

Résumé

Une étude des transferts hygrothermiques au niveau d'une fuste, une cellule test en rondins de douglas, a été réalisée. Le but étant d'évaluer les effets de ce type d'enveloppes de bois massif dans le confort thermique et la consommation énergétique sous les aléas climatiques d'Egletons (France).

Contexte - Objectifs

Face à la problématique énergétique actuelle, les enveloppes en bois constituent un enjeu primordial et une réponse efficace pour la réduction des impacts environnementaux liés au secteur du bâtiment. Le matériau bois présente de nombreux atouts : matière première renouvelable, déchets de chantier réduits, énergie grise faible, fixation du CO₂, etc. En plus, ce matériau est hygroscopique, apte à fixer l'humidité. Il a bien démontré sa capacité à améliorer le confort thermique, la consommation énergétique et la régulation de l'humidité intérieure dans les bâtiments.

Méthodes

- Un suivi de monitoring sur une durée de 03 ans été menée sur une cellule-test en rondin sous les aléas climatiques d'Egletons (Corrèze) ;
- Des tests d'isolation par caméra infrarouge ont été effectués ;
- Un modèle de transfert thermique a été établi en régime dynamique sous Excel.

Résultats & Discussion

1. Présentation de la cellule-test

La fuste est de volume intérieur 20 m³ dont l'enveloppe a été réalisée en parois de rondins (bois empilés) écorcés de douglas à l'échelle 1. Le diamètre moyen des rondins est de 40 cm. La cellule-test a pour seule ouverture une porte d'entrée isolante (Fig.1). Une toiture végétalisée déborde de 50 cm sur les rondins permettant de limiter les apports solaires d'été, en orientation sud. Les flux thermiques parasites, échangés par la toiture ou le plancher et entre les rondins, ont été minimisés en renforçant l'isolation de ces éléments.



Fig 1. Vues de face de la cellule-test en rondin

2. Instrumentation

En plus des capteurs utilisés pour la mesure de la température et l'hygrométrie de l'air, les grandeurs énumérées ci-dessous ont été mesurées au niveau de la fuste. Les acquisitions ont été espacées de 15 min :

- Températures de surface intérieure et extérieure des rondins (plan médian du rondin et au voisinage immédiat de la gorge) en diverses orientations (sonde à film ZTA685AK, Ahlborn) ;
- Température de la gorge au cœur de la laine de mouton (sonde PT100) ;
- Teneur en eau du bois près des surfaces intérieure et extérieure, estimée à partir d'une mesure de la conductivité électrique du matériau (FHA636MF, Ahlborn).

Une caméra infrarouge FLIR SC-7600 a également été utilisée pour détecter les défauts d'isolation et mesurer la température surfacique des murs de la cellule-test.

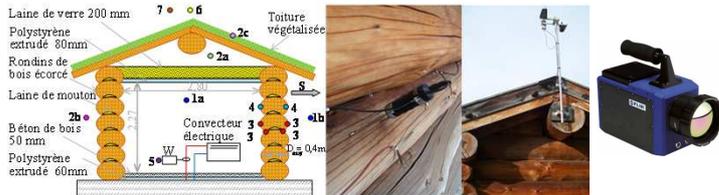


Fig 2. Appareillage de la cellule-test en rondins, capteurs de contact, station météo et caméra infrarouge utilisée

3. Température de l'air et de surface

La température ambiante dans la fuste se trouve dans les limites du confort thermique, selon la norme Européenne NE15251 (BSI, 2008) (Fig.3). L'effet de l'inertie thermique est bien apparent avec des amortissements modérément bons jusqu'à 7,8°C max, mais des déphasages courts (1h15 à 3h15, Fig. 4). Les températures surfaciques internes, en creux et bosses du rondin sont étroitement proches de la température intérieure. Tandis que les températures surfaciques externes montrent des écarts avec la température extérieure jusqu'à 5°C. La forte épaisseur de 40 cm des rondins et la faible diffusivité thermique du bois, causent une très faible capacité de transfert de chaleur. Ainsi, la surface des rondins et la température de l'ambiance sont relativement stables dans le temps.

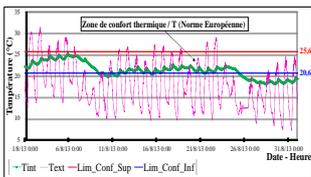


Fig 3. Températures et limites du confort thermique / T « fuste, mois d'août »

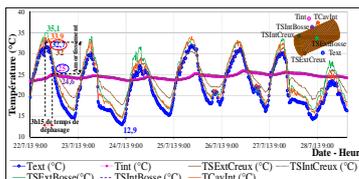


Fig 4. Variation de la température de l'air et surfacique « fuste, semaine d'été »

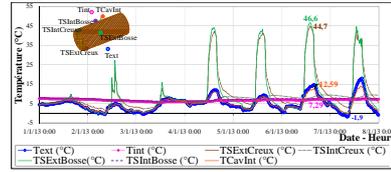


Fig 5. Variation des températures de l'air, surfacique et en cavité : fuste, semaine d'hiver

Les clichés pris par la caméra infra-rouge montrent que les rondins inférieurs affichent les plus faibles températures (Fig.6). L'air chaud étant moins dense et léger monte, causant l'échauffement des rondins supérieurs. Les bosses des rondins du fait plus exposées, sont plus froides que les creux protégés et isolés par la laine de mouton. Comme c'est le cas des constructions en bois, la fuste ne présente pas de ponts thermiques importants.

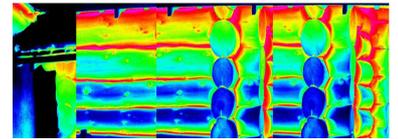


Fig 6. Cliché de la température surfacique extérieure au niveau des rondins de la fuste, pris par la caméra infra-rouge, le 10/11 à 17h50

4. Température dans la paroi : Modèle thermique

Pour estimer l'épaisseur de la couche active, un calcul du transfert thermique en régime dynamique sous Excel (voir tab 1) a été établi. Selon ce modèle, la paroi n'est concernée par le transfert de chaleur au-delà de 25 cm d'épaisseur (Fig.7).

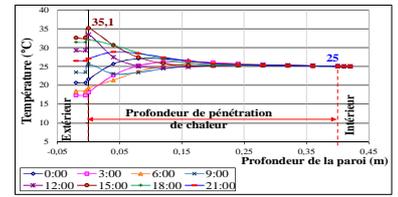


Fig 7. Profils de la température dans la paroi du rondin à différentes heures (du 22 juillet)

5. Humidité de l'air et en cavité

La fuste fournit de plus une humidité relative très stable (60 à 62,7%HR) et dans les limites du confort thermique (ASHRAE, 2010) (Fig. 8, 9). Par ailleurs, lors des fluctuations journalières, la profondeur de pénétration de l'humidité dans le matériau bois a été estimée autour de 3 mm (Simonson et al, 2001). Dans le cas de la fuste, si l'humidité est amorti de 40 %HR, seuls les trois premiers millimètres de 40 cm de diamètre en sont responsables.

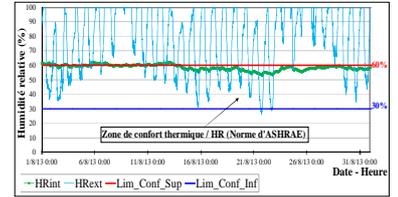


Fig 8. Humidités relatives et limites du confort thermique / HR « fuste, mois d'août »

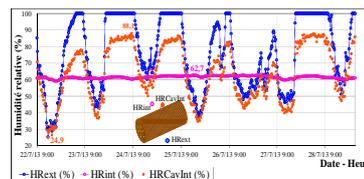


Fig 9. Variation de l'humidité relative de l'air et en cavité « fuste, semaine d'été »

Conclusion et Perspectives

L'étude au niveau d'une cellule test en rondins de douglas (fuste) a démontré, par rapport au climat d'Egletons et à travers les mesures thermo-hydriques et les tests d'isolation par caméra infrarouge effectués, qu'elle assure le confort hygrothermique estival et réduit l'amplitude des fluctuations de l'humidité relative l'hiver comme l'été. Des amortissements de l'onde thermique jusqu'à 7,8°C et de l'humidité à 40 %HR ont été enregistrés. Selon le modèle établi, toute l'épaisseur de la paroi n'est concernée par le transfert de chaleur, mais les premiers centimètres de 6,5 cm sont les plus actifs.

Cette étude de la fuste constitue une première étape vers la caractérisation hygrothermique de l'enveloppe en bois massif. Une modélisation de transfert couplé, chaleur et masse de son comportement thermo hydryque est également à envisager.