

Etude de la dynamique des panneaux infrarouges « Freedom » à l'aide d'une caméra thermique réalisée dans le laboratoire de l'équipe BEMS (Uliège) d'Arlon.

Le laboratoire de l'Université de Liège et plus particulièrement le Département des Sciences et Gestion de l'Environnement (Building Energy Monitoring and Simulation) a pu réaliser les tests sur les chauffages Freedom en les soumettant à des conditions hivernales extérieures définies, contrôlables et reproductibles.

Notes Préliminaires :

1. Deux notions sont utilisées dans ce rapport pour caractériser le confort thermique :
 - La température ambiante (la température de l'air)
 - La température résultante

La température résultante est considérée comme un indicateur simple du confort thermique. Cette température prend en compte l'effet de la température ambiante (phénomène de convection) et la température des murs (phénomène de rayonnement).

2. La zone du laboratoire de l'Université de Liège dans lequel les tests ont été réalisés est entouré par une zone nommée « buffer » dans laquelle il est possible de produire une amplitude d'environ -2°C à 40°C . Cela permet de soumettre le laboratoire à des conditions extérieures définies, contrôlables et reproductibles.

La zone contient 16 sondes de température ambiante et de 15 sondes de température résultante.

Ces sondes sont situées sur 5 poteaux répartis uniformément dans la zone. Chaque poteau de mesure possède 3 sondes de température ambiante et de 3 sondes de température résultante et ce à 3 niveaux (0,4m – 1,35m – 2,30m).

La chambre climatique fait une dimension de 20 m² et est isolée sur son entièreté de 15 cm de laine de roche. 2 panneaux Freedom de 750w chacun ont été disposé verticalement de part et d'autre (voir photo) à 25 cm du sol respectant les 30 w/ m³ ou 75w/m².

Position des chauffages infrarouges :

Deux chauffages infrarouges ont été disposés dans la chambre de test.



A noter qu'un premier chauffage de couleur blanche et de 0.7 m^2 ($1.16\text{m} / 0.6\text{m}$) est situé à $1\text{m}15$ d'un des mats de mesure



Un second chauffage de couleur noir et de 0.7 m^2 ($1.16\text{m} / 0.6\text{m}$) est situé à 0.75 m d'un des mats de mesure

Photos réalisées dans la chambre de test du laboratoire de l'équipe BEMS (Faculté des Sciences de l'ULiège) située à Arlon

Description des tests.

Test1

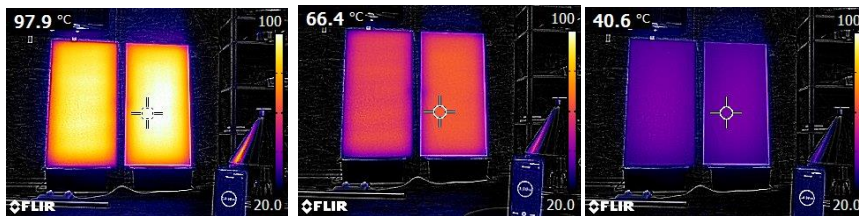
Une température de départ de 18°C est fixée constante dans la chambre climatique à l'aide d'une résistance électrique.

Une température de 5°C est maintenue dans la zone « buffer » afin d'établir un régime stationnaire. Cette température représente les conditions extérieures hivernales.

Lorsque le régime est établi, la résistance électrique est éteinte et les chauffages infrarouges « Freedom » sont démarrés pour une durée de 66 heures consécutives. L'objectif est, d'une part de déterminer le temps nécessaire au chauffage infrarouge « Freedom » pour atteindre la température de 21°C et d'autre part de déterminer l'énergie électrique consommée pour maintenir la température de confort de 21°C.

Test 2

Un test a été réalisé à l'aide d'une caméra thermique afin d'étudier la dynamique des panneaux infrarouges (montée en température et décroissance de la température)



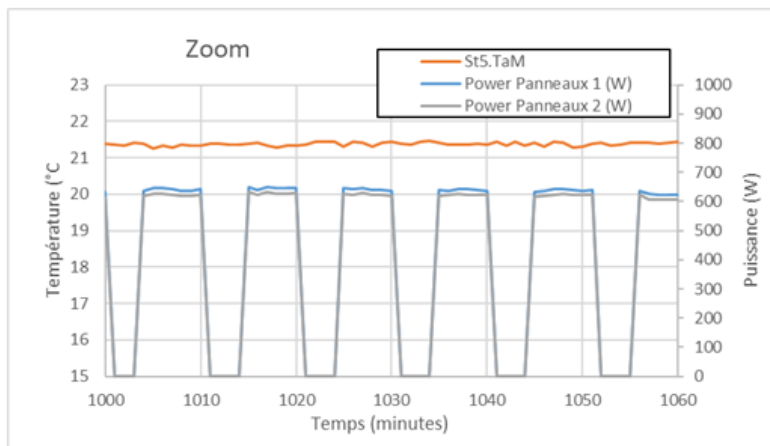
Etude de la dynamique des panneaux à l'aide d'une caméra thermique (photos réalisés dans le laboratoire de l'équipe BEMS (Uliège) d'Arlon)

Résultats test 1

Le maintien des conditions stationnaires à 21°C.

Un constat : La température maximale des panneaux infrarouges « Freedom » était atteinte après 12 min.

Au cours des 66h (sans dissocier le jour et la nuit) où la température de consigne a été maintenue, on constate des séquences régulières de 6 minutes « allumé » et 4 minutes « éteint ». On constate également sur le graphique ci-dessous que la puissance cumulée des panneaux ne dépasse pas les 1200W sur les 1500W installés soit 80% de la puissance installée. Le panneau Freedom n'atteint donc jamais sa puissance maximale pour maintenir la température de consigne.



Zoom sur une séquence d'une heure lors du maintien de la température de consigne.

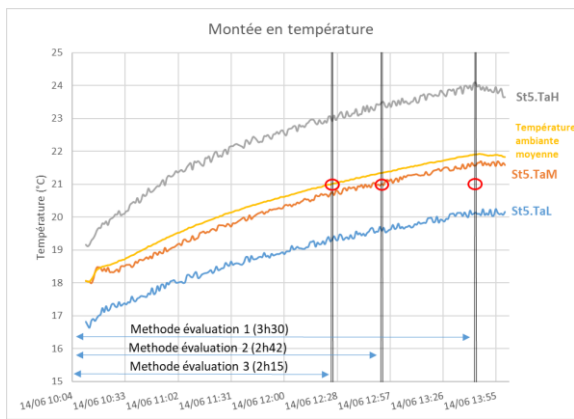
Commenté [ED1]: A nouveau, la puissance annoncée sur un équipement est donnée pour sa tension nominale (240V en Europe). Si nous avons appliquée une tension de 240V lors de notre test, les panneaux auraient dissipés 1500W mais nous avons appliqué la tension réseau (225V mesurée aujourd'hui au labo), c'est pourquoi les panneaux n'ont dissipés "que" ~ 1200W.
On peut le calculer via la formule $P=U^2/R$ avec P en W, U en Volts, R (résistance) en ohms (Ω).
Si la tension = 240V et la puissance = 1500W, on a une valeur de résistance de 77 ohms.
Si la tension = 225V, avec une résistance de 77 ohms, on a une puissance de 660W ce qui correspond à ce qui a été mesuré lors du test.
Le maintien de la température de consigne dépend de la demande de chaleur de la zone qui a été évaluée à ~770W.
Si les panneaux avaient dissipée 1500W de chaleur, on aurait eu des cycles d'environ 5 minutes ON et 5 minutes OFF (plutôt que 6 minutes ON et 4 minutes OFF) ; rapporté à une heure, on a 30 minutes ON et 30 minutes OFF c'est à dire 750Wh/60 min = 750W

Résultats test 2

La montée en température a démontré que le temps nécessaire pour atteindre une température moyenne (moyenne des 15 capteurs de température ambiante disposés dans la pièce) dans la zone climatique de 21°C au départ de 18°C était de 2h15min. L'énergie nécessaire pour arriver à ce résultat a été de **2,84 kWh**.

Or durant ces 2h15min les panneaux auraient théoriquement dû consommer 3,375 kWh (1,5 kW x 2,25).

Ceci peut être visionné sur le graphique suivant.



La disposition du thermostat dans la zone climatique est très importante et peut avoir un impact sur la consommation électrique. Les conditions idéales seraient un placement central dans la zone (pas évident dans la pratique) à une hauteur de 1,5m.

Commenté [ED2]: Si les 2 panneaux avaient dissipés 1500W au total, la montée en température aurait été plus rapide mais la quantité d'énergie nécessaire (2.84 kWh) serait similaire.
Si les 2 panneaux avaient dissipés 1500W au total, on aurait atteint la température de consigne en 1h53 (2840/1500*60 = 113 minutes)

CONCLUSIONS

Il ressort de cette étude des données mesurées et chiffrées qui permettent un calcul plus juste de la consommation de ce système de chauffage.

L'analyse de l'équipe *Building Energy Monitoring and Simulation* (B.E.M.S.) de la faculté des Sciences de l'Université de Liège a permis de démontrer l'efficacité du fonctionnement et du comportement du chauffage infrarouge « Freedom » dans certaines conditions.

Lors du maintien de la consigne (21°C) via le thermostat RT510SPE de chez « Salus Controls », la température au centre de la pièce atteint 21,63°C. Cela met en évidence la position stratégique du thermostat sur le confort thermique et la consommation des panneaux.

Le chauffage infrarouge Freedom offre une plus grande homogénéité spatiale de température dans la pièce à vivre. Une stratification de chaleur nettement moins marquée par opposition à d'autres systèmes de chauffage par convection.

En mode hiver (200 jours par an), dans une construction du type des années 1990, les panneaux infrarouges Freedom pour maintenir une température de 21,63°C, fonctionnent durant 60% de la période de chauffe demandée et à 80% de leur puissance installée.

Dans l'environnement proche des panneaux rayonnants, la température ressentie (température résultante) est plus élevée que la température ambiante. Cette différence est d'autant plus grande que l'on se rapproche des panneaux.

Commenté [ED3]: Même remarque que précédemment

Qu'est-ce que cela veut dire ?

Prenons un exemple simple et concret :

Une habitation classique isolée avec de la laine de roche (épaisseur 15cm), des châssis double vitrage, composée de 3 chambres (10, 12 et 15m²), un salon (25m²), Une salle à manger (15m²) et une cuisine (10 m²)

Équipement total en chauffage « Freedom » : 6950W

L'espace nuit - Puissance installée : 3200W

Chambre 1 : 750W

Chambre 2 : 750W

Chambre 3 : 950W

Salle de bain : 750W

L'espace vie - Puissance installée : 3750W

Salon : 1875W

Salle à manger : 1325W

Cuisine : 550W

Partons des principes suivants :

L'espace nuit est chauffé à concurrence de 2h/jour.

L'espace vie est chauffé à concurrence de 10h/jour à une température moyenne de 21°C en mode « hiver ».

Le coût du kWh = 0,25€ ttc / 200 jours par an

En se basant sur les résultats obtenus par ULiège :

Calcul de la consommation annuelle de l'espace nuit

$3,2 \text{ kW} \times 80\% \times 2\text{h} \times 60\% \times 0,25\text{€} \times 200\text{j} = 153,6 \text{ €}$

Calcul de la consommation annuelle de l'espace jour

$3,75 \text{ kW} \times 80\% \times 10\text{h} \times 60\% \times 0,25\text{€} \times 200\text{j} = 900 \text{ €}$

Consommation annuelle de 1054 € TTC

Soit une facture mensuelle de 87,8€ / mois pour chauffer toute la maison uniquement avec des panneaux infrarouges !

Exemple réel :

Maison de maître rue de la Station à Soignies.

Divisée en 4 appartements.

Degré d'isolation : basse énergie

Superficie appartement rez-de-chaussée : 142 m².

Hauteur plafond : 4,2m

Chauffage : 100% chauffage infrarouge.

Montant facture annuelle (2019) : 1085 € TTC

90,4€ de facture mensuelle !