

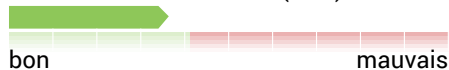
Toit Terrasse Biosourcé

Toit plat
établi le 25.2.2022

Isolation thermique

$R_{tot} = 5,88 \text{ m}^2\text{K/W}$

EnEV Bestand*: $U < 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



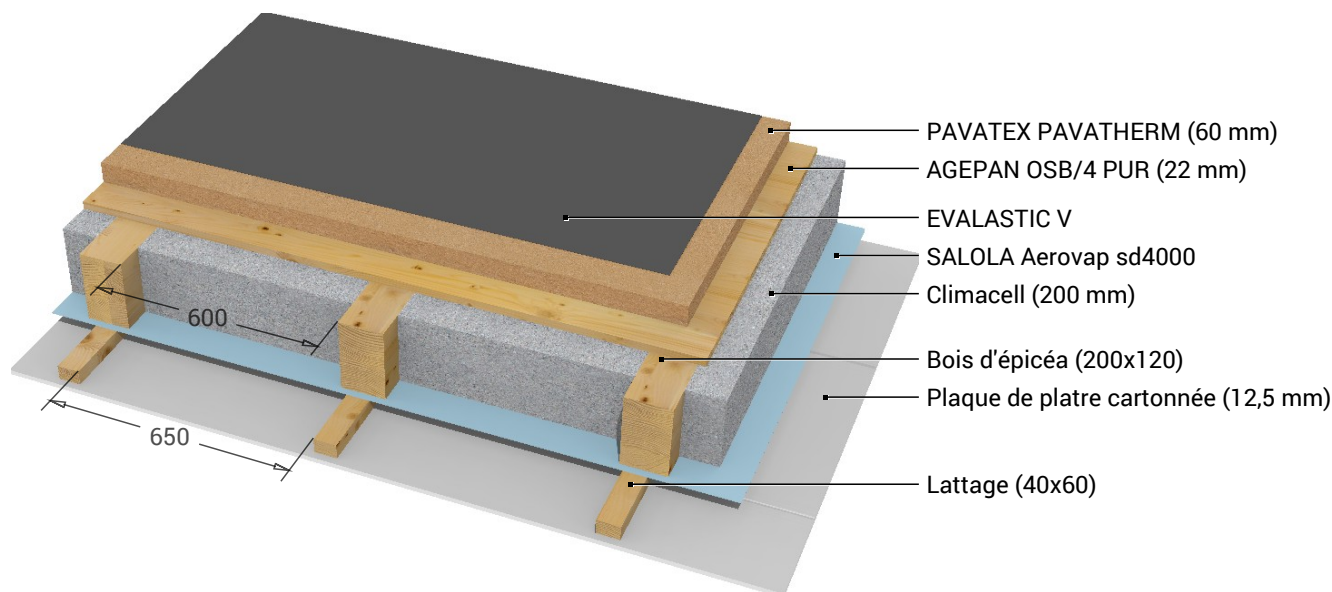
Hygrométrie

Réserve de séchage: $5 \text{ g}/\text{m}^2\text{a}$
(conduit à la dévaluation)
Pas de condensation



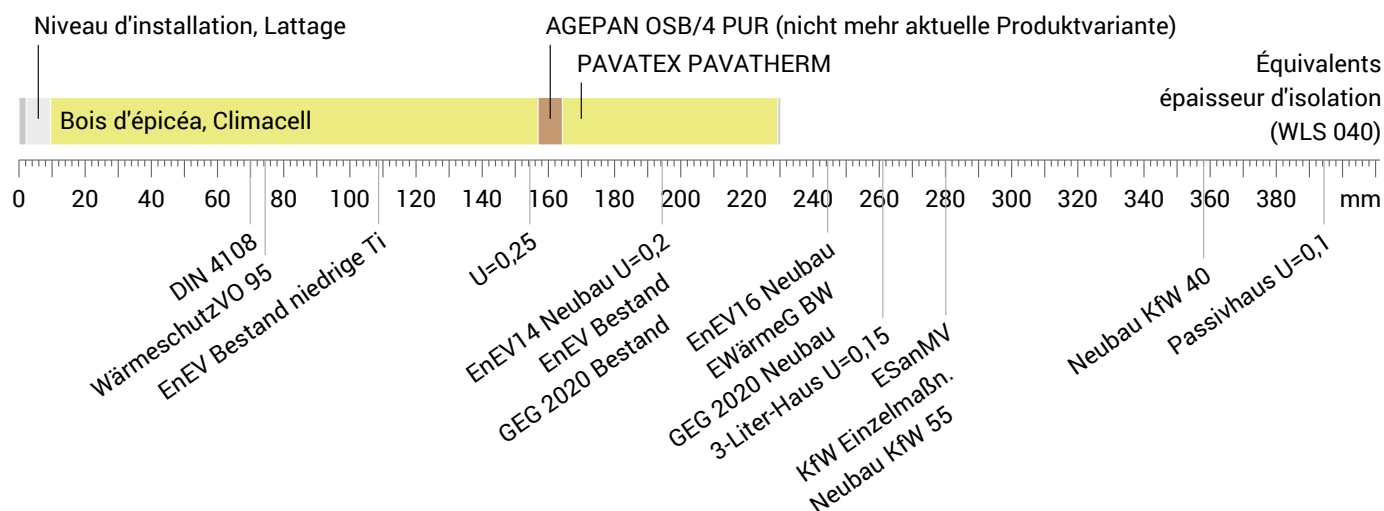
Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: 46
Déphasage: 15,5 h
Capacité de chaleur interne: $49 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$



Effet d'isolation de couches individuelles

Pour la figure ci-dessous, les résistances thermiques des couches individuelles ont été converties en millimètre d'épaisseur d'isolation. L'échelle se réfère à une isolation de conductivité thermique de $0,040 \text{ W}/\text{mK}$.



Air ambiant: $20,0^\circ\text{C} / 50\%$
Air extérieur: $-5,0^\circ\text{C} / 80\%$
Temp. de surface: $18,6^\circ\text{C} / -4,8^\circ\text{C}$

Valeur sd: 4149,4 m

Épaisseur: 33,6 cm
Poids: $60 \text{ kg}/\text{m}^2$
Capacité thermique: $102 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

EnEV Bestand BEG Einzelmaßn. GEG 2020 Bestand GEG 2020 Neubau

Toit Terrasse Biosourcé, $R_{\text{tot}}=5,88 \text{ m}^2\text{K/W}$

Calcul de valeur U conforme à la NF EN ISO 6946

#	Matériau	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
	Résistance thermique surfacique intérieure (Rsi)			0,100
1	Plaque de plâtre cartonnée	1,25	0,250	0,050
2	Niveau d'installation	4,00	0,250	0,160
	Lattage (8,5%)	4,00	0,130	0,308
3	SALOLA Aerovap sd4000	0,03	0,170	0,001
4	Climacell	20,00	0,040	5,000
	Bois d'épicéa (17%)	20,00	0,130	1,538
5	AGEPAN OSB/4 PUR (nicht mehr aktuelle Produktvariante)	2,20	0,130	0,169
6	PAVATEX PAVATHERM	6,00	0,040	1,500
7	EVALASTIC V	0,12	0,170	0,007
	Résistance thermique surfacique extérieur (Rse)			0,040

Les résistances thermiques surfacique ont été établies conformément à la norme DIN 6946 Tableau 7.

Rsi: Flux de chaleur ascendant

Rse: Flux de chaleur ascendant, extérieur: Contact direct avec l'air extérieur

Les résistances au transfert de chaleur des couches d'air stationnaires ont été calculées comme suit:

Couche 2.1: Épaisseur 4 cm, Largeur 65 cm, DIN EN ISO 6946 Tableau 8, Flux de chaleur ascendant

Limite supérieure de la résistance thermique $R_{\text{tot;upper}} = 6,083 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Limite inférieure de la résistance thermique $R_{\text{tot;lower}} = 5,671 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Vérifiez applicabilité: $R_{\text{tot;upper}} / R_{\text{tot;lower}} = 1,073$ (maximale autorisée: 1,5)

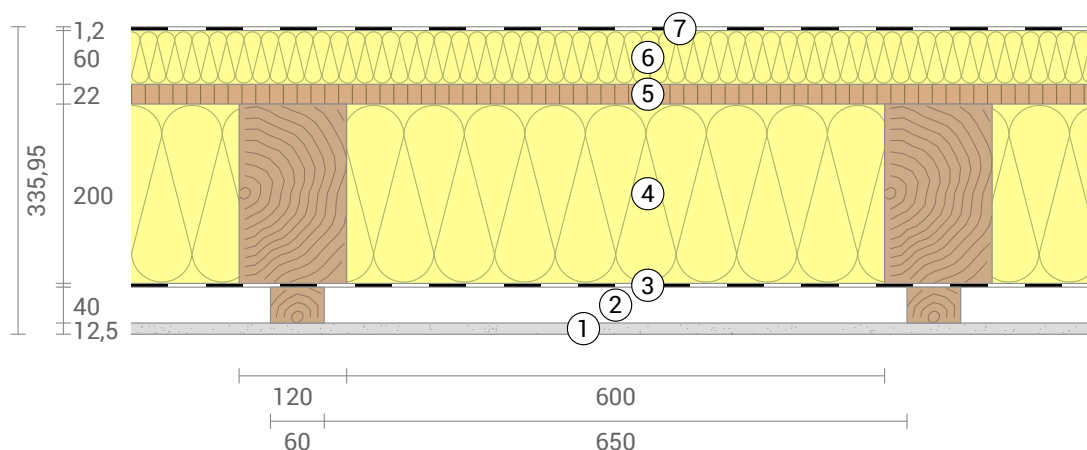
Le procédé peut être appliqué.

Résistance thermique $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot;upper}} + R_{\text{tot;lower}})/2 = 5,877 \text{ m}^2\text{K/W}$

Estimation de l'erreur maximale relative d'après le paragraphe 6.7.2.5: 3,5%

Coefficient de transmission thermique $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

La paroi contient plusieurs couches de différentes largeurs inhomogènes. Pour tous les calculs, il est supposé que la disposition des couche est répétée dans la largeur tous les 72 cm. Cependant, au moins pour la couche 2 avec une largeur totale de 71 cm, ceci est faux et peut entraîner une imprécision accrue de la valeur U.



Toit Terrasse Biosourcé, $R_{tot}=5,88 \text{ m}^2\text{K/W}$

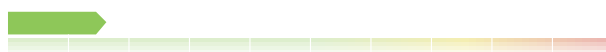
Écobilan

Pertes thermiques: 10 kWh/m^2 par période de chauffage



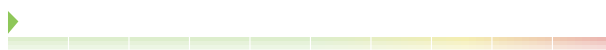
Surfuite de chaleur qui s'échappe à travers un mètre carré de cet élément de construction pendant la période de chauffage. Veuillez noter: En raison des gains internes et solaires, les besoins en chauffage sont inférieurs aux pertes de chaleur.

Énergie primaire (non renouvelable): $>51 \text{ kWh/m}^2$



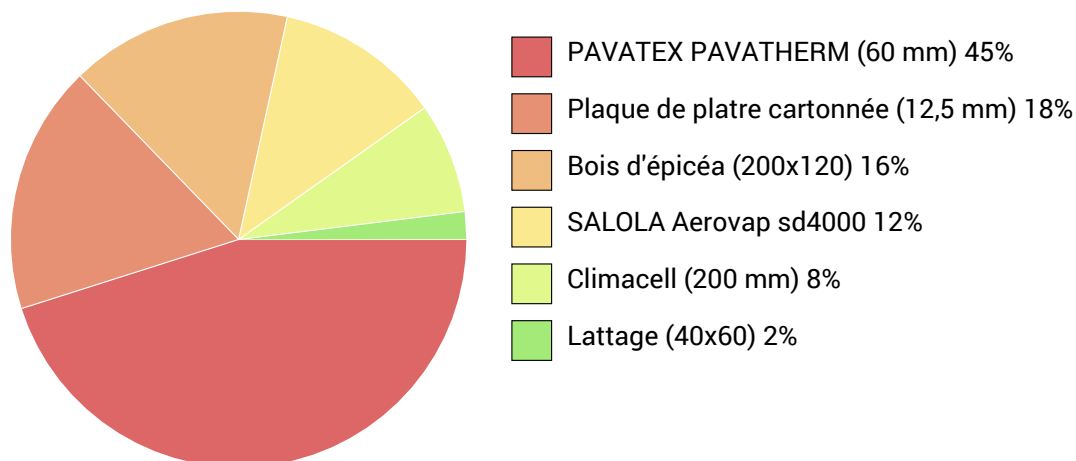
Énergie primaire non renouvelable (=énergie provenant des combustibles fossiles et de l'énergie nucléaire) qui a été utilisée pour produire les matériaux de construction utilisés ("cradle to gate").

Potentiel de réchauffement global: $-48 (?) \text{ kg CO}_2\text{Eq/m}^2$

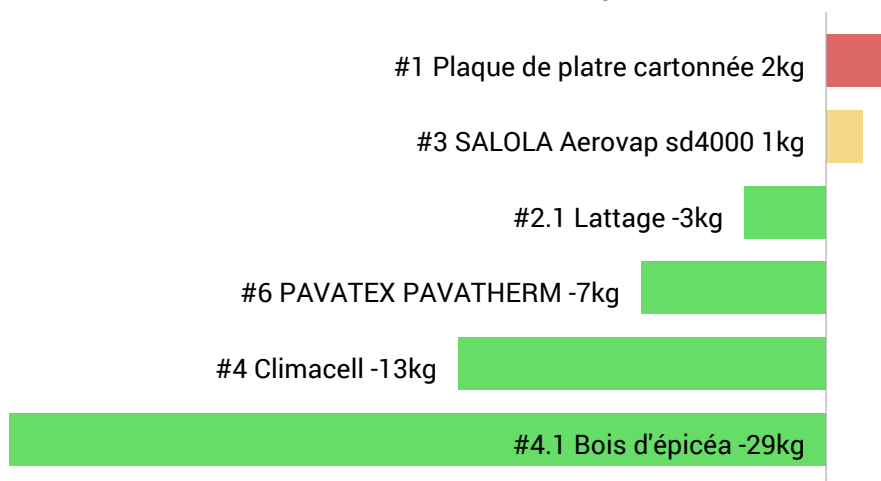


À l'exception de la production des matériaux de construction utilisés, on a extrait de l'atmosphère globalement plus de gaz à effet de serre qu'on n'en a ajouté.

Composition de l'apport d'énergie primaire non renouvelable de la production:



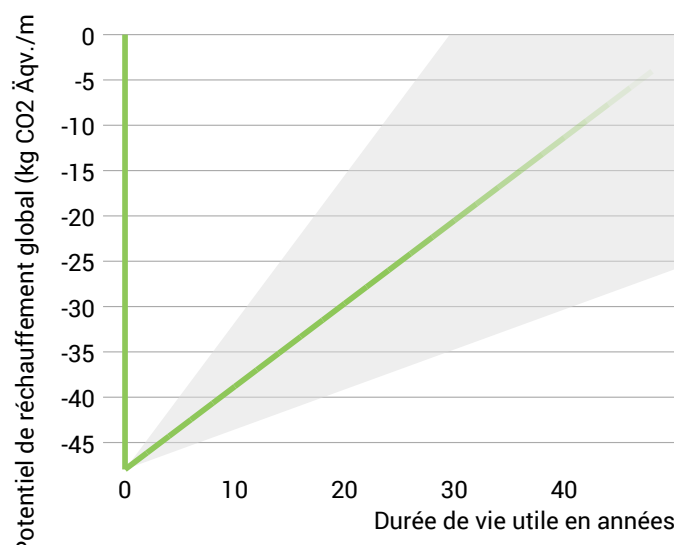
Composition du potentiel de réchauffement global de la production:



Note: Au moins une couche n'a pas pu être prise en compte car son contenu en énergie primaire et/ou son potentiel de réchauffement climatique est inconnu.

Toit Terrasse Biosourcé, $R_{tot}=5,88 \text{ m}^2\text{K/W}$

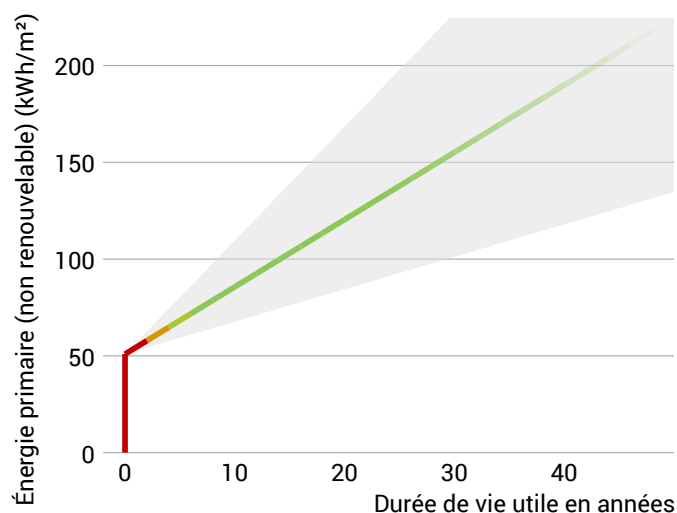
Potentiel de réchauffement global et énergie primaire pour la construction et l'utilisation



La figure **à gauche** montre dans la partie verticale de la courbe le potentiel de réchauffement global de la production du composant. Les émissions de gaz à effet de serre générées lors de l'utilisation du bâtiment (dues au chauffage) sont représentées par la courbe en diagonale vers le haut.

La figure **en bas à gauche** montre dans la partie verticale de la courbe l'apport d'énergie primaire non renouvelable pour la production du composant. L'énergie primaire nécessaire à l'utilisation du bâtiment (par le chauffage) est représentée par la courbe diagonale ascendante.

Plus le composant est utilisé inchangé, plus il est respectueux de l'environnement, car l'effort de fabrication contribue moins aux émissions globales (indiqué par la couleur de la courbe).



En raison de gains solaires et internes inconnus, la demande de chauffage ne peut être qu'estimée. Par conséquent, la demande d'énergie primaire et le potentiel de réchauffement climatique pendant la phase d'utilisation ne sont connus qu'avec imprécision. Pour l'estimation, on a supposé que les gains solaires et internes contribuent avec 4 kWh/a/m^2 de surface des éléments de construction. La zone gris clair marque la zone dans laquelle la courbe est très certainement située. Pour la production de chaleur, on a supposé un apport d'énergie primaire de $0,60 \text{ kWh}$ par kWh de chaleur et un potentiel de réchauffement global de $0,16 \text{ kg CO}_2 \text{ eqv/m}^2$ par kWh de chaleur. Source de chaleur: Pompe à chaleur (air).

Remarques

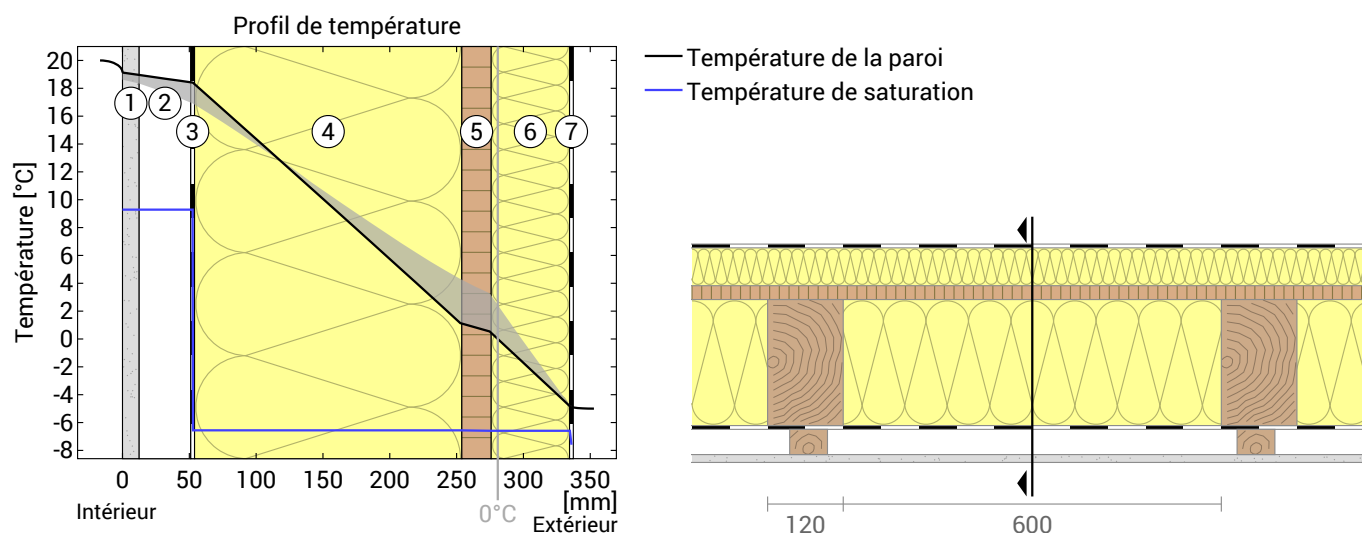
Note: Au moins une couche n'a pas pu être prise en compte car son contenu en énergie primaire et/ou son potentiel de réchauffement climatique est inconnu.

Calcul vaut pour le site H1a Trappes et période de chauffe de Mi octobre à Fin avril Le calcul est basé sur des moyennes mensuelles de température. Source: Réglementation Thermique 2012

Remarque: Les données climatiques et énergétiques utilisées pour ce calcul peuvent intégrer des fluctuations importantes et selon les cas varier considérablement de la valeur réelle.

Toit Terrasse Biosourcé, $R_{tot}=5,88 \text{ m}^2\text{K/W}$

Profil de température



- ① Plaque de plâtre cartonnée (12,5 mm)
- ② Niveau d'installation (40 mm)
- ③ SALOLA Aerovap sd4000
- ④ Climacell (200 mm)
- ⑤ AGEPAN OSB/4 PUR (22 mm)
- ⑥ PAVATEX PAVATHERM (60 mm)
- ⑦ EVALASTIC V

L'image de gauche montre le profil de température de la composition (en noir) et de la température de saturation (en bleu) suivant la coupe indiquée sur l'image de droite. Si la température de la composition est au dessus de température de condensation il n'apparaît pas d'eau liquide. Si les deux courbes viennent à se toucher, il se forme en ce point de la condensation.

Couches (de l'int. vers l'ext.)

#	Matériau	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Température [°C]		Poids [kg/m ²]
				min	max	
	Résistance thermique surfacique*		0,250	18,6	20,0	
1	1,25 cm Plaque de plâtre cartonnée	0,250	0,050	18,3	19,1	8,5
2	4 cm Niveau d'installation	0,250	0,160	16,9	19,0	0,0
	4 cm Lattage (8,5%)	0,130	0,308	16,9	18,4	1,9
3	0,025 cm SALOLA Aerovap sd4000	0,170	0,001	16,9	18,4	0,1
4	20 cm Climacell	0,040	5,000	1,1	18,4	7,9
	20 cm Bois d'épicéa (17%)	0,130	1,538	3,7	17,5	18,9
5	2,2 cm AGEPAN OSB/4 PUR (nicht mehr aktuelle Produktvariante)	0,130	0,169	0,5	4,3	14,3
6	6 cm PAVATEX PAVATHERM	0,040	1,500	-4,8	3,3	6,9
7	0,12 cm EVALASTIC V	0,170	0,007	-4,9	-4,8	1,5
	Résistance thermique surfacique*		0,040	-5,0	-4,8	
	33,595 cm Total de la composition		5,882			60,1

*Les résistances thermiques surfacique conform à la norme DIN 4108-3 pour la protection contre l'humidité.

Température de surface intérieure (min/med/max): 18,6°C 19,0°C 19,1°C
 Température de surface extérieure (min/med/max): -4,9°C -4,8°C -4,8°C

Toit Terrasse Biosourcé, $R_{\text{tot}}=5,88 \text{ m}^2\text{K/W}$

Hygrométrie

Pour le calcul de la quantité d'eau de condensation, le composant a été exposé au climat constant suivant pendant 90 jours: intérieure: 20°C und 50% Humidité de l'air; extérieure: -5°C und 80% Humidité de l'air. Ce climat est conforme à la norme DIN 4108-3.

Dans ces conditions, il n'y pas formation de condensation.

Réserve de séchage selon Méthode des éléments finis 2D d'Ubakus: 5 g/(m²a)

Au moins requis par DIN 68800-2:

250 g/(m²a)

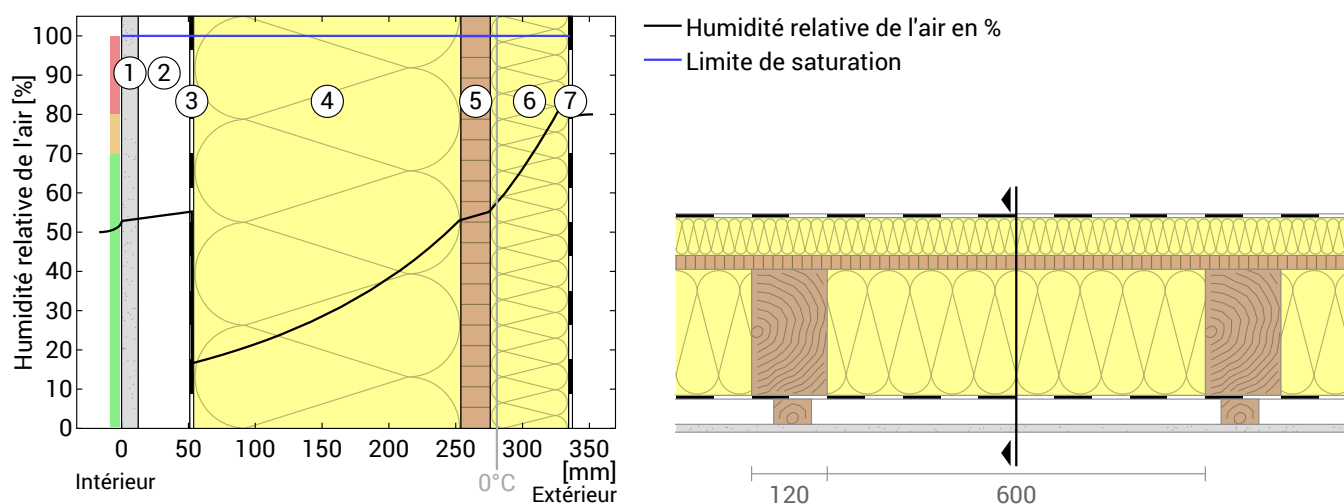
La protection contre l'humidité de ce composant est donc mal notée.

#	Matériau	Valeur sd [m]	Condensation [kg/m ²] [Gew.-%]	Poids [kg/m ²]
1	1,25 cm Plaque de plâtre cartonnée	0,05	-	8,5
2	4 cm Niveau d'installation	0,01	-	0,0
	4 cm Lattage (8,5%)	0,80	-	1,9
3	0,025 cm SALOLA Aerovap sd4000	4000	-	0,1
4	20 cm Climacell	0,20	-	7,9
	20 cm Bois d'épicéa (17%)	4,00	-	18,9
5	2,2 cm AGEPAN OSB/4 PUR (nicht mehr aktuelle Produktvariante)	4,40	-	14,3
6	6 cm PAVATEX PAVATHERM	0,18	-	6,9
7	0,12 cm EVALASTIC V	144,00	-	1,5
	33,595 cm Total de la composition	4.149,35		60,1

Humidité de l'air

La température de la paroi intérieure est de 18,6 °C entraînant une humidité relative à la surface de 55%. Dans ces conditions il ne devrait pas y avoir de risque fongique.

Le graphique suivant montre l'humidité relative dans la composition.



- ① Plaque de plâtre cartonnée (12,5 mm)
- ② Niveau d'installation (40 mm)
- ③ SALOLA Aerovap sd4000
- ④ Climacell (200 mm)
- ⑤ AGEPAN OSB/4 PUR (22 mm)
- ⑥ PAVATEX PAVATHERM (60 mm)
- ⑦ EVALASTIC V

Notes: Calcul utilisant la méthode 2D-FE d'Ubakus. La convection et la capillarité des matériaux de construction n'ont pas été prises en compte. Le temps de séchage peut prendre plus de temps dans des conditions défavorables (ombrage, étés humides / frais) que celui calculé ici.

Toit Terrasse Biosourcé, $R_{\text{tot}}=5,88 \text{ m}^2\text{K/W}$

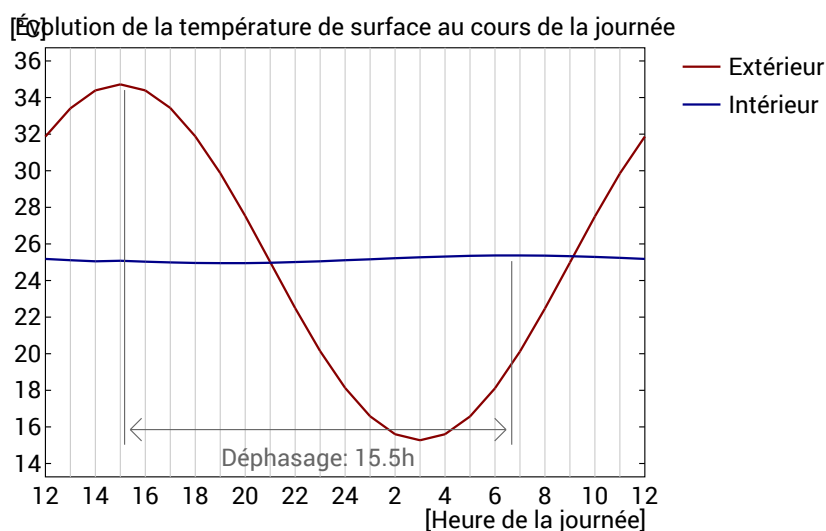
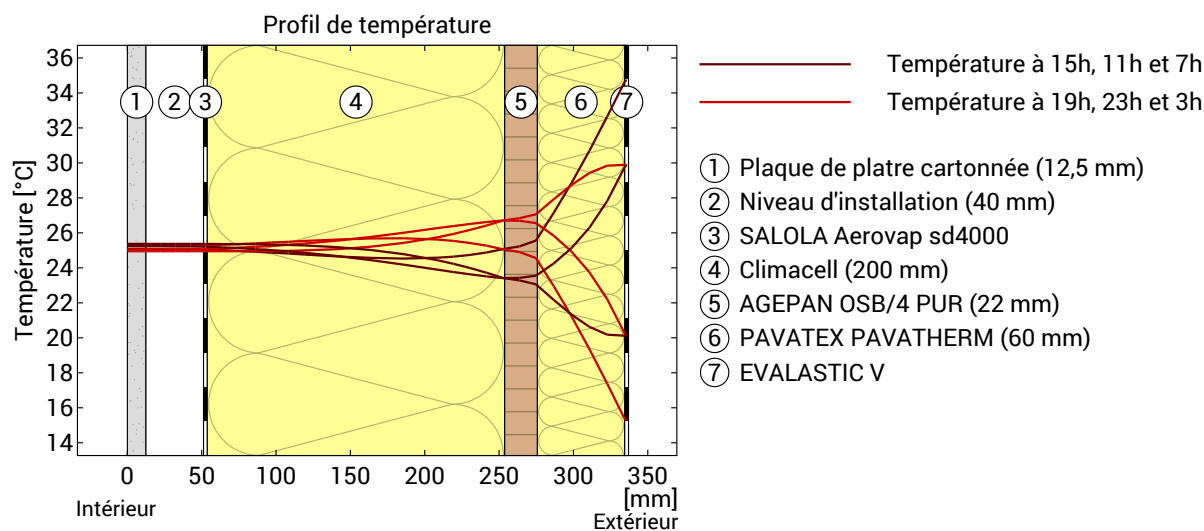
Protection contre l'humidité selon DIN 4108-3:2018 Annexe A

La norme DIN 4108-3 ne doit pas être appliquée aux structures de toiture en bois isolées, non ventilées, avec toiture en métal ou scellées sur les coffrages ou les planches sans ventilation de l'étanchéité / de la sous-couche.

Toit Terrasse Biosourcé, $R_{tot}=5,88 \text{ m}^2\text{K/W}$

Confort d'été

Les résultats suivants correspondent aux propriétés du composant testé et ne font aucune déclaration concernant la protection thermique de la pièce entière:



Graphique en haut: Profil de température dans la composition à différents moments. De haut en bas, lignes marrons: à 15h, 11h et 7h et lignes rouges à 19h, 23h et 3h du matin.

Graphique en bas: La température de la surface extérieure (rouge) et de la surface intérieure (bleu) lors d'une journée. Les flèches noires indiquent les températures maximales. Le maximum de la température de la surface intérieure devrait se trouver de préférence au cours de la deuxième moitié de la nuit.

Déphasage*	15,5 h	Capacité de stockage thermique (composition complète):	102 kJ/m ² K
Atténuation d'amplitude**	46,1	Capacité thermique des couches intérieures:	49 kJ/m ² K
RAT***	0,022		

* Le déphasage indique la durée en heures, dans laquelle le pic de chaleur de l'après-midi atteint le côté intérieur de la composition.

** L'atténuation de l'amplitude décrit l'atténuation de l'onde de température lors du passage à travers la composition. Une valeur de 10 signifie que la température côté extérieur varie 10 fois plus que sur le côté intérieur, p.ex. côté extérieur 15-35 °C, côté intérieur 24-26 °C.

*** Le rapport d'amplitude de température (RAT) est l'inverse de l'atténuation: $RAT = 1/\text{Atténuation d'amplitude}$

Remarque: La protection thermique d'une pièce est influencée par plusieurs facteurs, mais essentiellement par le rayonnement solaire direct par les fenêtres et par la quantité totale de la capacité de stockage de chaleur (y compris le sol, les murs intérieurs et les accessoires / meubles). Un seul composant n'a généralement qu'une très faible influence sur la protection thermique de la pièce.

Les calculs présentés ci-dessus sont établis pour une section unidimensionnelle de la paroi.