

ELIOSYS

Essais comparatifs d'Aluthermo Optima ® et de laine de verre en pose dans une simulation de combles

Contact technique

Thibault Boulanger
ELIOSYS sa
Boulevard de Colonster, 4 B56
4000 Liège – Belgique
+32 498 91 93 52
thibault.boulanger@eliosys.eu

Contact facturation

Julien Thiry
ELIOSYS sa
Boulevard de Colonster, 4 B56
4000 Liège – Belgique
+32 497 54 39 38
julien.thiry@eliosys.eu

TABLE DES MATIERES

RAPPORT N°: ALUTHERMO_Rapport_20140117.docx

INTRODUCTION.....	3
DEFINITION MATERIAUX ISOLANTS.....	3
METHODE D'ESSAI.....	4
CONSTRUCTION DE LA STRUCTURE.....	4
THERMOCOUPLES.....	5
SYSTEME DE CHAUFFAGE.....	6
SYSTEME DAQ.....	7
Températures	7
Valeurs électriques.....	7
TECHNIQUES D'ISOLATION.....	8
Laine de verre	8
Aluthermo Optima ®	8
RESULTATS	10
CONCLUSIONS	12

Le présent rapport d'essai ne peut être reproduit, sauf intégralement, sans la permission écrite d'ELIOSYS.
Les résultats présentés dans ce rapport sont uniquement valides pour les échantillons testés.

2 / 12

INTRODUCTION

Le but de l'essai consistait à comparer les propriétés d'isolation thermique de l'isolation thermo-réfléchissante d'Aluthermo Optima® d'une part et une isolation à la laine de verre minérale de 200mm ($\lambda=0,04\text{W/m.K}$) d'autre part.

Pour ce faire, une enceinte réplique d'un comble a été réalisée en atelier et isolée alternativement au moyen des deux matériaux. Le volume intérieur de la structure isolée a été maintenu à une température constante de 21°C au moyen d'un système de chauffage par convection, pendant qu'on faisait varier la température extérieure simulée de -5 à 5°C, par pas de 5°C. De plus, la température du volume intérieur a été surveillée par l'utilisation de thermocouples alors que l'énergie requise pour maintenir la température ambiante à 21°C a été enregistrée au moyen d'un équipement d'acquisition spécifique.

DEFINITION DES MATERIAUX ISOLANTS

	Aluthermo Optima®	Laine de verre – $\lambda 0,04$
Structure	Multicouches thermo-réfléchissant	Homogène, pas de pare-vapeur
Epaisseur	42 mm	200 mm (4x50mm)
Conductivité thermique $\lambda^{(1)}$	- W/(m*K)	0,040 W/(m*K)

(1) fourni par les fabricants

Le présent rapport d'essai ne peut être reproduit, sauf intégralement, sans la permission écrite d'ELIOSYS.
Les résultats présentés dans ce rapport sont uniquement valides pour les échantillons testés.

METHODE D'ESSAI**Construction de la structure**

Une enceinte unique a été construite afin d'évaluer la performance comparative d'Aluthermo Optima® par rapport à une isolation laine de verre d'une épaisseur de 200mm avec une conductivité thermique de 0,04 W/m.K. La structure a été réalisée au moyen de pièces de bois posées sur une plaque de bois d'une épaisseur de 18mm. L'assemblage était posé sur une base de polystyrène d'une épaisseur de 100mm afin d'empêcher les pertes thermiques par le sol.

Les matériaux d'isolation ont été posés conformément aux procédures standards.

Après la pose du matériau isolant, la structure a été couverte d'une réplique de toiture composée de panneaux MDF. La conception de cette couverture permet de laisser une zone d'air de 40mm entre le matériau isolant et la face intérieure de la réplique de toiture.

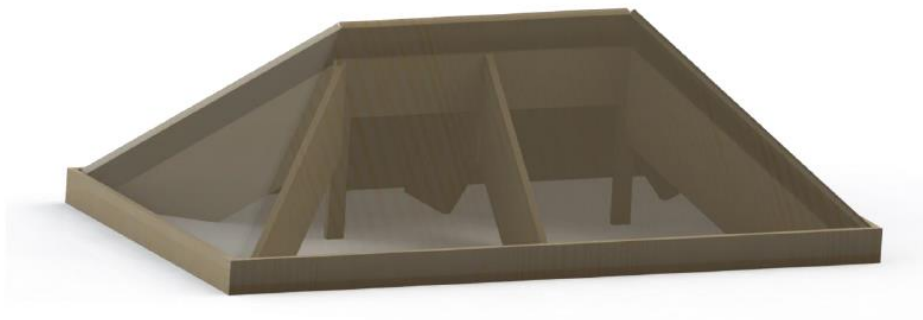


Figure 1 - CAO de la structure d'essai

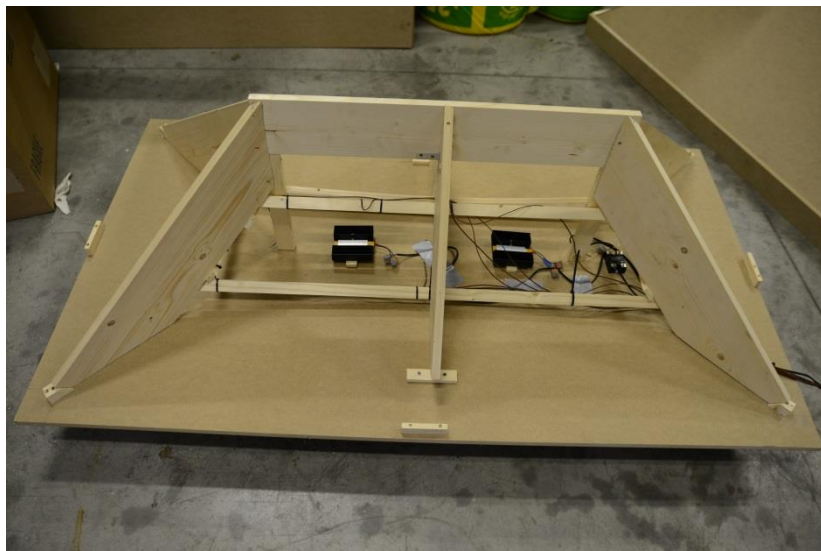


Figure 2 – Structure de base et système de chauffage

Le présent rapport d'essai ne peut être reproduit, sauf intégralement, sans la permission écrite d'ELIOSYS.
Les résultats présentés dans ce rapport sont uniquement valides pour les échantillons testés.

Thermocouples

Au total, 7 thermocouples ont été positionnés à l'intérieur de la structure à différents niveaux et positions afin d'enregistrer précisément les variations de la température intérieure ainsi que l'éventuelle stratification. Un thermocouple supplémentaire (représenté par un point rouge dans les figures suivantes) a été utilisé comme référence pour l'unité de régulation dans le but de maintenir la température intérieure à 21°C.

La structure a été conçue de manière telle qu'une zone d'air d'environ 40mm est maintenue entre le matériau isolant et la réplique de toiture, à la fois pour la fibre de verre et pour Aluthermo Optima®. Ceci résulte en une façon différente de positionner les deux matériaux, la laine de verre étant placée entre les chevrons alors que l'Aluthermo Optima® était posé au-dessus de ceux-ci. Par conséquent, en utilisant Aluthermo, le volume intérieur augmente et la position des thermocouples supérieurs est plus haute.

La température externe a été mesurée et régulée par la chambre climatique étalonnée.

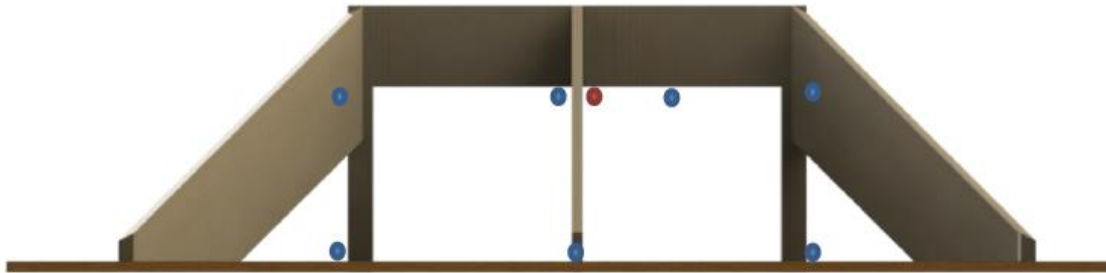


Figure 3 - Positions des thermocouples pour la laine de verre $\lambda 0,04$ – vue de face

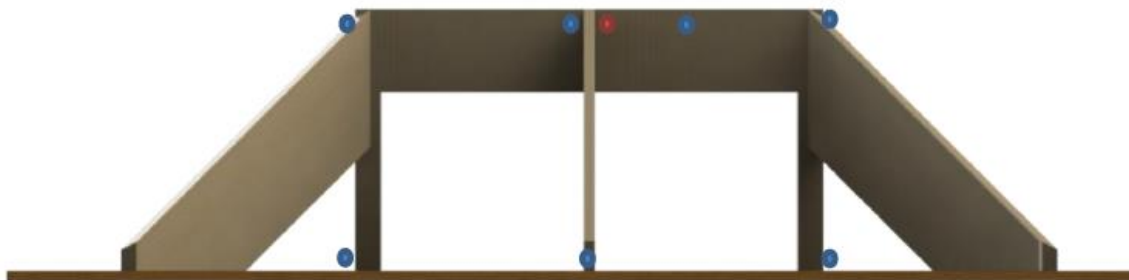


Figure 4 - Positions des thermocouples pour Aluthermo - vue de face

Le présent rapport d'essai ne peut être reproduit, sauf intégralement, sans la permission écrite d'ELIOSYS.
Les résultats présentés dans ce rapport sont uniquement valides pour les échantillons testés.

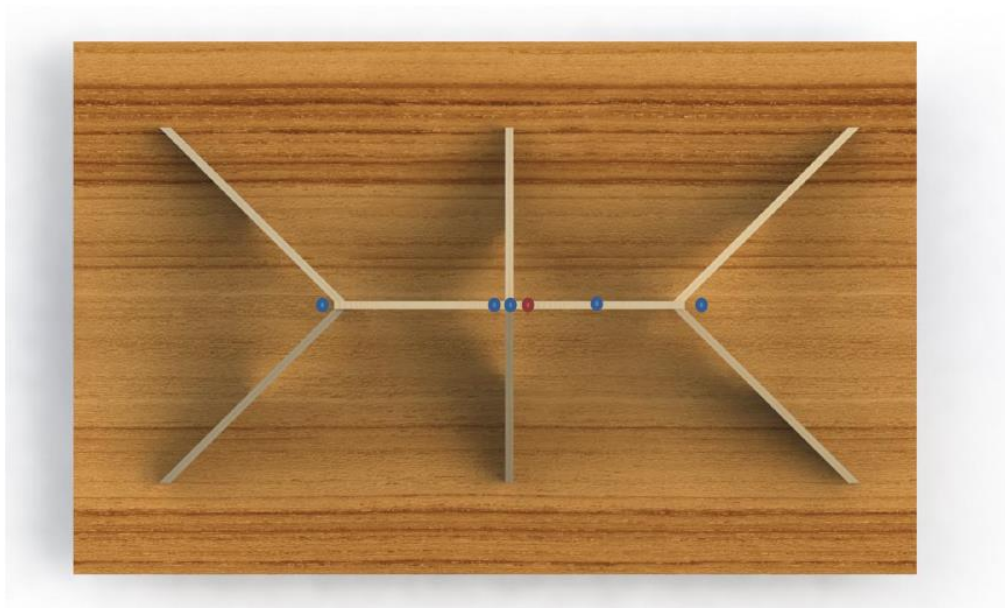


Figure 5 - Positions des thermocouples – vue de dessus

Système de chauffage

Le système de chauffage consiste en deux résistances électriques de 200W, chacune couplée à son propre dissipateur de chaleur. Cette configuration fournit de la chaleur principalement sous la forme de convection.

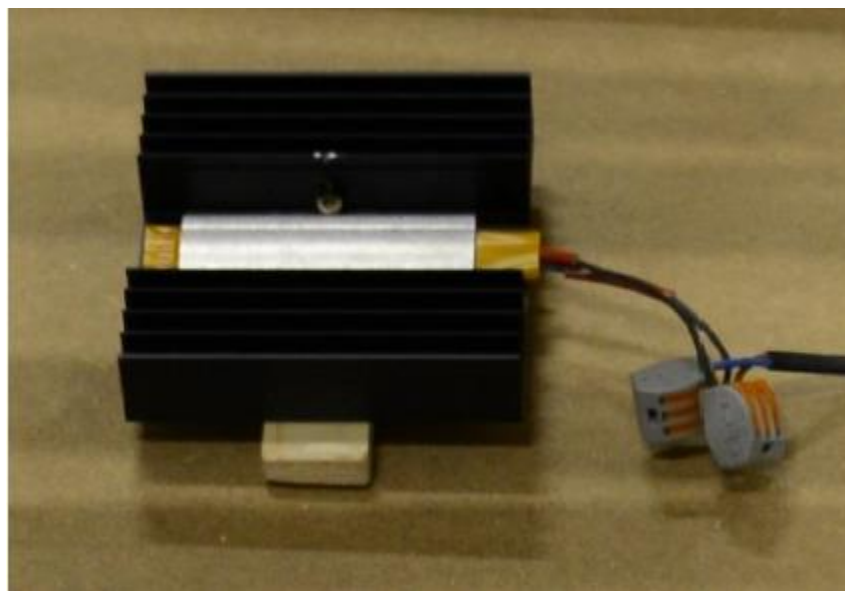


Figure 6 - Système de chauffage

Le présent rapport d'essai ne peut être reproduit, sauf intégralement, sans la permission écrite d'ELIOSYS.
Les résultats présentés dans ce rapport sont uniquement valides pour les échantillons testés.

Système DAQ

Températures

Les températures sont mesurées au moyen de thermocouples étalonnés avec une précision de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. L'acquisition et le stockage des signaux de température s'effectuent au moyen d'un système National Instruments composé d'un CompactDAQ et d'une carte d'acquisition pour thermocouples à haute précision.



Figure 7 – Système National Instruments CompactDAQ

Valeurs électriques

Les valeurs suivantes ont été mesurées et exportées par une centrale de mesure énergétique Socomec Diris Ap avec une fréquence de 5 Hz:

1. Tension (précision 0,5%)
2. Courant (précision 0,5%)
3. Puissance (précision 1%)
4. Energie (classe 1 selon CEI 61036)



Figure 8 - Centrale de mesure énergétique

Le présent rapport d'essai ne peut être reproduit, sauf intégralement, sans la permission écrite d'ELIOSYS.
Les résultats présentés dans ce rapport sont uniquement valides pour les échantillons testés.

Techniques d'isolation

Laine de verre

L'isolation à la laine de verre a été obtenue en empilant quatre couches de laine de verre d'une épaisseur de 50mm pour obtenir une épaisseur totale de 200mm. De plus, des cordes ont été nouées autour de la structure afin d'assurer la stabilité de l'isolation tout au long de la période d'essai.

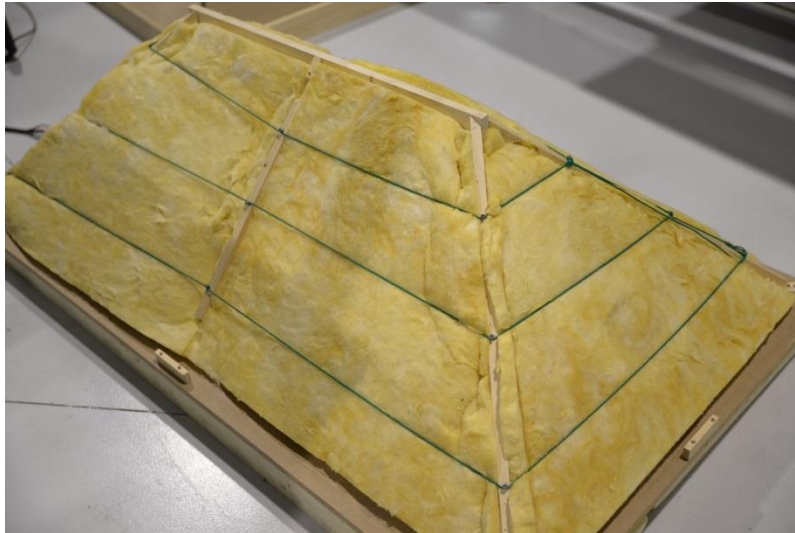


Figure 9 - Structure isolée au moyen de 4 couches de 50mm de laine de verre $\lambda 0,04$

Aluthermo Optima®

L'Aluthermo Optima® a été posé conformément aux exigences du fabricant. (Entre autres critères, une distance de chevauchement d'au minimum 100mm a été maintenue (sommet et côtés, voir figure 10)).

La feuille isolante a été fixée à la structure de bois. Les extrémités se chevauchant ont été maintenues en place au moyen d'adhésif aluminium Aluthermo®.



Zones se chevauchant

Figure 10 - Isolation au moyen d'Aluthermo Optima®

Le présent rapport d'essai ne peut être reproduit, sauf intégralement, sans la permission écrite d'ELIOSYS.
Les résultats présentés dans ce rapport sont uniquement valides pour les échantillons testés.

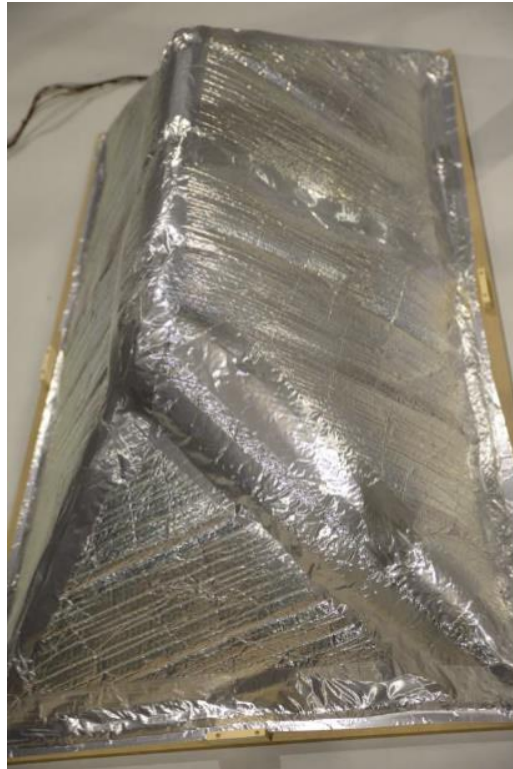


Figure 11 – Structure isolée au moyen d'une couche d'Aluthermo Optima ®

Une fois le matériau isolant posé correctement, la structure isolée a été recouverte de la réplique de toiture et placée dans la chambre climatique.

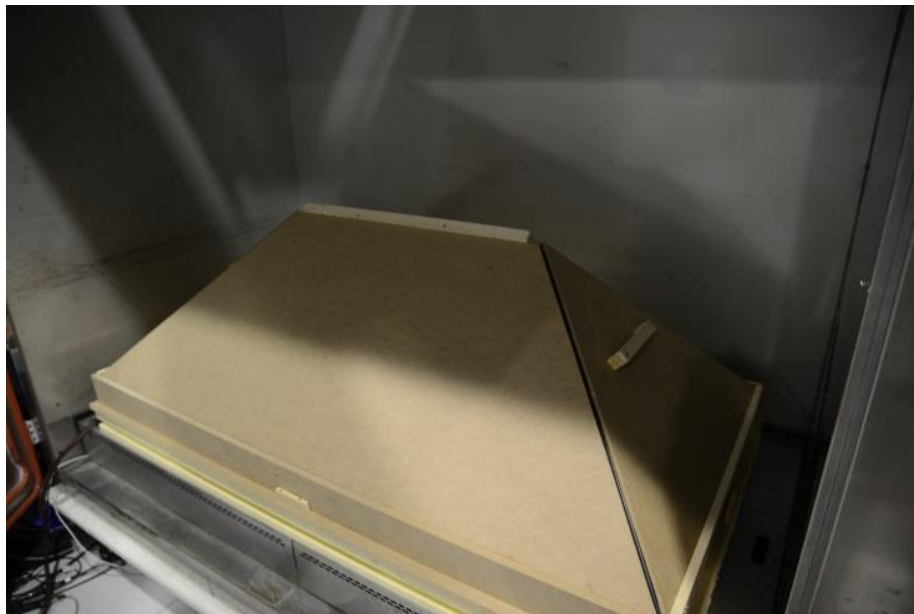


Figure 12 - Structure isolée recouverte de la réplique de toiture

Le présent rapport d'essai ne peut être reproduit, sauf intégralement, sans la permission écrite d'ELIOSYS.
Les résultats présentés dans ce rapport sont uniquement valides pour les échantillons testés.

RESULTATS

Les mesures préliminaires ont indiqué qu'un état stable était atteint après approximativement 5h. Par conséquent, une période de stabilisation de 8 heures minimum a été respectée avant la collecte des données en vue des calculs.

Les résultats obtenus lors des différentes séquences d'essai sont présentés dans le tableau suivant. Les données sont utilisées pour calculer la chaleur apparente requise pour maintenir la température intérieure à 21°C, en tenant compte de différences comme le volume d'air intérieur et les températures intérieures moyennes mesurées.

La chaleur spécifique apparente c est calculée au moyen de l'équation 1:

$$C = \frac{Q}{m\Delta T} \quad \text{Equation 1}$$

Où c est la chaleur spécifique apparente requise pour maintenir la température intérieure à 21°C [kJ/kg°C]

Q est l'apport de chaleur cumulée du chauffage [kJ]

m est la masse d'air [kg]

ΔT est le gradient de température [°C]

Comme la température dans la toiture augmente de la base au sommet, la température intérieure moyenne présentée dans la colonne 3 est obtenue par un processus d'intégration afin de tenir compte de la variation d'augmentation de la température et de la diminution du volume en fonction de la hauteur de la toiture.

Les valeurs indiquées dans les colonnes 3 et 4 révèlent qu'il y a des différences importantes entre les températures intérieures moyennes respectivement pour l'Aluthermo Optima® et la laine de verre, la température intérieure moyenne étant invariablement plus élevée avec l'Aluthermo Optima®. Il faut noter que cette différence diminue lorsque la température externe augmente.

L'énergie cumulative consommée pendant la période d'acquisition des données est indiquée dans les colonnes 5 (Wh) et 6 (J).

Une densité de l'air constante de 1,204 kg/m³ a été utilisée pour l'air à l'intérieur de la structure (colonne 7) et le volume d'air à l'intérieur de l'enceinte est estimé dans la colonne 8. L'épaisseur plus grande de la laine de verre par rapport à Aluthermo Optima® a pour conséquence une réduction du volume d'air enfermé dans la structure d'essai. La masse d'air en résultant est indiquée dans la colonne 9.

La chaleur spécifique apparente, c , calculée au moyen de l'Equation 1, est indiquée dans la colonne 10.

La différence relative de chaleur spécifique indiquée dans la colonne 11 montre que la performance d'Aluthermo Optima® est plus efficace de 29% par rapport à la laine de verre lorsque l'essai est effectué à -5°C et 0°C. Lorsque l'essai est effectué à la température extérieure la plus élevée (5°C), cette tendance est légèrement inférieure et la performance relative d'Aluthermo Optima® devient 14%.

Le présent rapport d'essai ne peut être reproduit, sauf intégralement, sans la permission écrite d'ELIOSYS.

Les résultats présentés dans ce rapport sont uniquement valides pour les échantillons testés.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Température extérieure cible [C°]	Température intérieure moyenne ¹ [C°]	ΔT^3 [C°]	Consommation d'énergie ² [Wh]	Consommation d'énergie ² [J]	Densité de l'air [kg/m ³]	Volume d'air [m ³]	Masse d'air [kg]	Chaleur spécifique apparente c ³ [kJ/kg°C]	Performance relative [%] ⁴
Aluthermo Quattro®	-5	15,8	20,8	972,5	3501000	1,204	0,1855	0,2233	754	29%
	0	16,8	16,8	730,13	2628468	1,204	0,1855	0,2233	701	29%
	5	17,5	12,5	554,49	1996164	1,204	0,1855	0,2233	715	14%
Laine de verre λ0,04	-5	14,1	19,1	1165,69	4196471	1,204	0,0404	0,0486	1062	
	0	15,6	15,6	933,18	3359448	1,204	0,0404	0,0486	992	
	5	17,1	12,1	708,93	2552159	1,204	0,0404	0,0486	829	

(1) la température moyenne est calculée en tenant compte de la variation de volume et de température en fonction de la hauteur de la structure

(2) la consommation d'énergie est calculée après la période de stabilisation de 8 heures

(3) différence entre "température intérieure moyenne" et "température extérieure" (colonne 3 - colonne 2)

Le présent rapport d'essai ne peut être reproduit, sauf intégralement, sans la permission écrite d'ELIOSYS.
Les résultats présentés dans ce rapport sont uniquement valides pour les échantillons testés.

CONCLUSIONS

Dans la plage de températures de -5 à 5°C, compte tenu du volume d'air et des gradients de température dans l'enceinte, beaucoup moins de chaleur est nécessaire avec l'Aluthermo Optima® pour maintenir la température cible de 21°C. Même à la température d'essai la plus élevée (5°C), la performance de l'Aluthermo Optima dépasse de 14% celle de la laine de verre d'une épaisseur de 200mm. Aux températures plus froides de 0°C et -5°C, la différence est même plus importante et augmente jusqu'à 29%.

La variation de chaleur spécifique apparente calculée pour l'Aluthermo Optima® à -5°C, 0°C et 5°C ne dépasse pas 7%, indiquant que le matériau isolant maintient une performance pratiquement constante dans la plage de températures, alors qu'une variation plus importante est observée pour la laine de verre avec une variation maximale de 22%. En d'autres mots, Aluthermo Optima® a montré une performance constante et supérieure à toutes les températures extérieures cibles (-5 ; 0 ; +5°C) alors que la performance de la laine de verre d'une épaisseur de 200mm varie selon les 3 températures d'essai. Ce comportement peut également être observé sur le graphique ci-dessous.

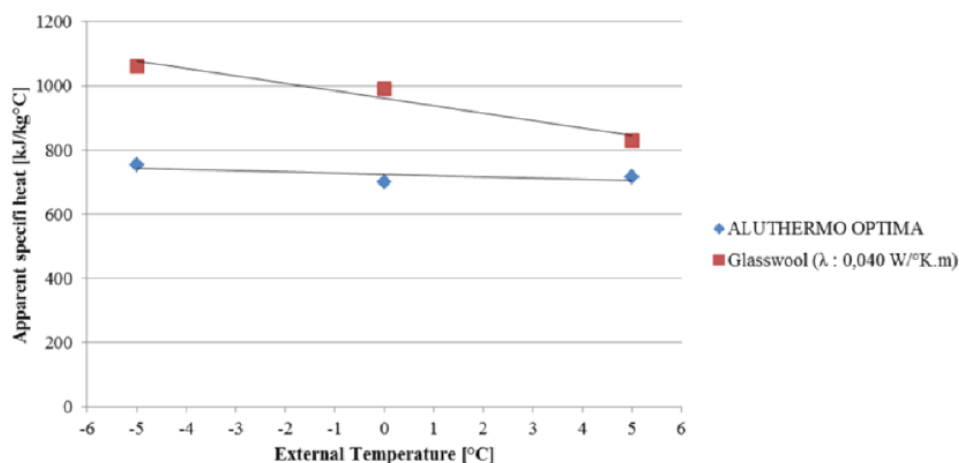


Figure 13 – évolution de la chaleur spécifique par rapport à la température extérieure pour Aluthermo Optima® et la laine de verre λ0,04

Traduction certifiée conforme à l'original anglais
Martine Englebert – traductrice jurée
Liège

Martine ENGLEBERT
Traductrice jurée
LIEGE

Le présent rapport d'essai ne peut être reproduit, sauf intégralement, sans la permission écrite d'ELIOSYS.
Les résultats présentés dans ce rapport sont uniquement valides pour les échantillons testés.