Façade des cellules d'essai	6
Figure 3– Coupes verticales des cellules et photo des ouvertures du côté intérieur	6
Figure 4 : Acquisition par radiofréquence	7
Figure 5: Capteur de température et	7
Figure 12: Positions des capteurs dans le mur 1	7
Figure 12: Positions des capteurs dans le mur 2	8
Figure 9: Régulateur de température dans les cellules	8
Figure 10: Humidificateur d'air QLIMA H 509	9
Figure 11: Composition du mur « original » (mur 1)	9
Figure 12: Composition du mur « classique » (mur 2)	10
Figure 16: photos du montage du mur 1	11
Figure 16: photos du montage du mur 2	12
Figure 16: photo des deux parois exposées à l'extérieur	12
Figure 15: T et HR de la lame d'air ventilé en été 2015	13
Figure 16: T et HR de la lame d'air ventilé en été 2016	14
Figure 17: Températures intérieures des deux cellules en été 2015	14
Figure 18 : Températures intérieures des cellules en été 2016	15
Figure 19: Humidités relatives intérieures des deux cellules en été 2015	15
Figure 20: Humidités relatives intérieures des deux cellules en été 2016	16
Figure 21: Températures à mi- épaisseur des isolants principaux 145mm	17
Figure 22: Températures aux interfaces entre les éléments de barrière de vapeur et les isolants principaux 145mm	17
Figure 23: Températures intérieures dans les deux cellules en période estivale	18
Figure 24: Humidités absolues intérieures des deux cellules en été 2016	19
Figure 25: Humidités absolues de part et d'autre de l'OSB dans le mur 1 et de part et d'autre du pare-vapeur dans le mur 2 en période estivale	20
Figure 26: Humidités absolues de l'air intérieur pour les murs M1 et M2	22
Figure 27: Humidités absolues de l'air intérieur et derrière la plaque de plâtre dans les deux murs.	22
Figure 28: Humidités absolues de l'air intérieur et derrière les plaques de plâtres (c)	23
Figure 29: Humidités absolues de l'air intérieur et derrière les plaques de plâtres (d)	23
Figure 30: Revêtements intérieurs : Mur 1 plâtre peint et Mur 2 plâtre brut	24
Figure 31: Humidités absolues intérieures des cellules: Mur 1 plâtre peint et Mur 2 plâtre brut	25
Figure 32: Focus sur les revêtements : Mur 1 plâtre peint et Mur 2 plâtre brut	26
Figure 33: Focus sur les revêtements : Mur 1 plâtre peint et Mur 2 plâtre brut	27
Figure 34: Revêtements intérieurs : Mur 1 en lambris brut et Mur 2 en plâtre brut	27
Figure 35: Humidités absolues intérieures : parement intérieur en lambris brut sur le mur 1 et plaque de plâtre brut sur le mur 2	28
Figure 36: Focus sur les revêtements intérieurs : Mur 1 en lambris brut et Mur 2 en plâtre brut (chauffage et humidification)	29
Figure 37: focus sur les revêtements intérieurs : Mur 1 en lambris brut et Mur 2 en plâtre brut (chauffage seul)	30
Figure 38: Revêtements intérieurs : Mur 1 en lambris brut et Mur 1 en lambris finition lasure	30
Figure 39: Revêtements intérieurs : Mur 1 en lambris brut et Mur 1 en lambris finition lasure	31

<i>Figure 40: Montage d'un mur avec une composition classique mais sans montants en bois.</i>	32
<i>Figure 41: Températures intérieures d'un mur avec et sans montants en bois</i>	33
<i>Figure 42: Températures au milieu des isolants principaux 145mm</i>	33

1. INTRODUCTION ET CONTEXTE

La construction à ossature bois est pénalisée en matière de confort thermique, du fait de son inertie jugée légère voire très légère par la réglementation. Le projet Thermique d'été bois tente d'apporter une réponse en identifiant l'impact réel des principaux paramètres spécifiques à la construction bois et en travaillant sur les trois phénomènes suivants, constituant trois sous-tâches dans la tâche 2 intitulée « Evolution des méthodes » :

- ✓ L'Inertie hygroscopique
- ✓ Les ponts thermiques intégrés
- ✓ Les effets de la lame d'air ventilé

L'Institut Technologique FCBA a réalisé des essais dans des cellules climatiques pour compléter les études sur le comportement des murs à ossature en bois. L'objectif des essais est de confronter et valider les résultats issus des sous-tâches citées précédemment.

L'autre objectif consiste à mieux comprendre le comportement de différentes configurations de parois à ossature en bois, exposées au climat aquitain chaud et sec.

Ce livrable comporte une première partie présentant les protocoles, les murs étudiés ainsi que les instruments de mesures et une deuxième partie présentant les scénarios et résultats des essais.

2. PRESENTATION DES ESSAIS

2.1 Description de la plateforme d'essai

Les équipements des essais permettent la mesure des propriétés de transmission thermique et hygroscopique de deux parois extérieures simultanément, soumis aux mêmes conditions climatiques intérieures et extérieures.

Les cellules d'essai présentent les spécificités techniques suivantes:

- ✓ Les parois sont sur-isolées sur cinq faces : 200mm d'isolant en PU emprisonné entre deux lames métalliques de 1mm ;
- ✓ les cellules sont posées sur des plots en bois de l'ordre de 10 cm de hauteur afin de se dégager des conditions limites du contact direct de la cellule avec la dalle béton ;
- ✓ Les cellules sont abritées dans un local fermé sur cinq faces : à l'abri du soleil, du vent et de la pluie ;
- ✓ Les 5 faces des cellules sont exposées à une température extérieure à l'ombre ;
- ✓ Les cellules sont étanches à l'eau et à l'air ;
- ✓ La jonction entre les parois à tester (façade) et les cellules adiabatiques est réalisée à l'aide d'un cadre métallique isolé, permettant ainsi de limiter toute déperdition à l'air et aux échanges thermiques issue de cette liaison.



Figure 1– Vue sur les cellules sans façade

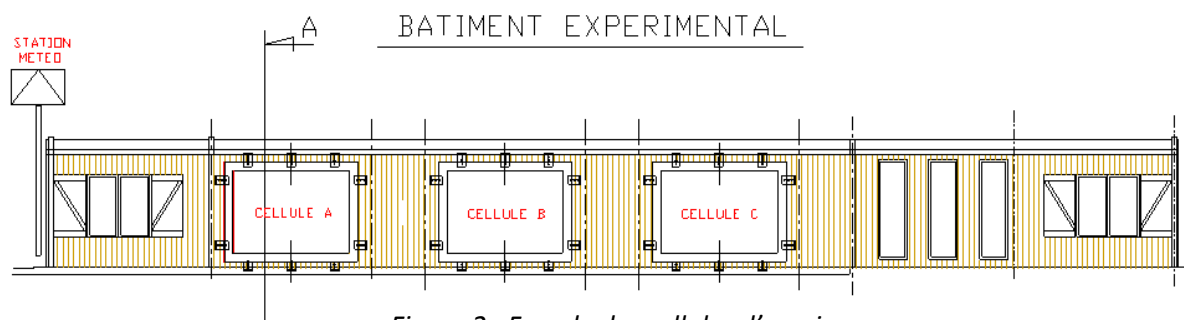


Figure 2– Façade des cellules d'essai

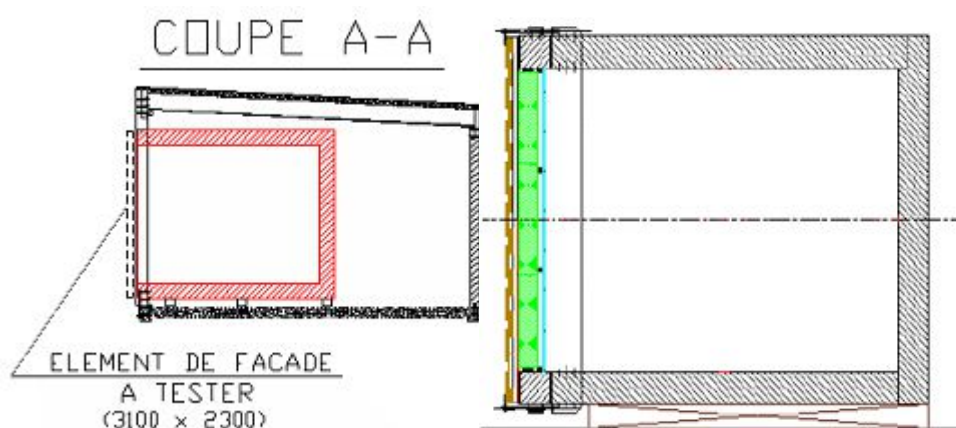


Figure 3– Coupes verticales des cellules et photo des ouvertures du côté intérieur

2.1.1.1. Instrumentation et protocole de mesures

L'acquisition des mesures est réalisée à l'aide d'une centrale d'acquisition. Il s'agit de la température et de l'humidité relative de l'air (intérieur et extérieur) ainsi que les températures et humidités relatives des interfaces de parois.

Le transfert des mesures s'effectue par radiofréquence via un système nommé Newsteo. Chaque capteur est relié à un boîtier muni d'antenne, que l'ordinateur détecte en passant par clé USB. Le logiciel RF monitor permet la lecture des données en temps réel sur une fenêtre graphique, et les mesures sont enregistrées dans une base de données exploitable par un logiciel qui permet aussi l'exportation des données pour une utilisation externe.



Figure 4 : Acquisition par radiofréquence



Figure 5: Capteur de température et Humidité relative : STH 55 (Newsteo)
Température : -25 à $+80^{\circ}\text{C} \pm 0,4^{\circ}\text{C}$
HR : 0 à $100\% \pm 2\%$

Les capteurs de température et humidité relative sont disposés en chaque interface des matériaux composant les parois à tester, à mi-hauteur des échantillons de façade et à l'entraxe des montants du milieu.

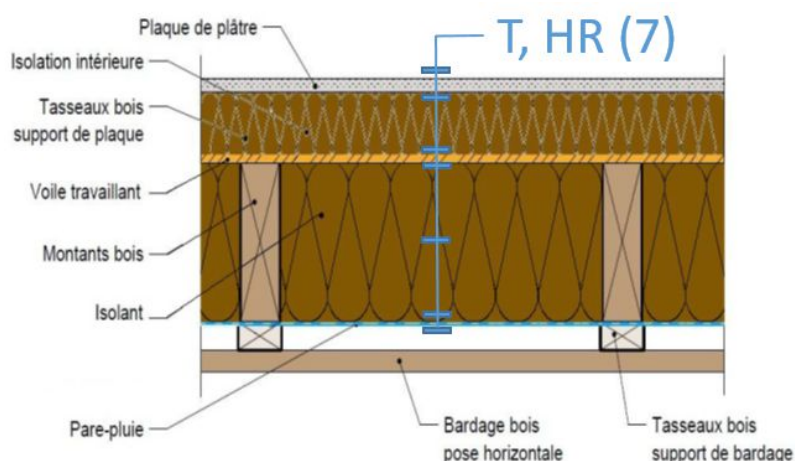


Figure 6: Positions des capteurs dans le mur 1

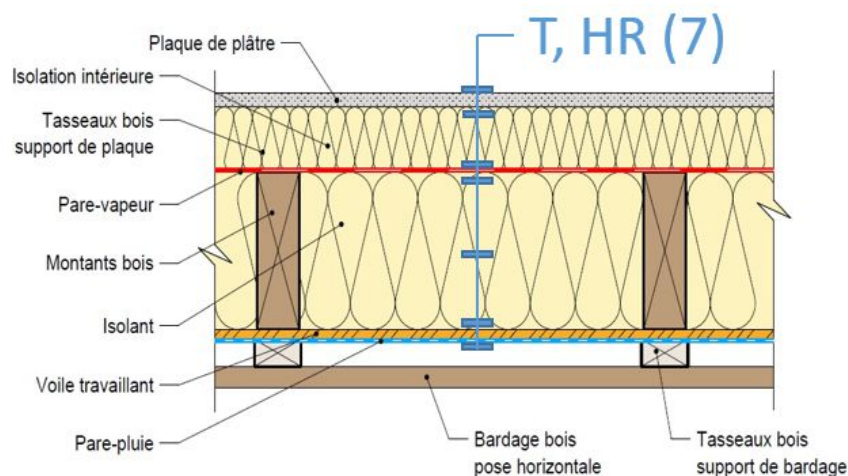


Figure 7: Positions des capteurs dans le mur 2

Le pas de temps choisi pour les campagnes de mesures est de 10 minutes.

Les paramètres de comparaison des deux parois sont les profils et évolutions de températures et d'humidité relative ou humidité absolue en chaque interface des matériaux, ainsi que les températures et humidités de l'air intérieur des cellules.

2.1.1.2. Régulation des ambiances à l'intérieur des cellules.

Nous disposons d'un système de régulation pour maintenir les ambiances à des températures constantes.



Figure 8: Régulateur de température dans les cellules

En ce qui concerne l'humidité intérieure, nous pouvons apporter une charge humide par ultrason. Un humidificateur QLIMA H509 diffuse des vapeurs d'eau à température ambiante (sans apport de chaleur en surplus). Le degré d'humidification est réglable sur trois niveaux et l'appareil est pourvu d'un hygromètre. La capacité du réservoir d'eau est de 6L correspondant à l'humidification d'un volume de 40m³.



Figure 9: Humidificateur d'air QLIMA H 509

2.2 Configurations des parois testées

Les essais effectués dans le cadre du projet Thermique d'été Bois, consistent à comparer le comportement thermique et hygroscopique de deux parois à ossature bois, soumises à une même exposition au climat extérieur : climat aquitain chaud et sec.

2.2.1 Compositions des parois à tester

La première paroi « MUR 1 » est composée d'une ossature principale de 145x45mm en laine de bois avec une sur-isolation intérieure de 40mm en laine de bois, sans pare-vapeur. Le contreventement en panneau OSB est posé côté intérieur et joue le rôle de frein-vapeur. Le mur 1 correspondant à une configuration de mur « original ».

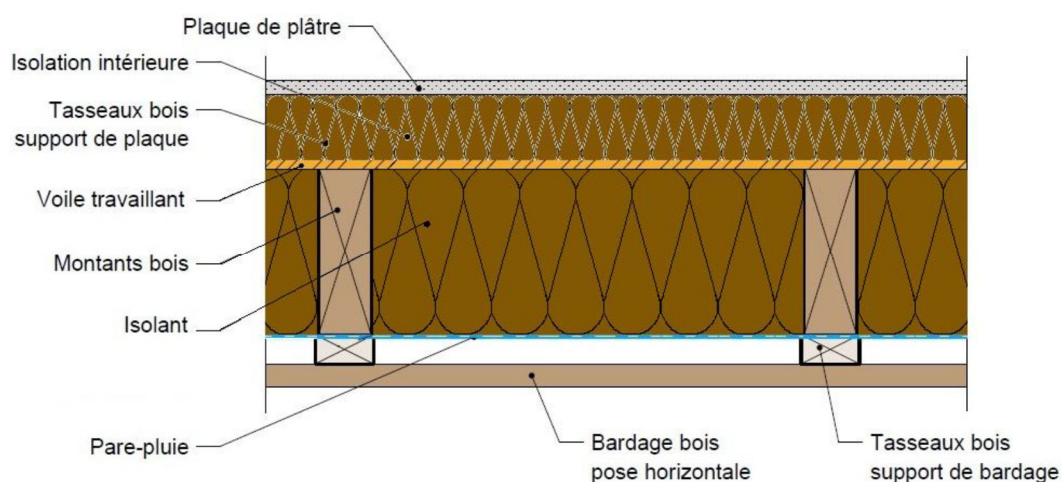


Figure 10: Composition du mur « original » (mur 1)

La deuxième paroi « MUR 2 » est analogue au mur ME04 du Catalogue Construction Bois¹ avec ossature principale de 145x45mm (laine de verre) + 40mm d'isolant intérieur (laine de verre) avec pare-vapeur, correspondant à une configuration de mur « standard ».

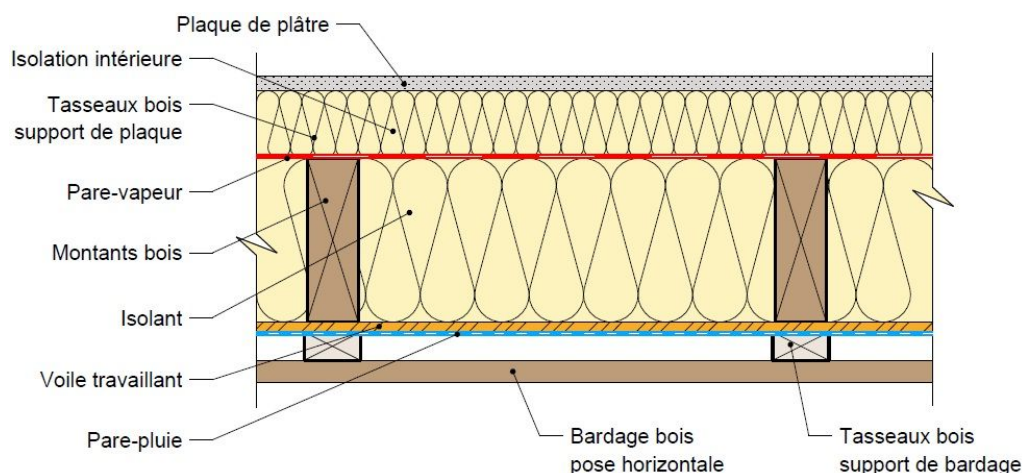


Figure 11: Composition du mur « classique » (mur 2)

¹ www.catalogue-construction-bois.com

Les caractéristiques des matériaux composant les deux murs sont présentés dans le tableau suivant : les compositions ont été validées par le comité de pilotage du projet.

Tableau : Compositions des parois

	MUR 1	MUR 2
Parement intérieur	BA 13	BA 13
Sur-isolation intérieure	Laine de bois 40mm $\lambda=0,036 \text{ W/mK}$	Laine de verre 40mm $\lambda=0,035 \text{ W/mK}$
Tasseaux (derrière les parements)	Sapin : section 40*40 mm	Sapin : section 40*40 mm
Barrière de vapeur	Panneau OSB 10mm	Film pare-vapeur $S_d=18\text{m}$
Isolant entre montants	Laine de bois : 145mm $\lambda=0,036 \text{ W/mK}$	Laine de verre : 145mm $\lambda=0,035 \text{ W/mK}$
montants	Pin : section 36*145mm	Pin : section 36*145mm
Contreventement	Côté intérieur : OSB 10mm	Côté extérieur : OSB 10mm
Pare-pluie	Textile $S_d=0,05\text{m}$	Textile $S_d=0,05\text{m}$
Lame d'air ventilée	Tasseaux bois : 25*25mm	Tasseaux bois : 25*25mm
Revêtement extérieur	Bardage Bois sapin du Nord traité en autoclave de 21mm	Bardage Bois sapin du Nord traité en autoclave de 21mm

2.2.2 Montage des parois à tester

L'ordre de montage du mur 1 est le suivant :

- ✓ Fixation des panneaux OSB du côté intérieur sur les montants et cadre en bois
- ✓ Mise en place des isolants principaux entre montants (1)
- ✓ Pose de pare-pluie textile à l'extérieur (2)
- ✓ Pose des tasseaux et bardages bois extérieurs (2)
- ✓ Installation de la sur-isolation intérieure entre des tasseaux horizontaux (3)
- ✓ Pose des plaques de plâtres BA 13 et finition (4)

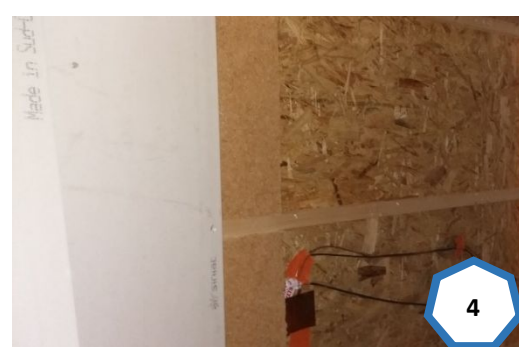
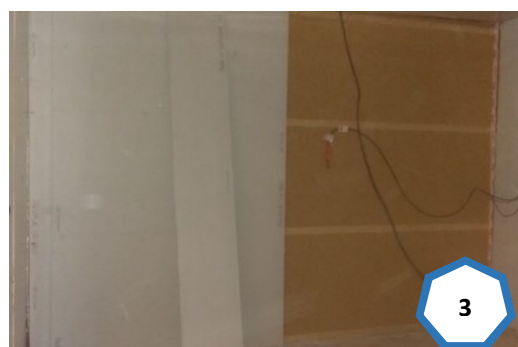


Figure 12: photos du montage du mur 1

De même, l'ordre de montage du mur 2 :

- ✓ Fixation des panneaux du côté extérieur sur les montants et cadre en bois
- ✓ Mise en place des isolants principaux entre montants (1)
- ✓ Agrafage de pare-vapeur sur le côté intérieur des montants et cadre (2)
- ✓ Installation de la sur-isolation intérieure entre des tasseaux horizontaux (3)
- ✓ Pose des plaques de plâtres BA 13 et finition (4)
- ✓ Pose du pare-pluie textile sur les panneaux OSB à l'extérieur (5)
- ✓ Pose des tasseaux et bardages bois extérieurs (5) (6)

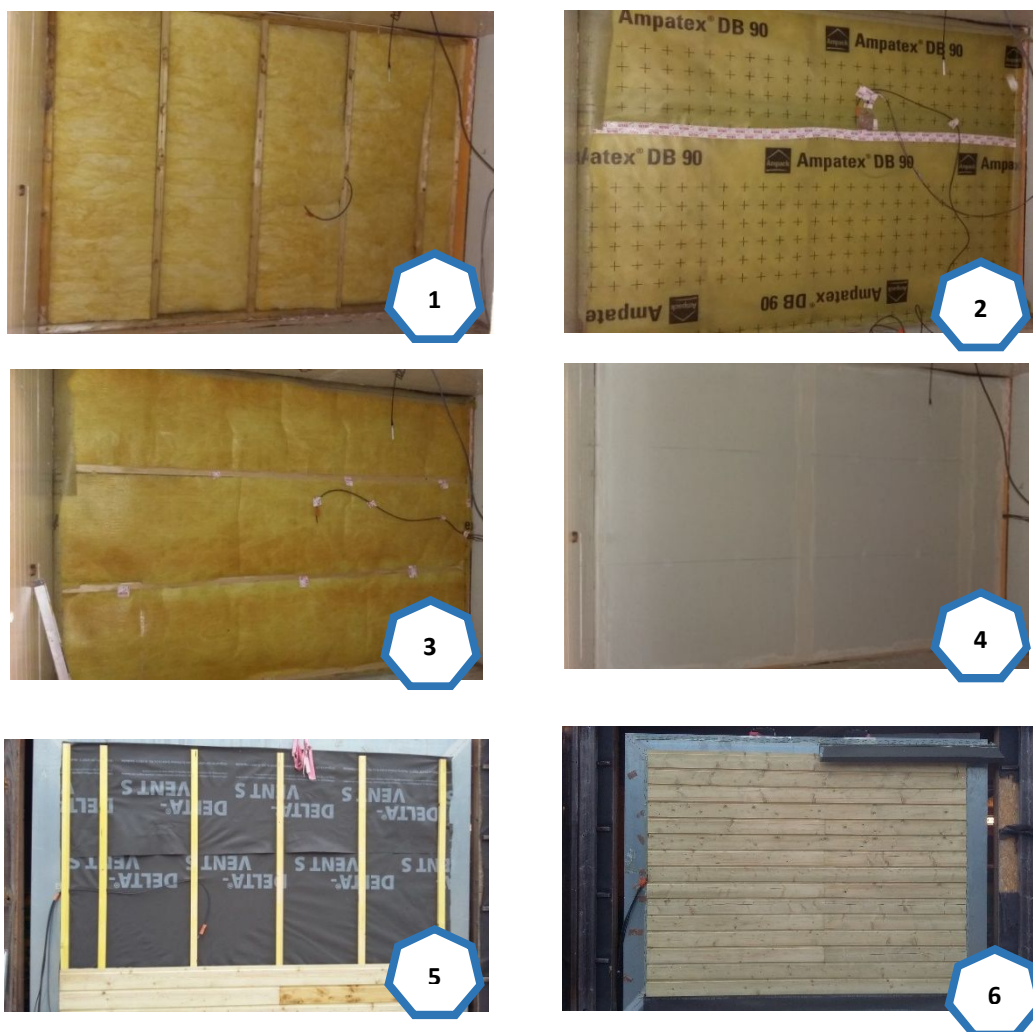


Figure 13: photos du montage du mur 2



Figure 14: photo des deux parois exposées à l'extérieur

3. SCENARIOS ET RESULTATS

3.1 Calibration des cellules climatiques

Durant l'été 2015, nous avons effectué des essais en évolution libre pour les deux parois décrites précédemment. Ces mesures servent de calibration pour que les deux cellules soient soumises à des conditions intérieures identiques en température et humidité relative. Nous avons réalisé ces mesures en évolution libre sur deux périodes d'été en 2015 et en 2016 au cours du projet.

3.1.1 Climats extérieurs

Les mesures dans la lame d'air ventilée extérieures sont proches sur les deux années d'été. Les températures moyennes sont autour de 30°C et les humidités relatives sont autour de 45%. Les figures 15 et 16 représentent les températures et humidités relatives extérieures pendant les deux étés pour une période de 4 jours.

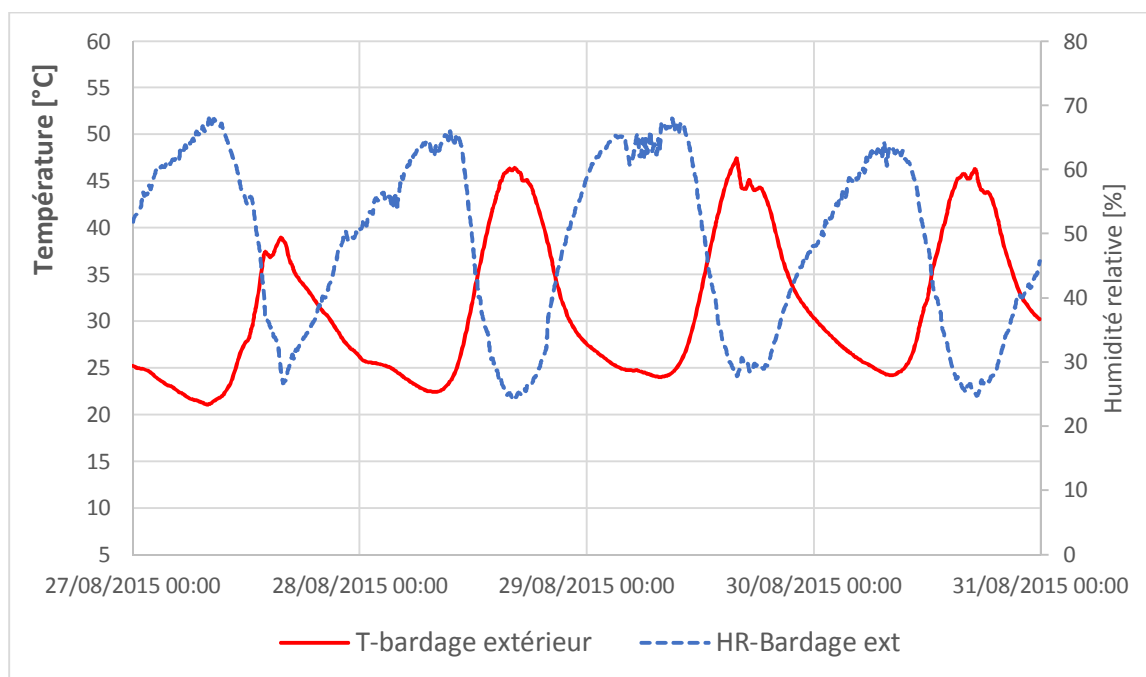


Figure 15: T et HR de la lame d'air ventilé en été 2015

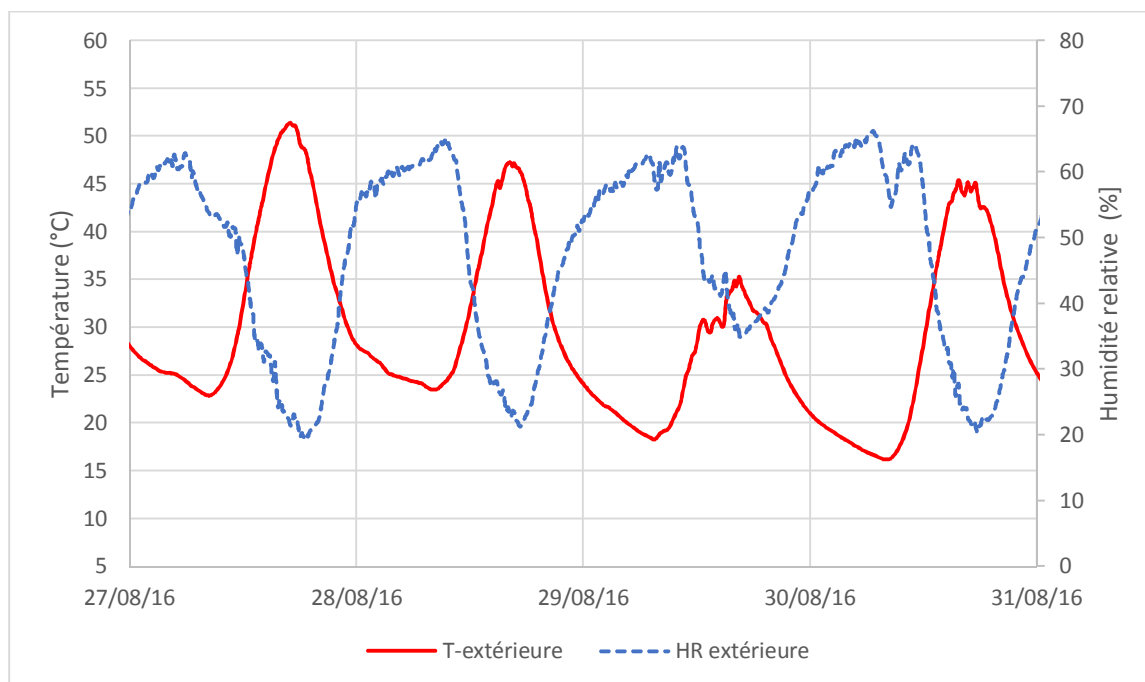


Figure 16: T et HR de la lame d'air ventilé en été 2016

3.1.2 Températures intérieures

L'évolution des températures intérieures obtenues dans les deux cellules sont quasi-similaires, suivant l'évolution extérieure avec un retard d'approximativement trois heures.

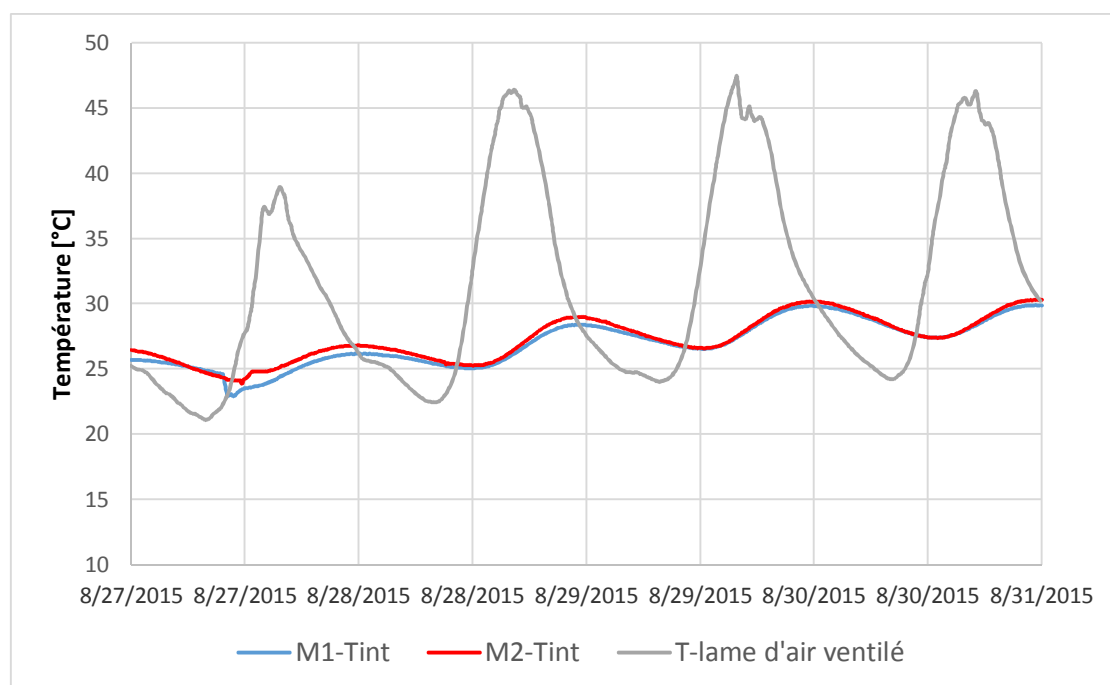


Figure 17: Températures intérieures des deux cellules en été 2015

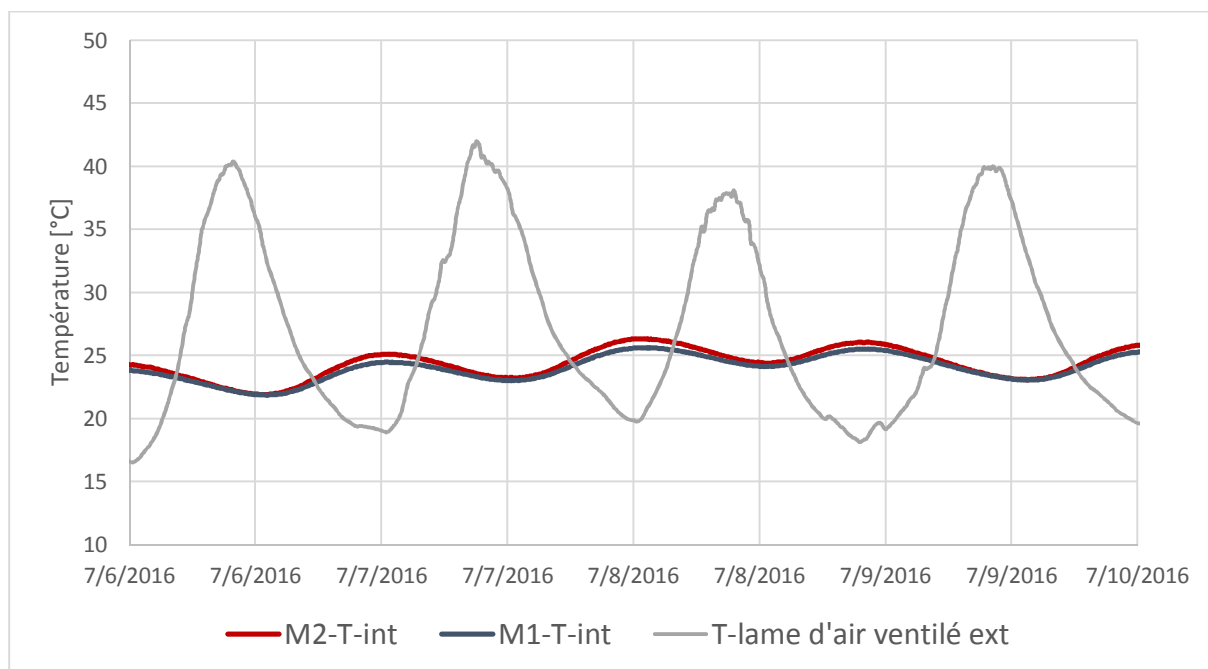


Figure 18 : Températures intérieures des cellules en été 2016

Les mesures de 2016 confirment les observations de 2015 : en période estivale, les températures intérieures des deux cellules sont quasi-identiques lorsqu'elles sont évolution libre.

3.1.1 Humidités relatives intérieures

En ce qui concerne l'humidité relative dans les cellules, nous retrouvons des évolutions similaires dans les deux cellules. Les valeurs maximales intérieures sont influencées par l'humidité relative extérieure. Nous observons que les humidités relatives intérieures sont maintenues à des valeurs entre 55 à 70% pendant l'été 2015. Les minimums d'humidité relative à l'extérieur ne sont pas observés à l'intérieur des deux cellules. L'absence d'ouverture et d'aération dans les cellules contribue à maintenir une certaine quantité d'humidité relative intérieure.

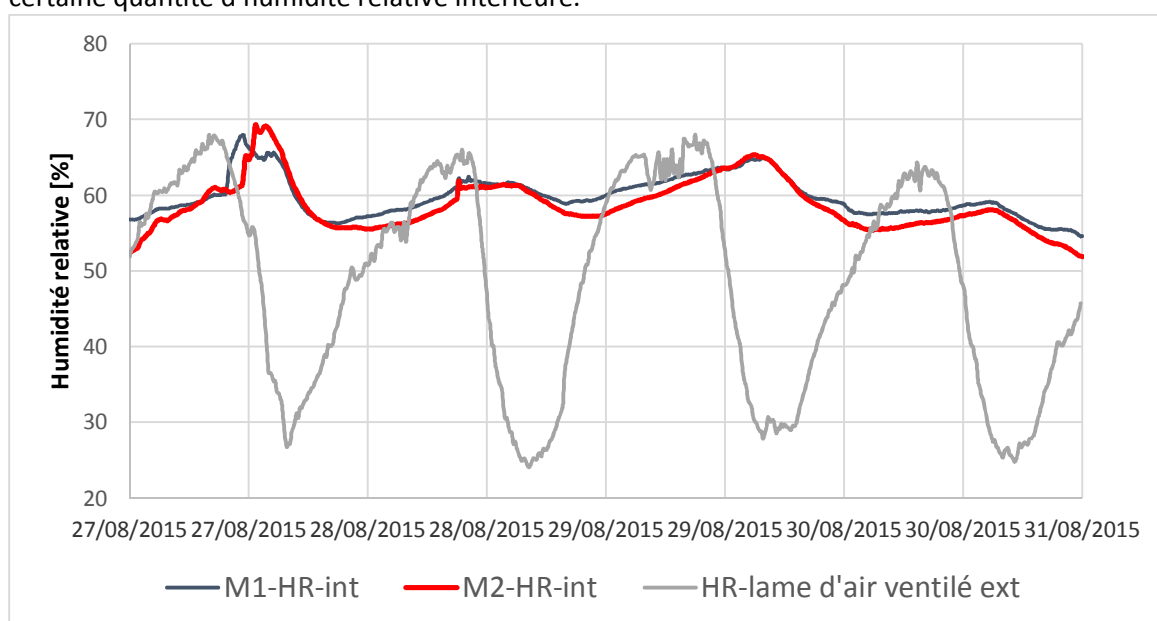


Figure 19: Humidités relatives intérieures des deux cellules en été 2015

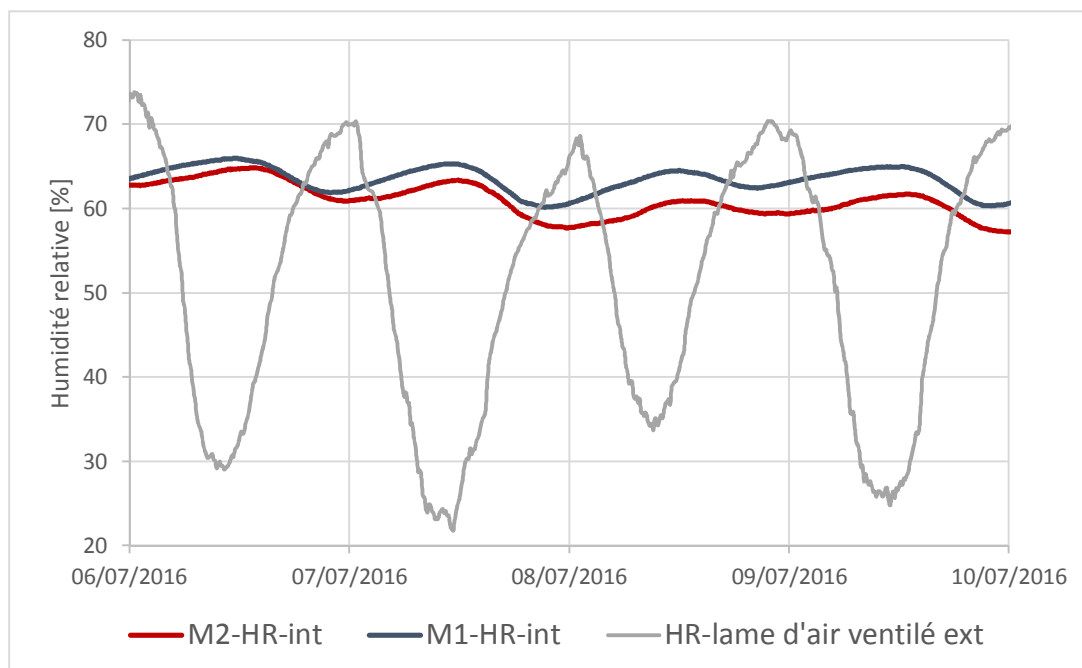


Figure 20: Humidités relatives intérieures des deux cellules en été 2016

Les humidités relatives obtenues pendant l'été 2016 confirment les mesures de l'été 2015 : les deux cellules sont à des niveaux d'humidité relative quasi-identiques lorsqu'elles sont en évolution libre. Les différences observées sont inférieures à la précision des mesures d'humidité relative comprise entre 5 et 10%.

3.2 Evolution libre dans les deux cellules

3.2.1 Analyse des températures

Une comparaison de températures en quelques interfaces de matériaux a été effectuée dans les deux murs :

- Au milieu des isolants principaux 145mm
- Aux interfaces intérieures les isolants principaux 145mm : pare-vapeur pour M2 et OSB pour M1
- Dans l'air intérieur des deux cellules

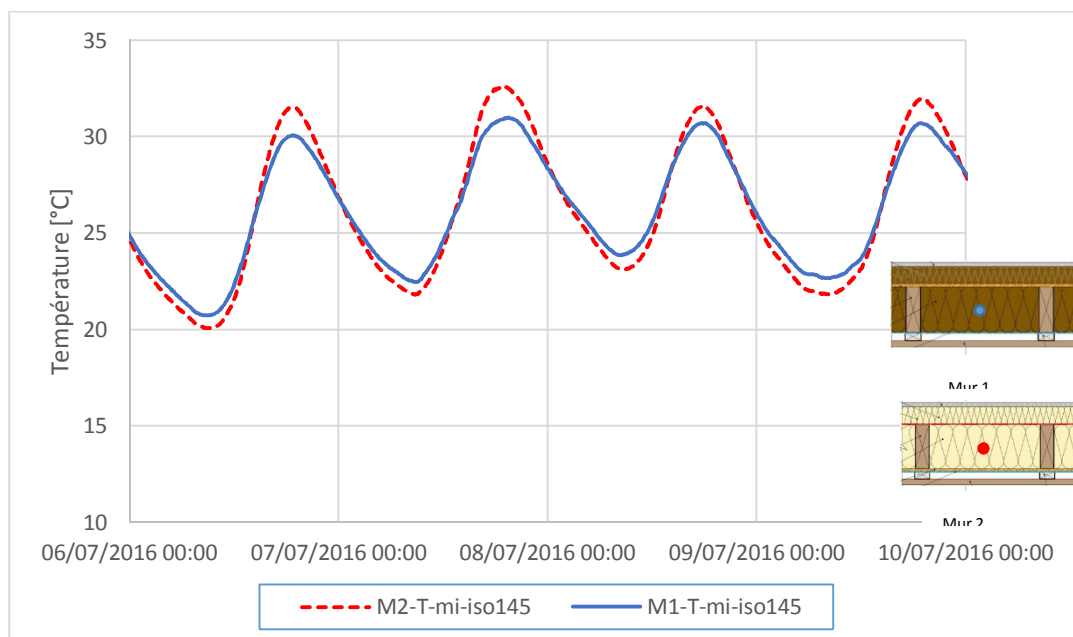


Figure 21: Températures à mi- épaisseur des isolants principaux 145mm

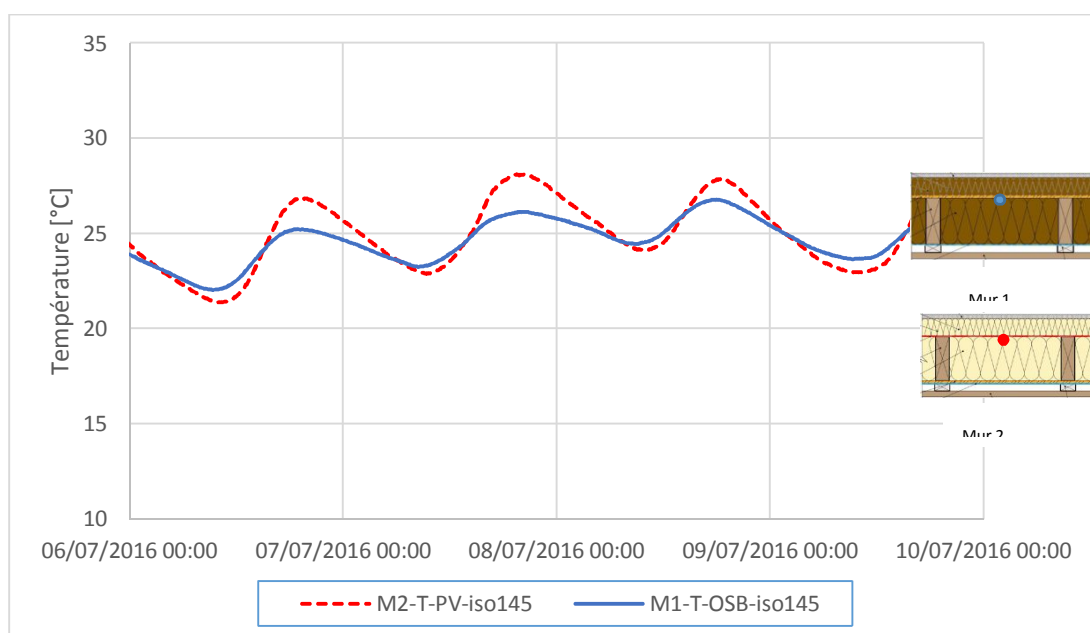


Figure 22: Températures aux interfaces entre les éléments de barrière de vapeur et les isolants principaux 145mm

À mi épaisseur des isolants (figure 21), on observe une amplitude moins importante dans le mur 1 et la différence entre les pics de températures est entre 0,5°C et 2°C. Cette différence est conservée au niveau de l'interface entre les barrières de vapeur (figure 22) et les isolants principaux même si les fluctuations ont diminué sous l'effet d'isolation.

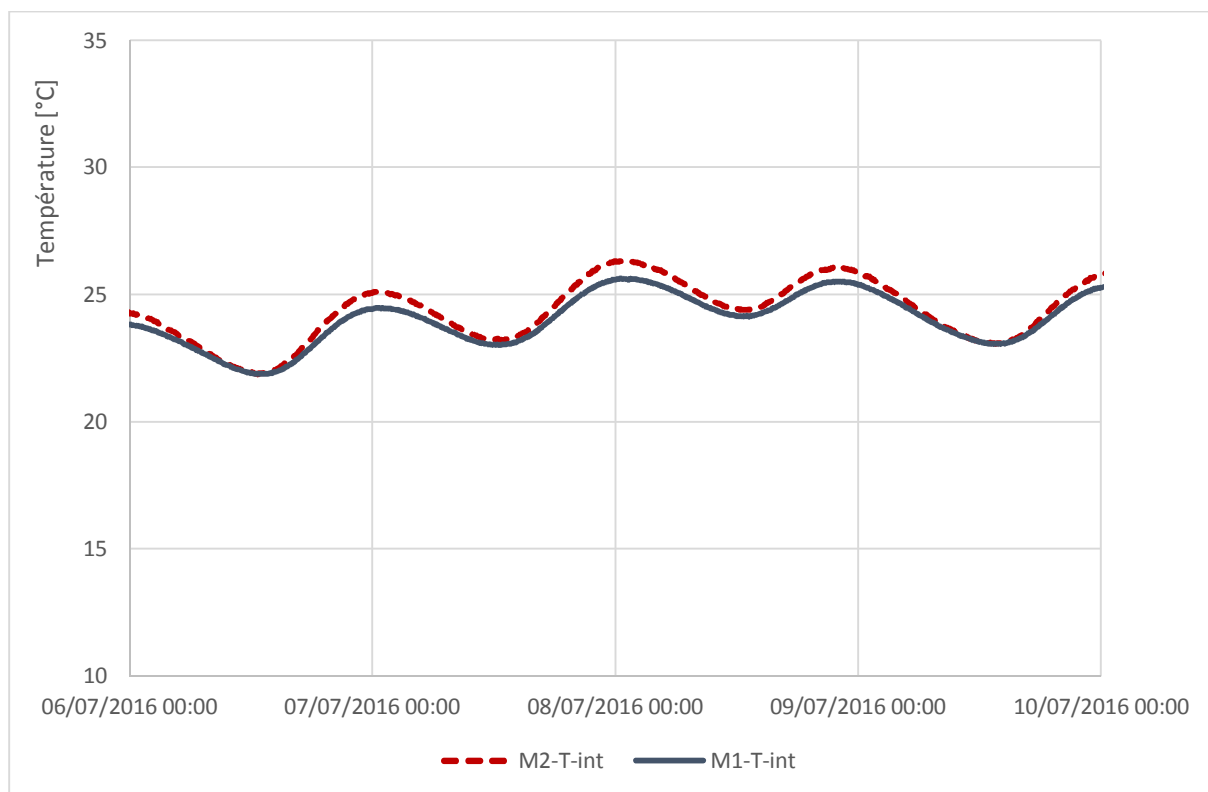


Figure 23: Températures intérieures dans les deux cellules en période estivale

Les températures intérieures pour les deux parois testées présentent des profils identiques, cependant, on peut constater que lors de pics de chaleur extérieur, la température à l'intérieure de la cellule de la paroi avec isolant en fibre de bois est moins élevée que la cellule avec paroi « standard » (jusqu'à 1°C).

Cet effet d'atténuation des pics de température dans le mur 1 peut donc contribuer à l'amélioration du confort d'été dans les ambiances intérieures.

3.2.2 Analyse des humidités absolues

Pour s'affranchir des effets de la température, nous allons analyser les valeurs en humidité absolue qui représente la quantité en kilogrammes de vapeur d'eau [kg vapeur/kg air sec] présente dans un volume d'air sec donné (1m³).

Les humidités absolues dans les deux cellules sont similaires pendant l'été. La cellule du mur 1 a une légère tendance à dépasser l'humidité absolue de la cellule du mur 2.

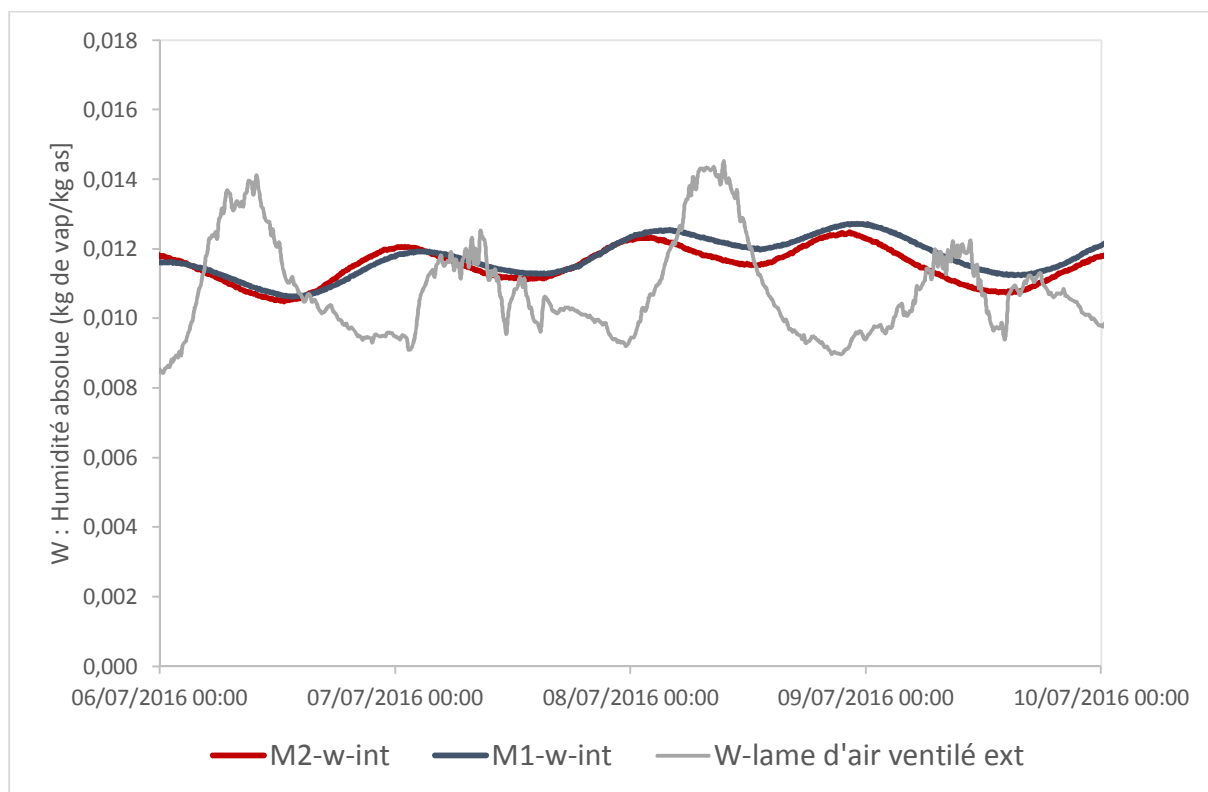


Figure 24: Humidités absolues intérieures des deux cellules en été 2016

Les mesures de la figure 24 font apparaître un même niveau d'humidité absolue dans l'air intérieur des deux cellules.

Les humidités intérieures dépendent de la résistance à la diffusion de vapeur des matériaux constituant chaque mur, en particulier l'élément de barrière à la vapeur.

Le rôle de la barrière de vapeur est assuré par une membrane pare-vapeur pour le mur 2 de référence ($S_d=18m$), et pour le mur 1, il s'agit du panneau OSB placé côté intérieur dont le coefficient de résistance à la diffusion de vapeur est beaucoup plus faible qu'une membrane pare vapeur ($S_d=2,5m$).

Nous allons donc nous concentrer sur les interfaces de part et d'autre de ces matériaux pour analyser les humidités des deux parois :

Mur 1 : isolant 40 / OSB et panneau OSB isolant 145 (lignes interrompues)

Mur 2 : isolant 40 / pare-vapeur et pare-vapeur / isolant 145 (lignes continues)

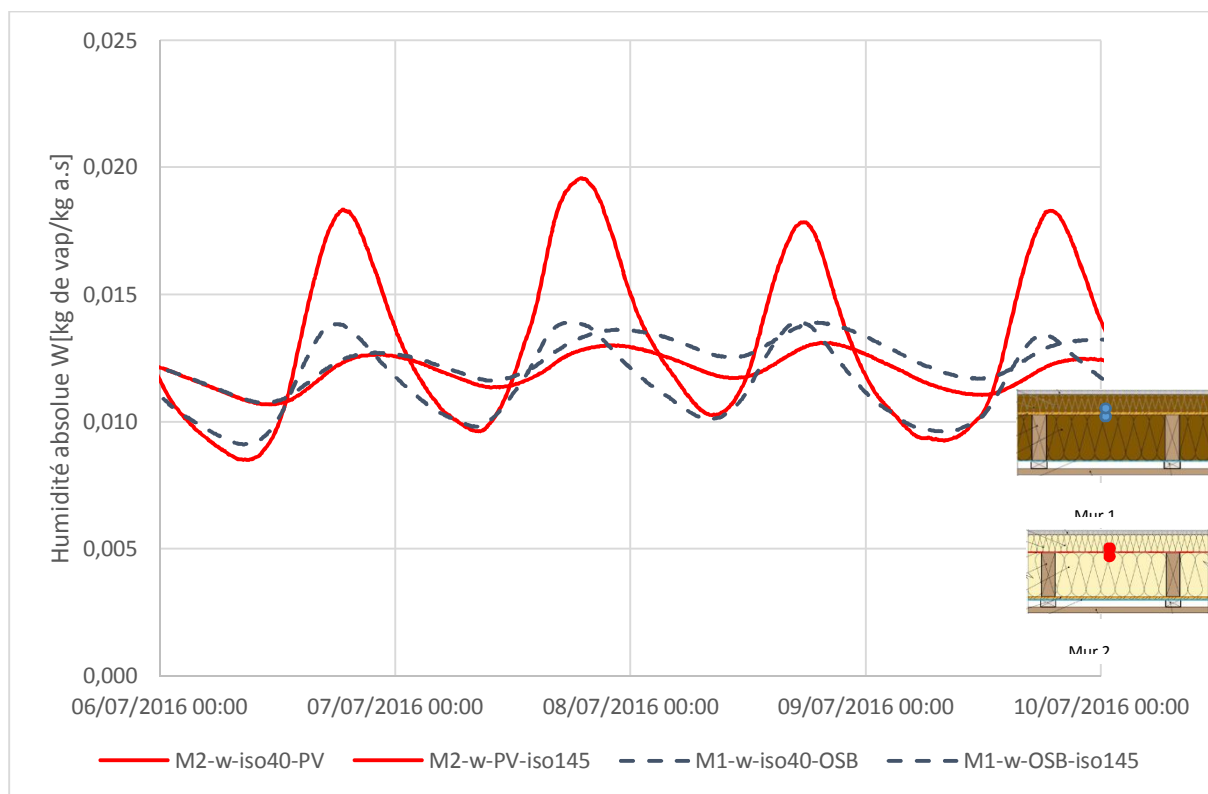


Figure 25: Humidités absolues de part et d'autre de l'OSB dans le mur 1 et de part et d'autre du pare-vapeur dans le mur 2 en période estivale

La figure 25 représente les humidités absolues de part et d'autre du pare-vapeur dans le mur 2 et de part et d'autre du panneau OSB dans le mur 1.

La fluctuation d'humidité qui arrive au niveau du pare-vapeur est beaucoup plus importante en passant par la laine de verre que par de la laine de bois. La laine de bois joue un rôle de stockage d'humidité et permet d'atténuer les pics.

Les humidités des interfaces avec les isolants 40mm intérieurs sont proches dans les deux murs. On peut dire que la résultante en humidité intérieure est comparable dans les deux murs malgré des compositions différentes.

La présence d'isolant plus lourd dans la paroi avec une capacité hygroscopique plus importante que la laine de verre, associée à une configuration favorisant les transferts de vapeur (OSB jouant le rôle de frein-vapeur, possédant un S_d moins important qu'une membrane pare-vapeur) permettent d'atténuer l'effet des pics de températures extérieures sur la réponse en température intérieure.

3.3 Mise en place de scénarios d'ambiances intérieures

En intersaison et en hiver, les différents scénarios d'ambiance suivants sont effectués à l'intérieur des cellules :

- ✓ Chauffage avec une consigne de 23°C
- ✓ Chauffage et apport d'humidité dans les cellules
- ✓ Apport d'humidité sans chauffage dans les cellules

3.3.1 Etude du comportement hydrique de différents couple parement intérieur/revêtement

Cette étude consiste à observer les effets des couches qui sont en contact avec l'ambiance intérieure des cellules, en particulier sur le transfert d'humidité. Dans ce travail nous avons considéré les paramètres suivants :

- ✓ Nature des parements intérieurs : plâtre ou bois
- ✓ Présence ou absence de finition : lasure, peinture

Pour ces essais, les compositions des deux parois initiales sont conservées. Les comparaisons effectuées sont les suivantes :

- ✓ Plaque de plâtre brute sans finition (Mur 2) et Plaque de plâtre brute (Mur 1)
Ce sont les deux murs initialement testés.
- ✓ Plaque de plâtre brute sans finition (Mur 2) et Plaque de plâtre peint (Mur 1)
Il s'agit d'une peinture acrylique : de teinte blanche, avec une qualité de finition haute (opacité, haut garnissant, tendu), protection hydrofuge.
- ✓ Plaque de plâtre brute sans finition (Mur2) et Lambris bois brut (Mur 1)
Il s'agit d'un lambris de lambris en sapin du nord de 15mm d'épaisseur
- ✓ Plaque de plâtre brute sans finition (Mur 2) et Lambris bois finition lasure (Mur 1) : même essence Sapin du nord de 15mm d'épaisseur.

3.3.1.1. Comparaison de deux parements en plaque de plâtre brut pour les deux murs

Ce sont les deux parois décrites dans le paragraphe 2.2.1 Compositions des parois à tester. Les scénarios des ambiances à l'intérieur des deux cellules sont les suivants

- a : maintien du chauffage à 23°C
- b et c : apport d'humidité et chauffage à 23°C
- d : apport d'humidité seule

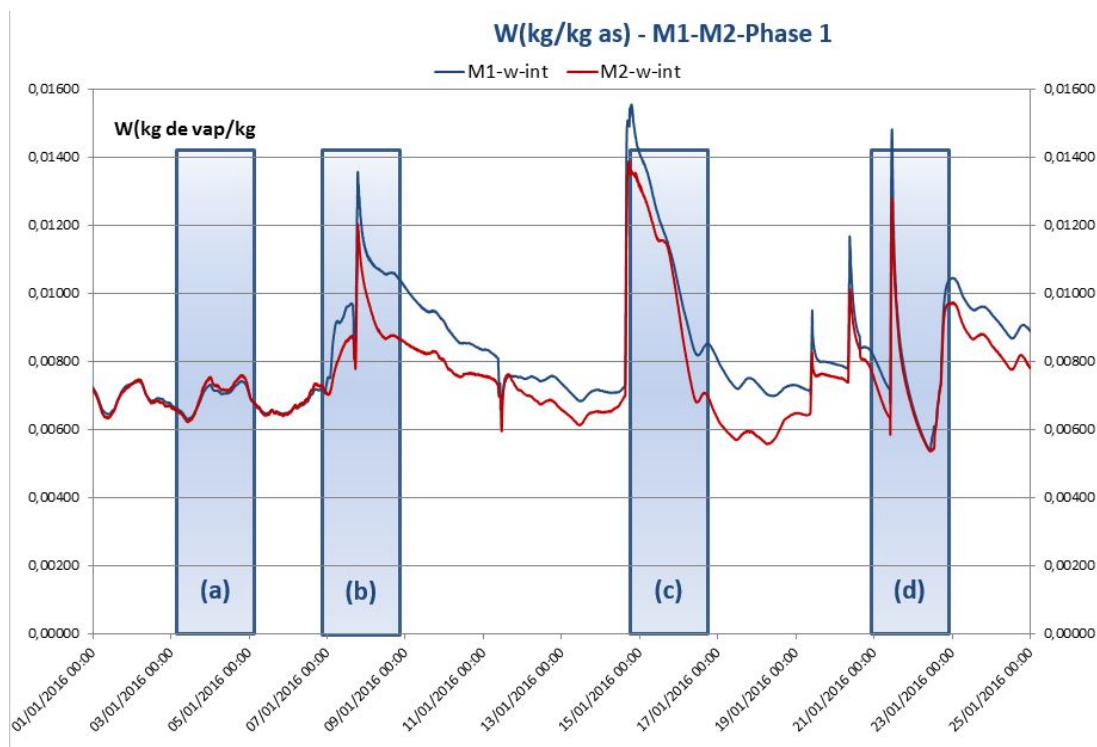


Figure 26: Humidités absolues de l'air intérieur pour les murs M1 et M2

Chauffage seul

Dans la figure 27, le comportement de l'air intérieur des deux cellules est identique aux incertitudes de mesures près.

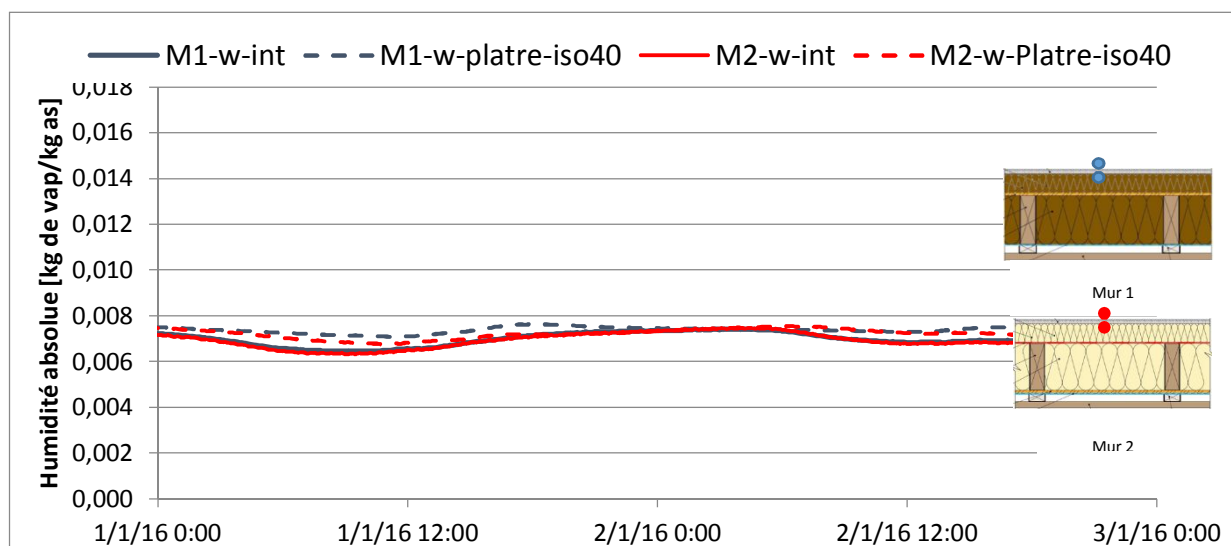


Figure 27: Humidités absolues de l'air intérieur et derrière la plaque de plâtre dans les deux murs.

Chauffage et humidification

Lorsqu'il y a humidification et chauffage, nous avons le même comportement dans l'air intérieur des deux cellules mais les humidités absolues derrière les plaques de plâtre sont différentes. Celle du mur 1 est moins impactée par l'apport d'humidité intérieure par rapport au mur 2.

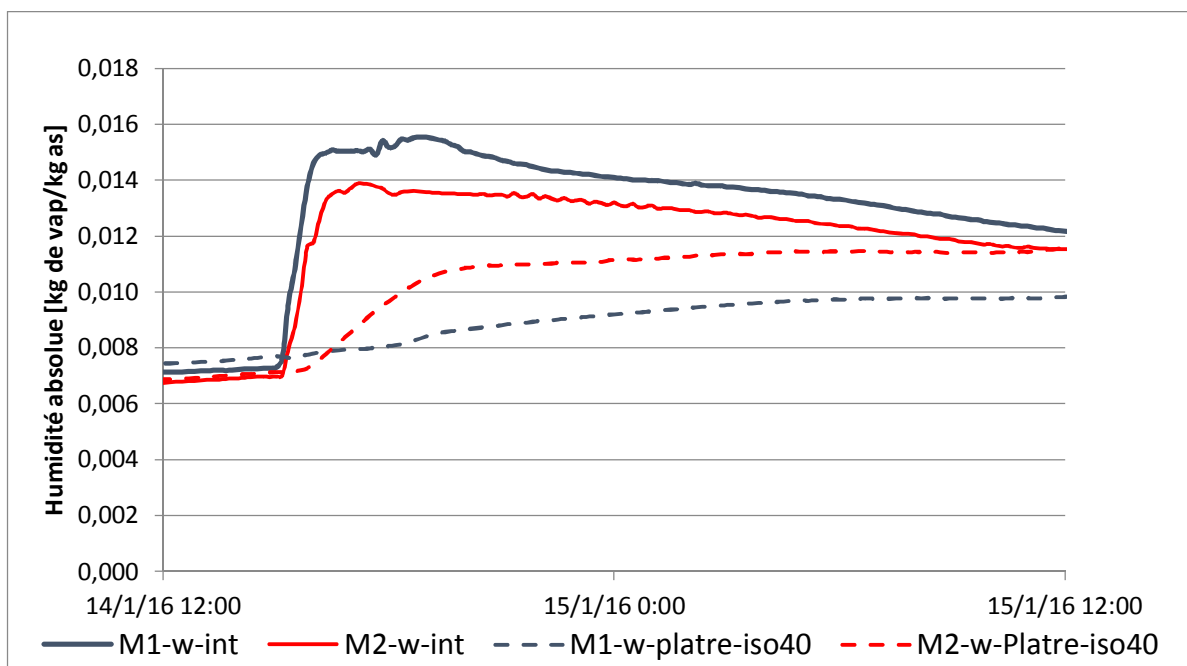


Figure 28: Humidités absolues de l'air intérieur et derrière les plaques de plâtres (c)

Humidification sans chauffage

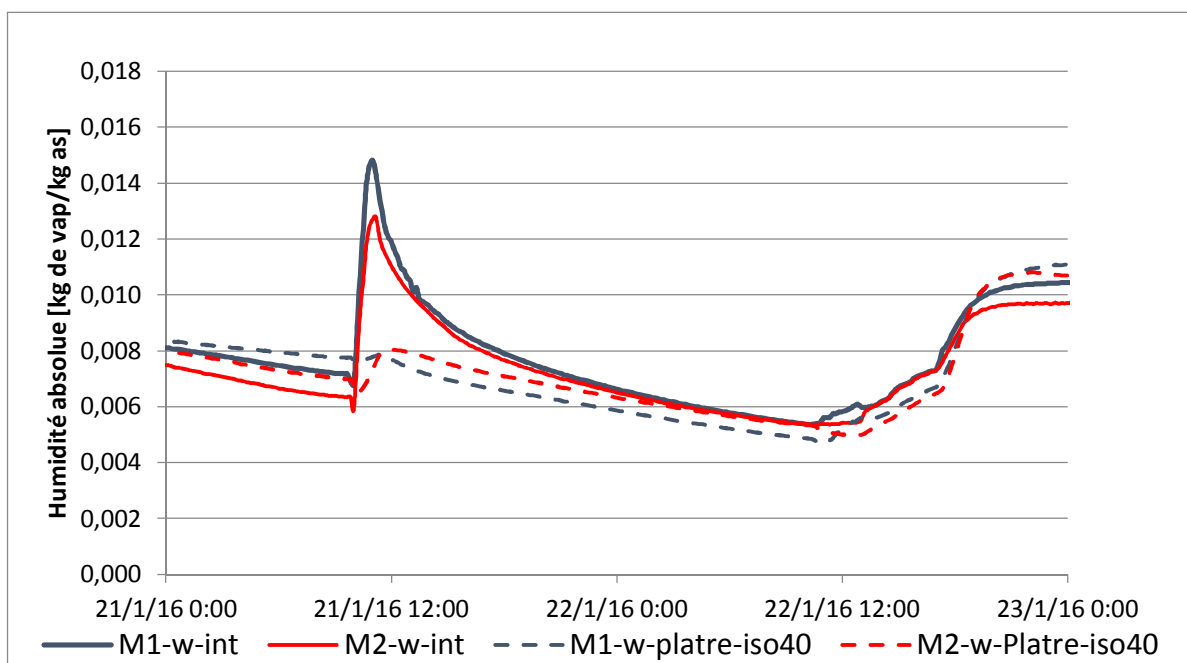


Figure 29: Humidités absolues de l'air intérieur et derrière les plaques de plâtres (d)

Dans la figure 29, le chauffage est coupé au moment où l'on commence à humidifier l'air dans les cellules. L'hygromètre de l'appareil est au « maximum » dans les deux cellules afin d'obtenir un air saturé mais les débits de vapeur réellement injectés ne sont pas clairement affichés et peuvent être différents. En résultat, ce défaut de précision de l'appareil a conduit à une quantité d'humidité plus importante dans le mur 1.

Le comportement de l'air intérieur des deux cellules est identique. Par contre, l'interface derrière la plaque de plâtre du mur 2 est plus sensible à l'augmentation d'humidité de l'air intérieur.

Nous constatons que les humidités derrière les plaques de plâtre sont plus importantes que dans l'air intérieur. De plus, lorsqu'on ajoute une humidification dans les cellules, les humidités derrière les parements augmentent sous l'effet des barrières de vapeur. La nature des parois (présence de pare-vapeur, type d'isolant, position du contreventement OSB) joue un rôle dans le maintien/diminution des humidités dans les parois.

3.3.1.2. Comparaison d'un parement intérieur en plâtre peint avec un plâtre brut

Cette phase correspond à la comparaison d'un parement en plâtre peint sur le mur 1 avec un parement plâtre brut sur le mur 2.

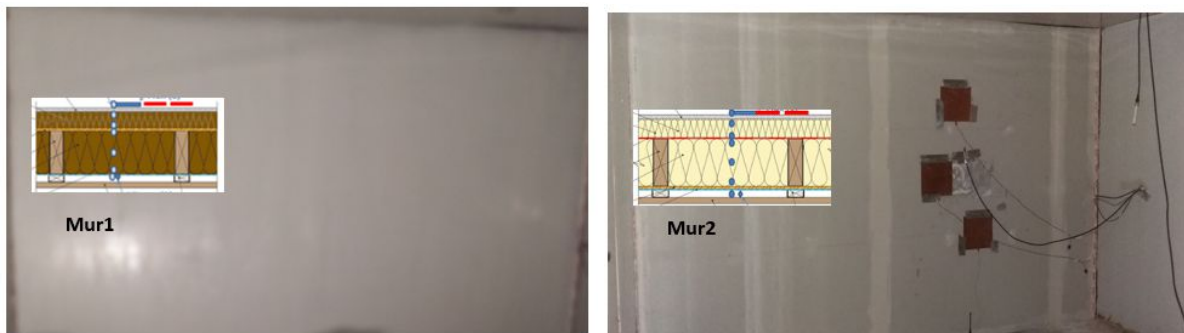


Figure 30: Revêtements intérieurs : Mur 1 plâtre peint et Mur 2 plâtre brut

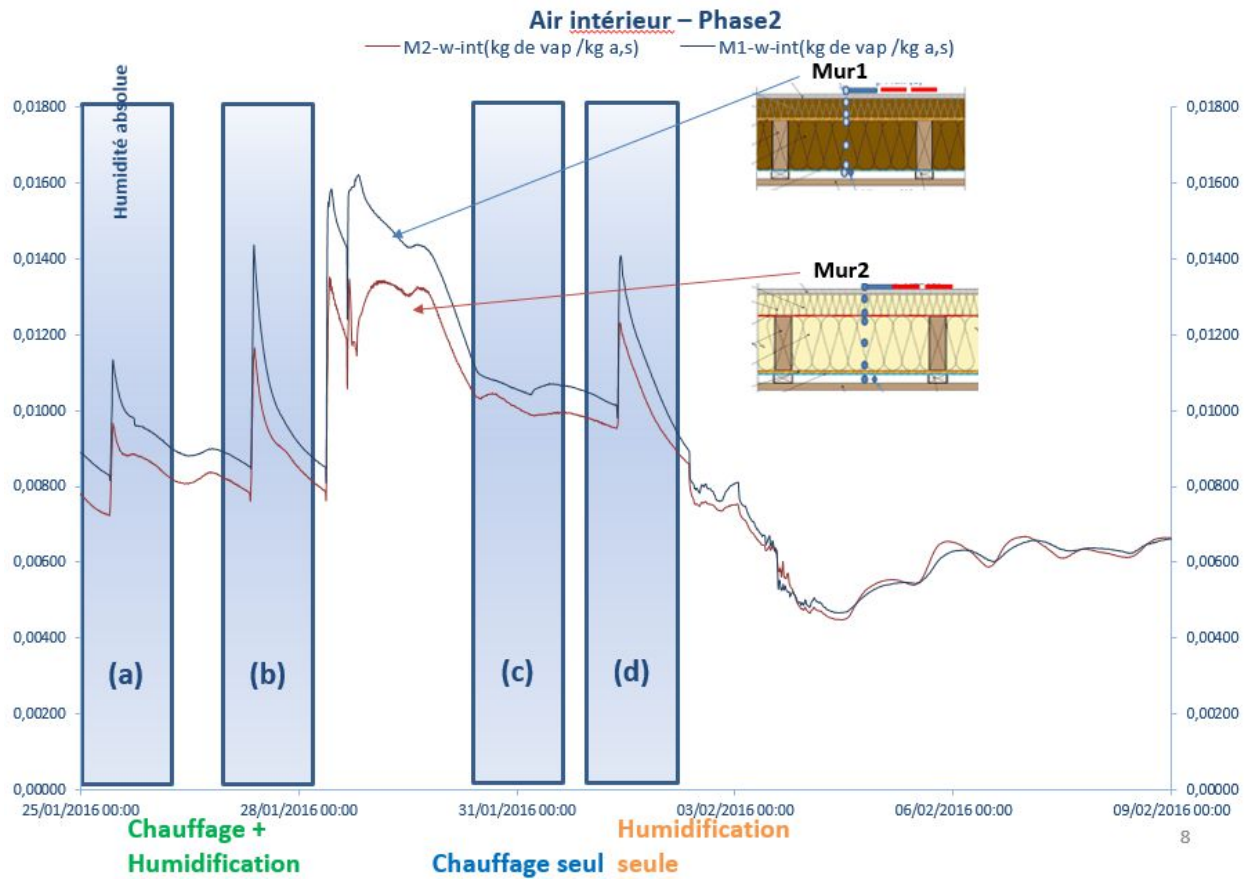


Figure 31: Humidités absolues intérieures des cellules: Mur 1 plâtre peint et Mur 2 plâtre brut

(a) et (b) sont des périodes avec des chauffages à 23°C et humidification dans les deux cellules

(c) : Période de chauffage seul à 23°C

(d) : Humidification seule sans chauffage

D'une manière générale, les humidités dans la cellule du mur 1 (laine de bois et plâtre peint) sont plus importantes que dans la cellule du mur 2 (laine de verre et plâtre brut)

Chauffage et humidification

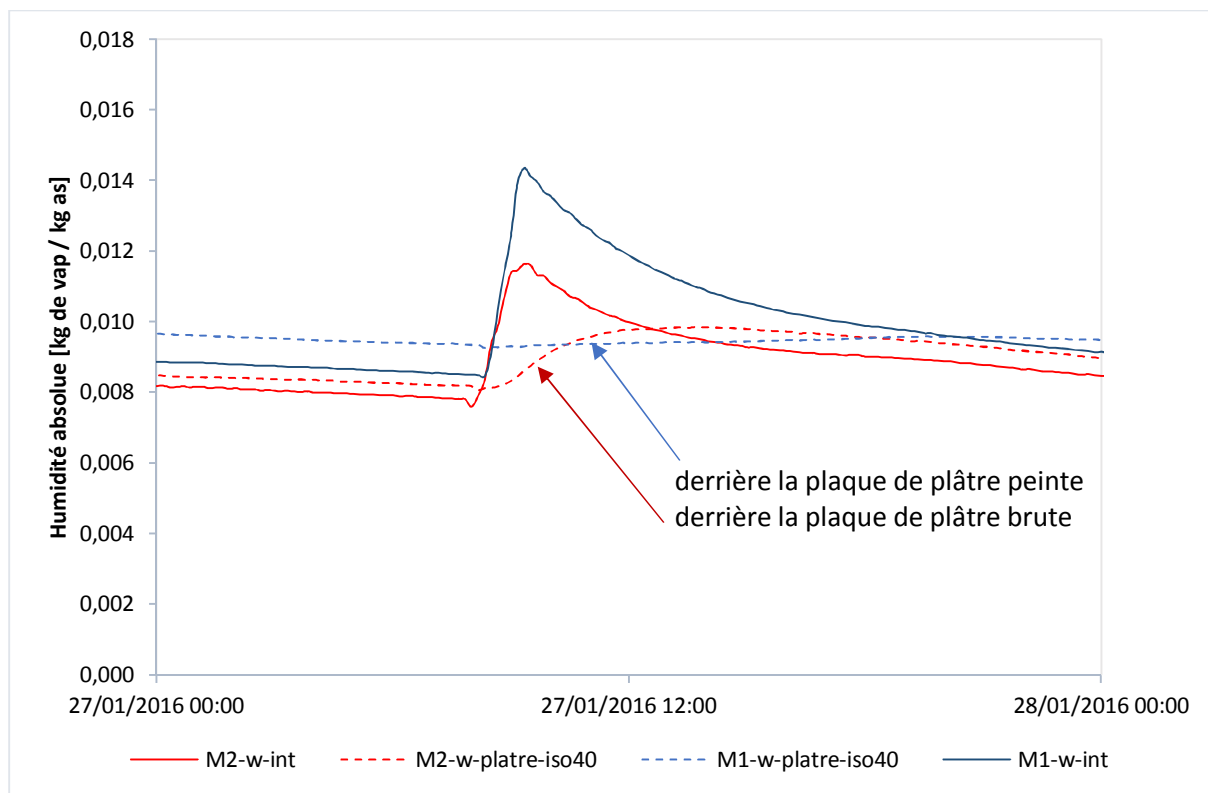


Figure 32: Focus sur les revêtements : Mur 1 plâtre peint et Mur 2 plâtre brut

Pour la période (a) et (b) avec chauffage et humidification dans les cellules, nous observons un effet barrière de vapeur par la peinture du plâtre dans le mur 1 : l'humidité derrière le plâtre peint n'est pas influencée par l'humidification de la cellule.

Dans le mur 2, le plâtre brut laisse passer une certaine quantité d'humidité.

Chauffage seul

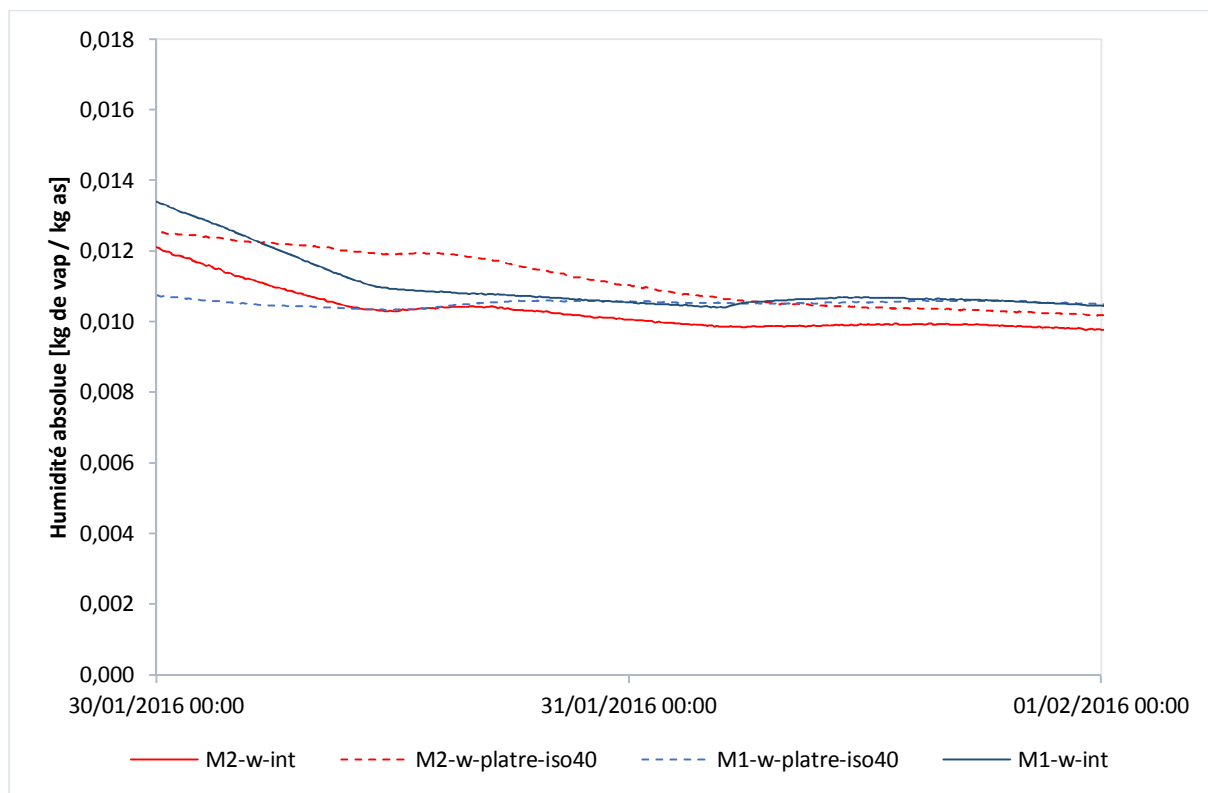


Figure 33: Focus sur les revêtements : Mur 1 plâtre peint et Mur 2 plâtre brut

Pour la période (c) avec chauffage seule, les courbes d'humidité absolue sont confondues de part et d'autre du plâtre brut aux incertitudes près.

3.3.1.1. Comparaison d'un parement intérieur en lambris brut avec un plâtre brut

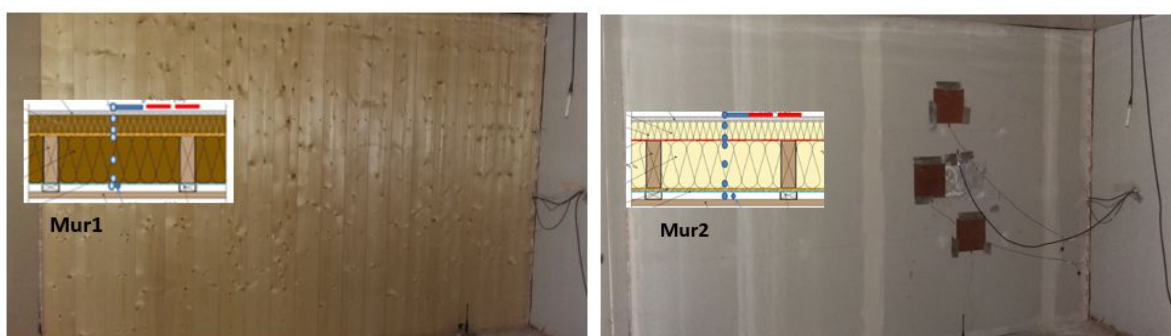


Figure 34: Revêtements intérieurs : Mur 1 en lambris brut et Mur 2 en plâtre brut

Pour ces configurations de murs, nous avons considéré des scénarios d'ambiance avec :

- (a) Chauffage et humidification
- (b) Humidification sans chauffage
- (c) Chauffage seul

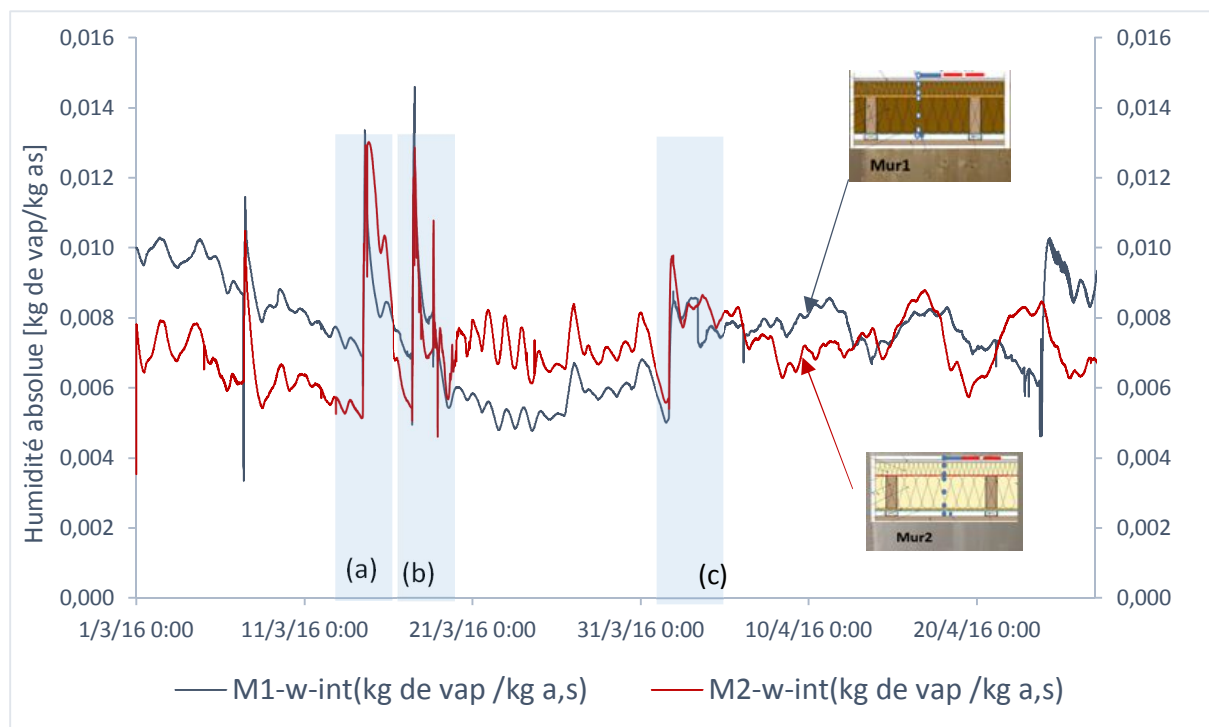


Figure 35: Humidités absolues intérieures : parement intérieur en lambris brut sur le mur 1 et plaque de plâtre brut sur le mur 2

Chauffage et humidification

Dans la période (a) : chauffage et humidification, nous avons observé les humidités de part et d'autre des revêtements intérieurs.

Avant l'humidification, l'humidité est plus importante dans la cellule du mur 1 que celle du mur 2. De même, l'interface derrière le lambris bois est plus humide que derrière le plâtre.

Lorsqu'on humidifie les cellules, l'interface derrière le lambris bois est moins impactée par l'humidification de l'ambiance.

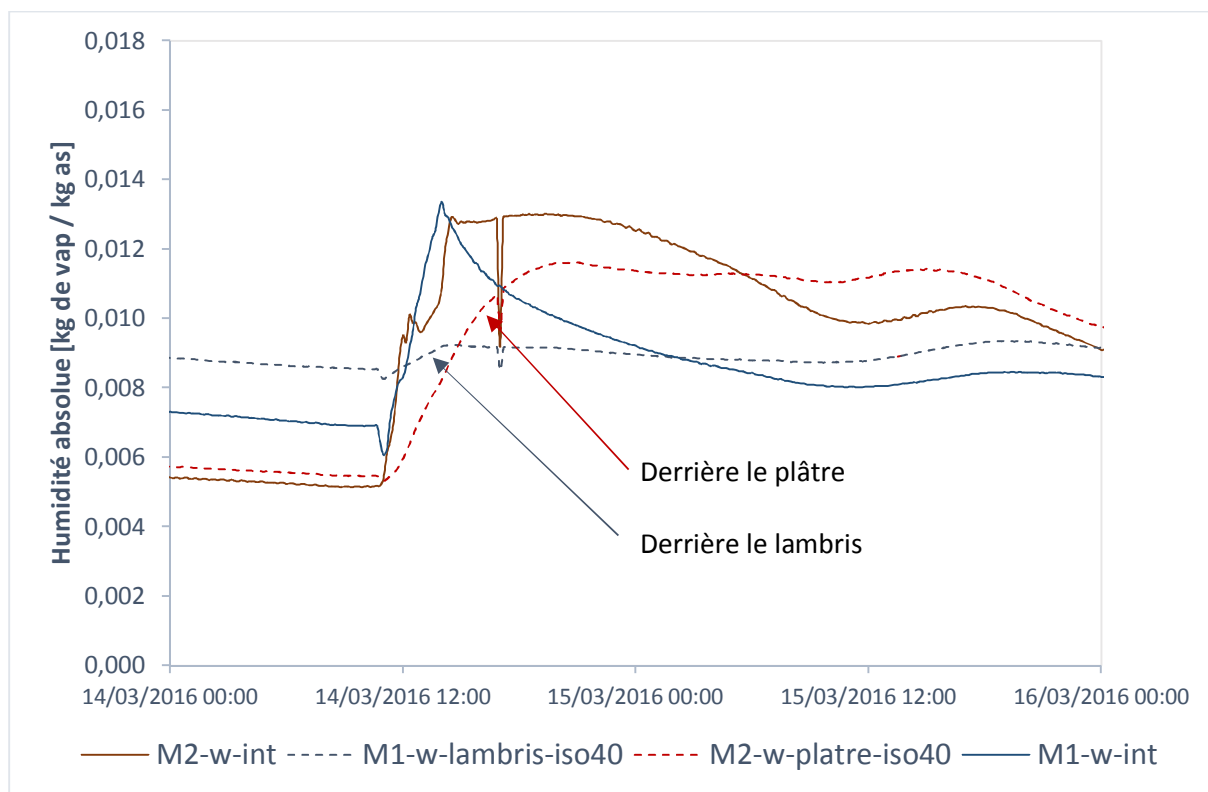


Figure 36: Focus sur les revêtements intérieurs : Mur 1 en lambris brut et Mur 2 en plâtre brut (chauffage et humidification)

Nous remarquons une diminution plus rapide dans le mur 1 qui pourrait s'expliquer par l'effet d'absorption exercée par le lambris bois sur l'air intérieur.

Chauffage seul

D'une manière générale, lorsque le chauffage est en marche, l'humidité absolue dans la cellule du mur 1 est supérieure à celle de la cellule du mur 2.

Pour la période de chauffage seul (c) : les humidités dans les cellules sont proches. Les humidités derrière les parements sont plus importantes que celles de l'air intérieur.

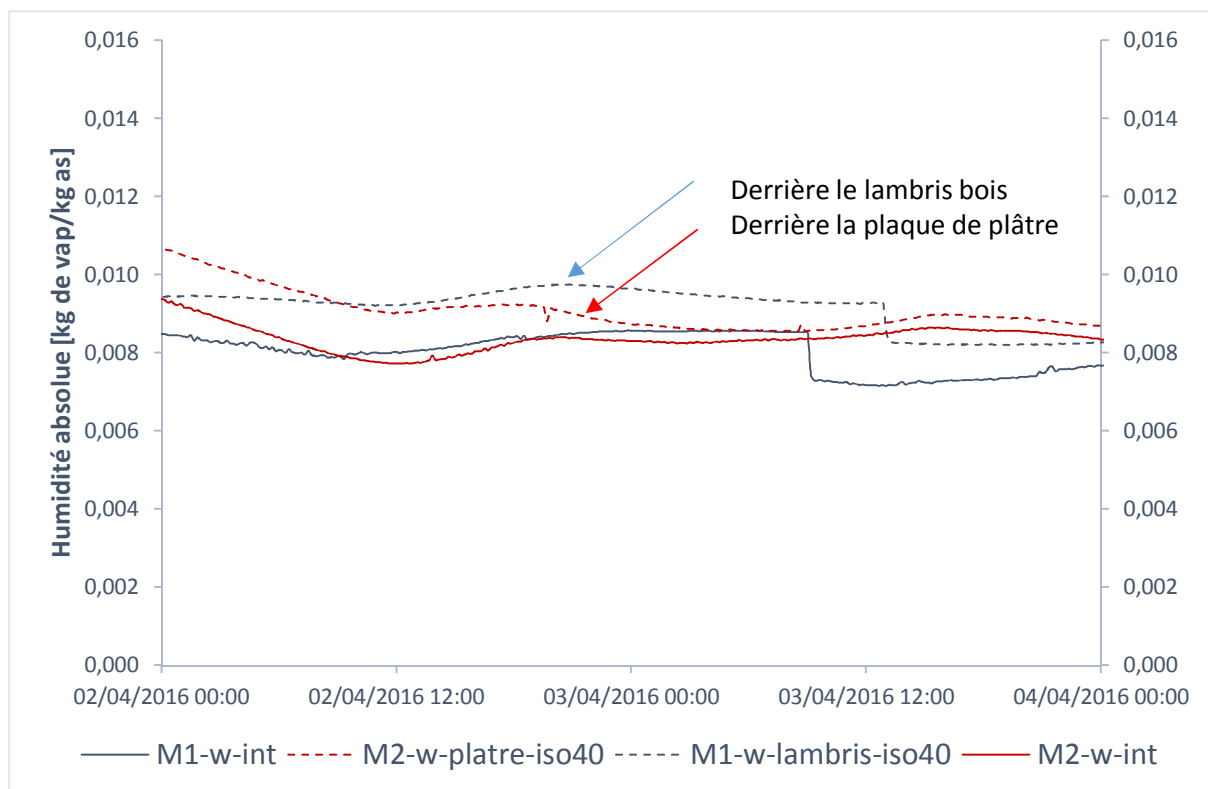


Figure 37: focus sur les revêtements intérieurs : Mur 1 en lambris brut et Mur 2 en plâtre brut (chauffage seul)

Cette phase de mesures indique un caractère plus « transparent » du plâtre à l'humidité que pour le bois. L'humidité derrière le lambris bois reste constante.

3.3.1.2. Comparaison d'un parement intérieur en lambris brut avec un lambris avec finition lasure

Dans la phase suivante, une comparaison a été faite entre un parement en lambris brut et un parement en lambris avec finition lasure.



Figure 38: Revêtements intérieurs : Mur 1 en lambris brut et Mur 1 en lambris finition lasure

Les mesures de cette période ne sont pas effectuées simultanément. Nous avons identifiés les scénarios d'ambiance identiques pour pouvoir effectuer une comparaison entre le lambris lasuré et le lambris brut.

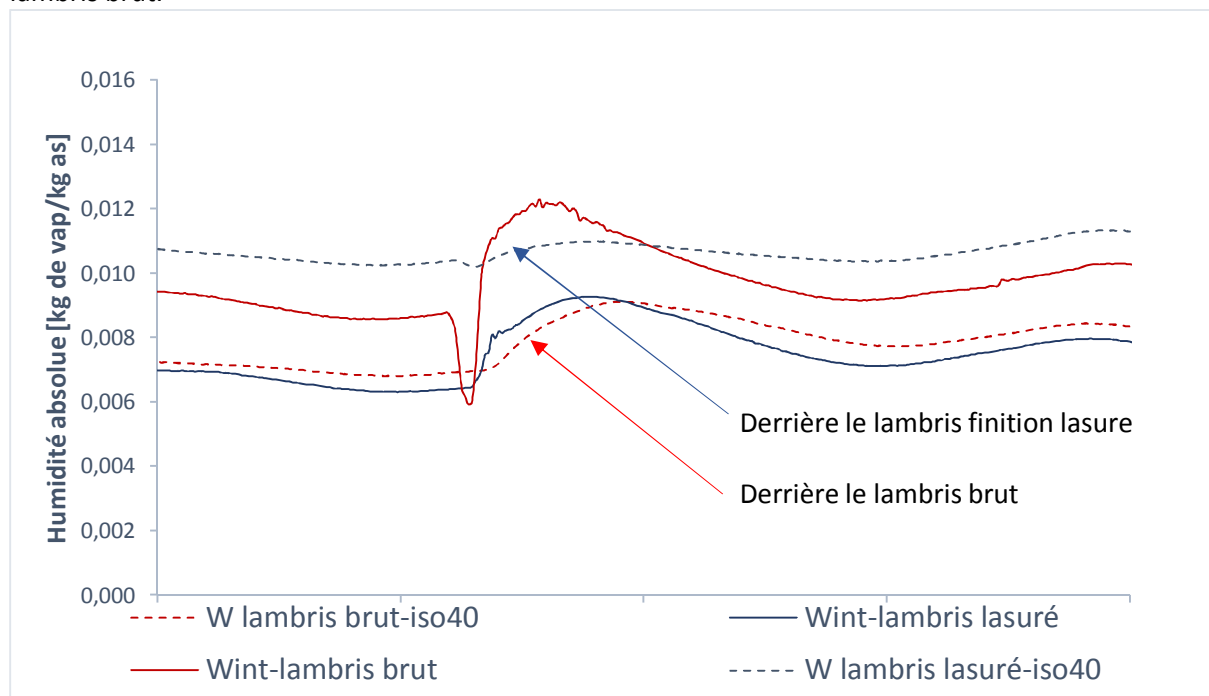


Figure 39: Revêtements intérieurs : Mur 1 en lambris brut et Mur 1 en lambris finition lasure

Les humidités derrière le lambris brut et lasuré sont impactées par les ambiances intérieures et le niveau reste élevé alors que l'humidité des ambiances diminue. Il n'y a pas de différence significative entre les deux types de lambris. En effet, les valeurs d'humidité derrière les deux lambris sont déjà différents avant l'humidification, et ensuite, elles maintiennent les mêmes différences.

3.3.2 Etude de l'impact des ponts thermiques intégrés

3.3.2.1. Présentation du montage du mur

Une étude d'impact des ponts thermiques intégrés sur les réponses en température intérieures a été effectuée. Pour cela, la réponse en température dans l'ambiance intérieur du mur 1, monté avec la composition de mur « classique » mais en l'absence des montants en bois est comparée à celle du mur 2 qui conserve sa composition « classique » avec les montants bois.



Figure 40: Montage d'un mur avec une composition classique mais sans montants en bois

Dans les photos de montage, nous avons des isolants en laine de verre semi-rigide qui sont superposés à l'intérieur du cadre. A l'extérieur ils sont maintenus par le panneau OSB et à l'intérieur par la membrane pare-vapeur. La sur-isolation intérieure en laine de verre est maintenue avec des sangles avant la mise en place de plaque de plâtre BA13.

3.3.2.2. Analyse des températures

Durant la saison estivale, avec un scénario d'évolution libre, l'influence des montants d'ossature sur la réponse en température intérieure est mesurée : une des cellules accueille une paroi de référence et l'autre cellule accueille la même paroi mais sans montants d'ossature (retrait de 4 montants de section 145*45).

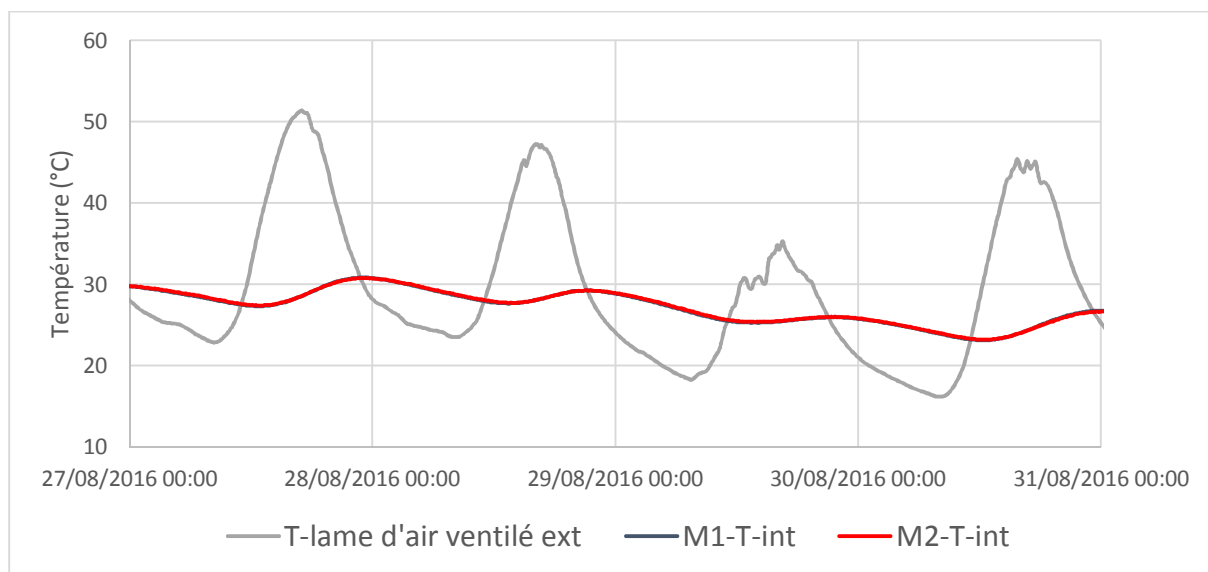


Figure 41: Températures intérieures d'un mur avec et sans montants en bois

Les températures intérieures mesurées présentent des profils identiques dans les deux cellules.

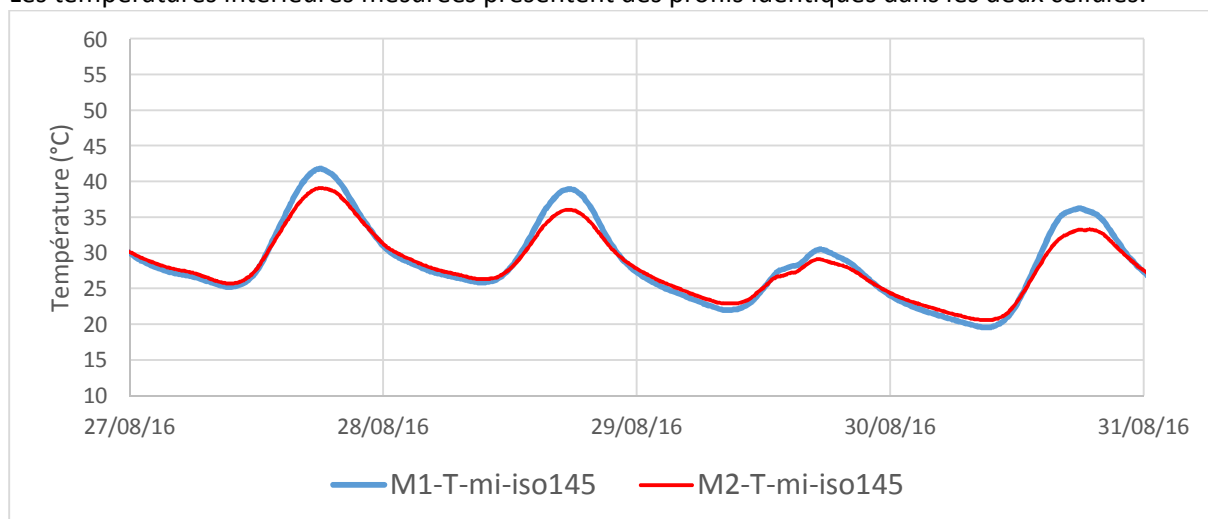


Figure 42: Températures au milieu des isolants principaux 145mm

Les profils de températures sont tracés à chaque interface de chaque paroi, au milieu de l'isolant on constate une courbe de température plus amortie (lissage des maximums et minimums) pour la configuration avec les montants. Mais plus on s'approche de l'intérieur des cellules climatiques plus les températures intérieures présentent des évolutions similaires, en effet lorsque l'on compare les courbes de températures à l'intérieur des cellules celles-ci sont quasi-identiques, ce qui confirme les résultats de la tâche 2.2 : le faible impact des montants sur l'inertie du bâtiment et donc sur l'amortissement en température intérieure en été.

4. CONCLUSION

Le projet Thermique d'été bois tente d'apporter des éléments de réponse pour les professionnels de la filière bois, en mettant en avant certains paramètres spécifiques à la construction bois : l'inertie hygroscopique, les ponts thermiques intégrés et les effets de la lame d'air ventilé. En complément des sous-tâches liées à la compréhension de ces paramètres spécifiques, FCBA a réalisé des essais en cellules climatiques afin de confronter et valider les résultats.

En premier lieu, une étude de comparaison des comportements d'une paroi « originale » avec une paroi « classique » a été effectuée : les résultats ont mis en valeur une atténuation des pics de températures à l'intérieur de la cellule du mur 1 par rapport à celle du mur 2. La présence d'un isolant plus lourd et au caractère plus hygroscopique (laine de bois) combiné à l'absence de membrane pare-vapeur (OSB côté intérieur) permettrait de compenser le manque d'inertie des parois à ossature bois. Les résultats laissent penser que le Mur 1 avec composition « originale » minimise l'inconfort estival en comparaison avec une paroi dite traditionnelle. Cette tendance devrait être validée dans le cadre d'études plus approfondies, notamment à l'échelle bâtiment avec scénarios d'occupation réels et complétées d'une étude sur différents couples panneau/isolant.

Différents points de vigilance ont été analysés (exemple : de part et d'autre du panneau OSB pour la paroi ne présentant pas de pare-vapeur). Les deux configurations ne présentent pas de risques liés à la présence d'humidité au sein des parois sur les périodes considérées et avec les scénarios retenus.

Ensuite, une étude a été réalisée sur l'influence du parement intérieur et de sa finition sur les transferts d'humidité. Suite à des scénarios d'évolution libre, de chauffage et d'humidification, les valeurs d'humidités absolues mesurées entre une configuration de paroi présentant un parement plâtre « brut » (sans finition) et un autre avec un parement plâtre peint (avec une peinture acrylique) confirment le constat fait dans la tâche 2.1 sur l'effet bloquant de la finition.

La comparaison entre un parement bois brut et un parement plâtre brut montre une légère différence de comportement et souligne le caractère plus hygroscopique du lambris favorisant le phénomène d'inertie hygroscopique et, par conséquent, l'atténuation des températures élevées en été.

Une étude sur l'effet de la lasure par rapport au lambris bois brut a été menée. Suite à des scénarios de chauffage et d'humidification, les résultats ont montré un effet barrière de la lasure sur le transfert de vapeur.

Enfin, une étude d'impact des ponts thermiques intégrés sur les réponses en température intérieure a été effectuée. Il s'agit d'une comparaison d'un mur avec une composition classique sans montants avec un mur classique avec montants pendant une période d'été. Au milieu de l'isolant principal on constate une courbe de température plus amortie (lissage des maximums et minimums) pour la configuration avec les montants. Mais lorsque l'on compare les courbes de températures à l'intérieure des cellules celles-ci sont quasi-identiques, ce qui confirme les résultats de la tâche 2.2 sur le faible impact des ponts thermiques intégrés sur l'inertie du bâtiment et donc sur l'amortissement en température intérieure en été.