

Condensations

UNE EN ISO 13788

INDEX

1. BUREAUX.....	10
1.1. Paroi à isolation répartie.....	10
1.1.1. Résultats du calcul des condensations.....	10
1.1.2. Conditions hygrothermiques de calcul.....	10
1.1.3. Description de l'élément constructif.....	11
1.1.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	13
1.1.5. Calcul des condensations interstitielles.....	15
1.1.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	17
1.2. Paroi ossature bois.....	18
1.2.1. Résultats du calcul des condensations.....	18
1.2.2. Conditions hygrothermiques de calcul.....	18
1.2.3. Description de l'élément constructif.....	19
1.2.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	21
1.2.5. Calcul des condensations interstitielles.....	23
1.2.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	35
1.3. Paroi mitoyenne isolée.....	39
1.3.1. Résultats du calcul des condensations.....	39
1.3.2. Conditions hygrothermiques de calcul.....	40

1.3.3.	Description de l'élément constructif.....	41
1.3.4.	Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	43
1.3.5.	Calcul des condensations interstitielles.....	45
1.3.6.	Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	57
1.4.	Cloison légère.....	61
1.4.1.	Résultats du calcul des condensations.....	61
1.4.2.	Conditions hygrothermiques de calcul.....	61
1.4.3.	Description de l'élément constructif.....	62
1.4.4.	Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	64
1.4.5.	Calcul des condensations interstitielles.....	66
1.4.6.	Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	67
1.5.	Refend isolé.....	68
1.5.1.	Résultats du calcul des condensations.....	68
1.5.2.	Conditions hygrothermiques de calcul.....	68
1.5.3.	Description de l'élément constructif.....	69
1.5.4.	Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	71
1.5.5.	Calcul des condensations interstitielles.....	73
1.5.6.	Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	74
1.6.	Toiture terrasse.....	75
1.6.1.	Résultats du calcul des condensations.....	75

1.6.2. Conditions hygrothermiques de calcul.....	75
1.6.3. Description de l'élément constructif.....	76
1.6.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	78
1.6.5. Calcul des condensations interstitielles.....	80
1.6.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	81
1.7. Couverture.....	82
1.7.1. Résultats du calcul des condensations.....	82
1.7.2. Conditions hygrothermiques de calcul.....	82
1.7.3. Description de l'élément constructif.....	83
1.7.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	85
1.7.5. Calcul des condensations interstitielles.....	87
1.7.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	99
1.8. Dallage.....	103
1.8.1. Résultats du calcul des condensations.....	103
1.8.2. Conditions hygrothermiques de calcul.....	104
1.8.3. Description de l'élément constructif.....	105
1.8.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	107
1.8.5. Calcul des condensations interstitielles.....	108
1.8.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	110

2. PARTIES COMMUNES.....	111
2.1. Paroi à isolation répartie.....	111
2.1.1. Résultats du calcul des condensations.....	111
2.1.2. Conditions hygrothermiques de calcul.....	111
2.1.3. Description de l'élément constructif.....	112
2.1.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	114
2.1.5. Calcul des condensations interstitielles.....	116
2.1.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	118
2.2. Paroi mitoyenne isolée.....	119
2.2.1. Résultats du calcul des condensations.....	119
2.2.2. Conditions hygrothermiques de calcul.....	119
2.2.3. Description de l'élément constructif.....	120
2.2.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	122
2.2.5. Calcul des condensations interstitielles.....	124
2.2.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	136
2.3. Refend isolé.....	140
2.3.1. Résultats du calcul des condensations.....	140
2.3.2. Conditions hygrothermiques de calcul.....	140
2.3.3. Description de l'élément constructif.....	141
2.3.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	143

2.3.5. Calcul des condensations interstitielles.....	145
2.3.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	146
2.4. Cloison légère.....	147
2.4.1. Résultats du calcul des condensations.....	147
2.4.2. Conditions hygrothermiques de calcul.....	147
2.4.3. Description de l'élément constructif.....	148
2.4.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	150
2.4.5. Calcul des condensations interstitielles.....	152
2.4.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	153
2.5. Dallage.....	154
2.5.1. Résultats du calcul des condensations.....	154
2.5.2. Conditions hygrothermiques de calcul.....	154
2.5.3. Description de l'élément constructif.....	155
2.5.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	157
2.5.5. Calcul des condensations interstitielles.....	159
2.5.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	160
3. CAFÉTÉRIA.....	161
3.1. Paroi à isolation répartie.....	161
3.1.1. Résultats du calcul des condensations.....	161

3.1.2.	Conditions hygrothermiques de calcul.....	161
3.1.3.	Description de l'élément constructif.....	162
3.1.4.	Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	164
3.1.5.	Calcul des condensations interstitielles.....	166
3.1.6.	Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	168
3.2.	Paroi mitoyenne isolée.....	169
3.2.1.	Résultats du calcul des condensations.....	169
3.2.2.	Conditions hygrothermiques de calcul.....	169
3.2.3.	Description de l'élément constructif.....	170
3.2.4.	Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	172
3.2.5.	Calcul des condensations interstitielles.....	174
3.2.6.	Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	186
3.3.	Dallage.....	190
3.3.1.	Résultats du calcul des condensations.....	190
3.3.2.	Conditions hygrothermiques de calcul.....	190
3.3.3.	Description de l'élément constructif.....	191
3.3.4.	Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	193
3.3.5.	Calcul des condensations interstitielles.....	195
3.3.6.	Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	196

4. SANITAIRES.....	197
4.1. Paroi ossature bois.....	197
4.1.1. Résultats du calcul des condensations.....	197
4.1.2. Conditions hygrothermiques de calcul.....	197
4.1.3. Description de l'élément constructif.....	199
4.1.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	201
4.1.5. Calcul des condensations interstitielles.....	202
4.1.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	215
4.2. Paroi mitoyenne isolée.....	219
4.2.1. Résultats du calcul des condensations.....	219
4.2.2. Conditions hygrothermiques de calcul.....	220
4.2.3. Description de l'élément constructif.....	221
4.2.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	223
4.2.5. Calcul des condensations interstitielles.....	225
4.2.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	237
4.3. Couverture.....	241
4.3.1. Résultats du calcul des condensations.....	241
4.3.2. Conditions hygrothermiques de calcul.....	241
4.3.3. Description de l'élément constructif.....	242
4.3.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	244

4.3.5. Calcul des condensations interstitielles.....	246
4.3.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	258
4.4. Dallage.....	262
4.4.1. Résultats du calcul des condensations.....	262
4.4.2. Conditions hygrothermiques de calcul.....	263
4.4.3. Description de l'élément constructif.....	264
4.4.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique.....	266
4.4.5. Calcul des condensations interstitielles.....	267
4.4.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues.....	269

Condensations

1. BUREAUX

1.1. Paroi à isolation répartie

1.1.1. Résultats du calcul des condensations

1.1.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.964 \quad f_{R_{si},min} = 0.589$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.144 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

$f_{R_{si},min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

1.1.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif ne présente pas de condensations interstitielles.

1.1.2. Conditions hygrothermiques de calcul

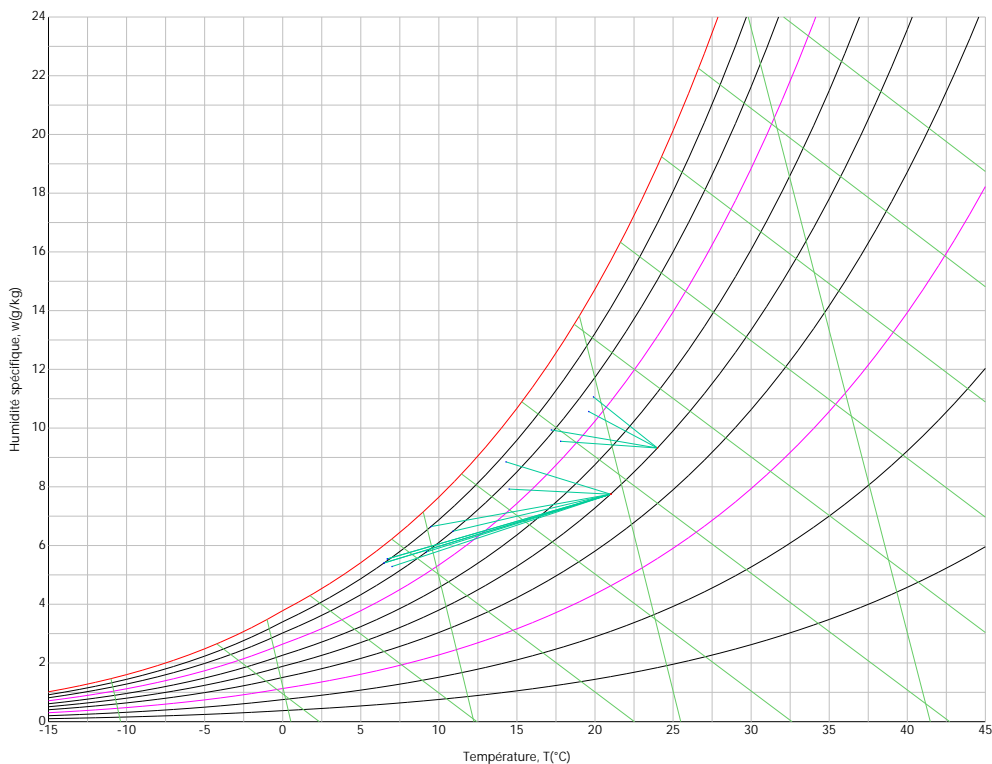
Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Conditions extérieures												
Température, θ_e (°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, ϕ_e (%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91
Conditions intérieures												
Température, θ_i (°C)	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	24.0	24.0	24.0	24.0	21.0	21.0	21.0

Condensations

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Humidité relative, φ_i (%)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

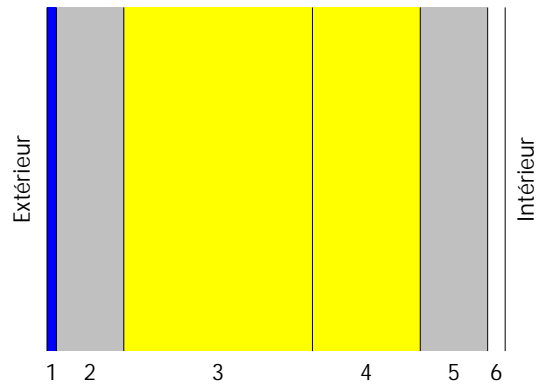
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.



1.1.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:

Condensations



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

Paroi à isolation répartie		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Revêtement	0.7	0.300	0.02333	1	0.007
2	Lame d'air	5.0		0.00000		0.01
3	Laine de verre	14.0	0.035	4.00000	1	0.14
4	Laine de verre	8.0	0.032	2.50000	1	0.08
5	Lame d'air	5.0		0.18000		0.01
6	BA13	1.3	0.250	0.05200	7	0.091
R_{si}				0.13		

où:

e: Épaisseur, cm.

l : Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).

R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.

Condensations

m : Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.

S_d : Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.

R_{se} : Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, $m^2 \cdot K/W$.

R_{si} : Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, $m^2 \cdot K/W$.

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e_T	cm	34.0
Résistance thermique totale, R_T	$m^2 \cdot K/W$	6.9253
Épaisseur d'air équivalente totale, $S_{d,T}$	m	0.34
Transmittance thermique, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.144
Facteur de résistance superficielle intérieure, f_{Rsi}	--	0.964

où:

E_T : Épaisseur totale de l'élément, cm.

R_T : Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.

$S_{d,T}$: Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U: Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, $W/(m^2 \cdot K)$.

f_{Rsi} : Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.144 \text{ W}/m^2 \cdot K$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot K/W$.

1.1.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Condensations

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{R,si,min}$ se fait comme suit:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Janvier	6.5	90.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.589
Février	7.0	85.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.574
Mars	9.2	80.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.495
Avril	10.9	80.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.410
Mai	14.5	77.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.083
Juin	17.8	75.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.017
Juillet	19.6	74.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Août	19.9	76.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Septembre	17.2	81.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.103
Octobre	14.3	87.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.110
Novembre	9.5	90.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.482
Décembre	6.7	91.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.583

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

Condensations

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.964 > f_{Rsi,min} = 0.589$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

1.1.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Paroi à isolation répartie	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² .mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	6.58	973.076	870.728	89.5	--	--
Interphase 1-2	6.63	976.357	878.434	90.0	--	--
Interphase 2-3	6.63	976.357	889.442	91.1	--	--
Interphase 3-4	15.01	1705.247	1043.550	61.2	--	--
Interphase 4-5	20.24	2372.196	1131.612	47.7	--	--
Interphase 5-6	20.62	2427.997	1142.620	47.1	--	--
Face intérieure	20.73	2444.330	1242.791	50.8	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

Condensations

où:

q : Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

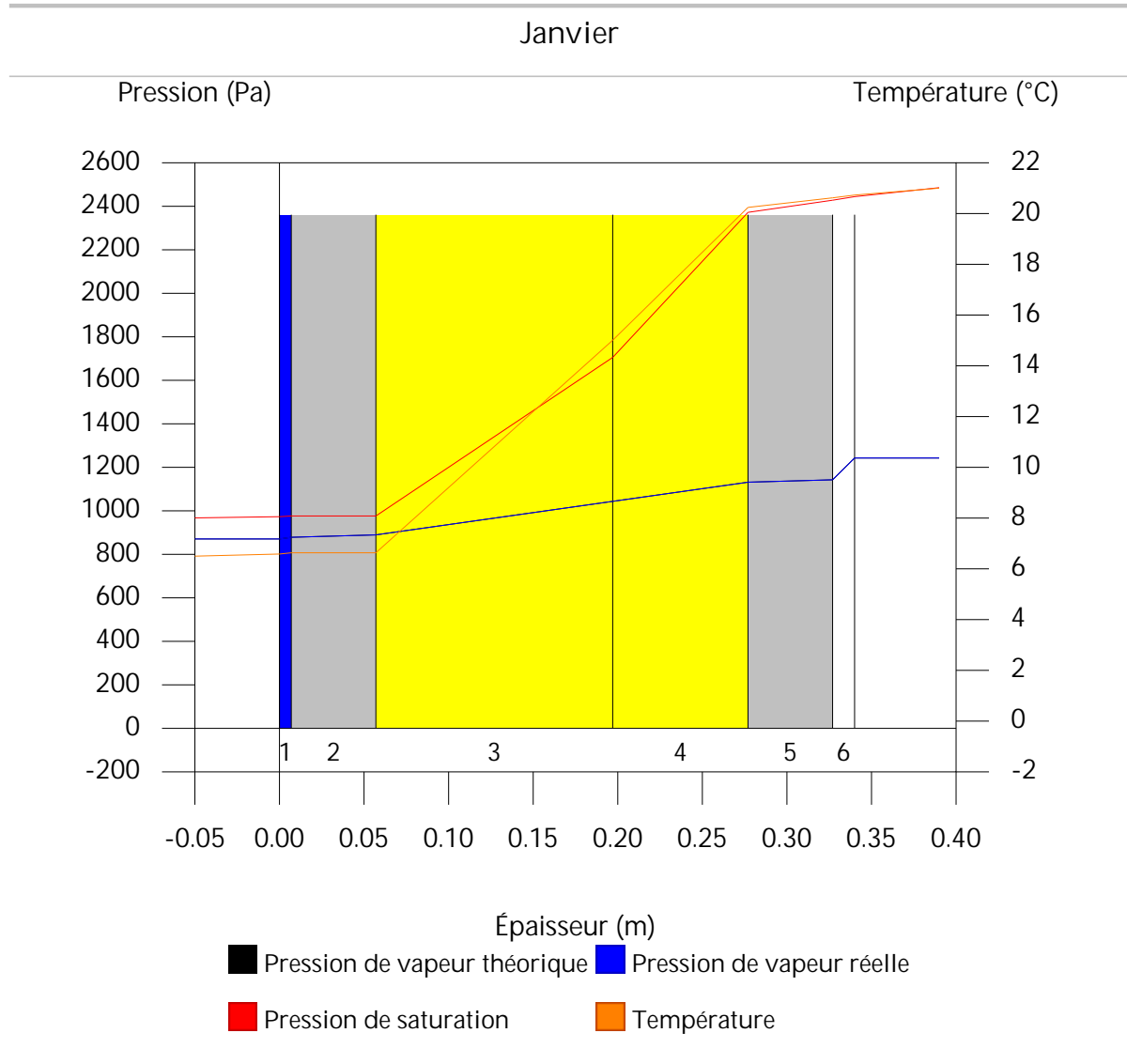
g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Janvier)

Condensations

1.1.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues



Condensations

1.2. Paroi ossature bois

1.2.1. Résultats du calcul des condensations

1.2.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.961 \quad f_{R_{si},min} = 0.589$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.155 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

$f_{R_{si},min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

1.2.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif présente des condensations interstitielles pendant les mois de: décembre, janvier, février. Néanmoins, la quantité de condensation accumulée pendant chaque période annuelle n'est pas supérieure à la quantité d'évaporation possible pendant la même période.

1.2.2. Conditions hygrothermiques de calcul

Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Conditions extérieures													
Température, θ_e	(°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, ϕ_e	(%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91

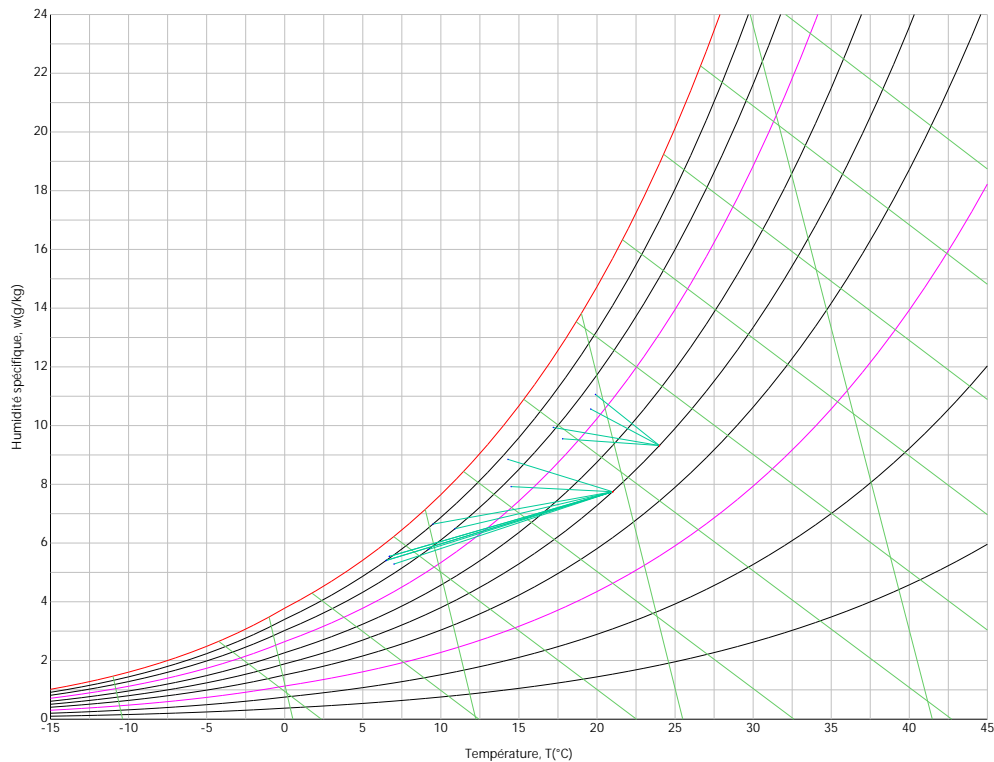
Condensations

Jan Fév Mar Avr Mai Jun Jul Aoû Sép Oct Nov Déc

Conditions intérieures

Température, θ_i	(°C)	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	24.0	24.0	24.0	24.0	21.0	21.0	21.0
Humidité relative, ϕ_i	(%)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

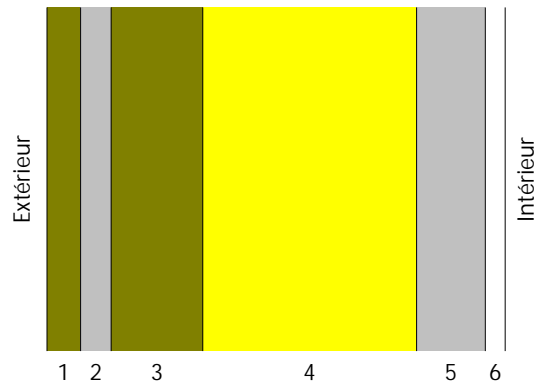
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.



1.2.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:

Condensations



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Résineux légers	2.2	0.130	0.16923	35	0.77
2	Lame d'air	2.0		0.04000		0.01
3	Fibres de bois	6.0	0.041	1.46341	5	0.3
4	Ouate de cellulose	14.0	0.032	4.37500	3	0.42
5	Lame d'air	4.5		0.18000		0.01
6	BA13	1.3	0.250	0.05200	7	0.091
R_{si}				0.13		

où:

e: Épaisseur, cm.

l : Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).

R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.

Condensations

m : Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.

S_d : Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.

R_{se} : Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, $m^2 \cdot K/W$.

R_{si} : Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, $m^2 \cdot K/W$.

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e_T	cm	30.0
Résistance thermique totale, R_T	$m^2 \cdot K/W$	6.4496
Épaisseur d'air équivalente totale, $S_{d,T}$	m	1.60
Transmittance thermique, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.155
Facteur de résistance superficielle intérieure, f_{Rsi}	--	0.961

où:

E_T : Épaisseur totale de l'élément, cm.

R_T : Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.

$S_{d,T}$: Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U: Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, $W/(m^2 \cdot K)$.

f_{Rsi} : Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.155 \text{ W}/m^2 \cdot K$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot K/W$.

1.2.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Condensations

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{R,si,min}$ se fait comme suit:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Janvier	6.5	90.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.589
Février	7.0	85.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.574
Mars	9.2	80.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.495
Avril	10.9	80.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.410
Mai	14.5	77.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.083
Juin	17.8	75.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.017
Juillet	19.6	74.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Août	19.9	76.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Septembre	17.2	81.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.103
Octobre	14.3	87.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.110
Novembre	9.5	90.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.482
Décembre	6.7	91.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.583

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

Condensations

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.961 > f_{Rsi,min} = 0.589$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

1.2.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	6.59	973.491	870.728	89.4	--	--
Interphase 1-2	6.97	999.304	999.304	100.0	242.064	489.322
Interphase 2-3	7.06	1005.492	1005.492	100.0	--	--
Interphase 3-4	10.35	1256.421	1092.203	86.9	--	--
Interphase 4-5	20.19	2364.016	1213.598	51.3	--	--
Interphase 5-6	20.59	2423.797	1216.489	50.2	--	--
Face intérieure	20.71	2441.311	1242.791	50.9	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

Condensations

où:

- q: Température, °C.
- P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.
- P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.
- j : Humidité relative, %.
- g_c : Densité de flux de condensation, g/(m².mois).
- M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Janvier)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Février.

Paroi ossature bois	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² .mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	7.00	1001.338	851.137	85.0		
Face extérieure	7.09	1007.323	851.137	84.5	--	--
Interphase 1-2	7.45	1032.996	1032.996	100.0	183.368	672.690
Interphase 2-3	7.54	1039.148	1039.148	100.0	--	--
Interphase 3-4	10.72	1287.584	1113.560	86.5	--	--
Interphase 4-5	20.21	2368.120	1217.739	51.4	--	--
Interphase 5-6	20.60	2425.905	1220.219	50.3	--	--
Face intérieure	20.72	2442.826	1242.791	50.9	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

- q: Température, °C.

Condensations

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Février)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Mars.

Paroi ossature bois	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² ·mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	9.20	1163.050	930.440	80.0		
Face extérieure	9.27	1168.802	930.440	79.6	--	--
Interphase 1-2	9.58	1193.419	1193.419	100.0	-151.126	521.564
Interphase 2-3	9.66	1199.304	1194.013	99.6	--	--
Interphase 3-4	12.33	1432.921	1211.837	84.6	--	--
Interphase 4-5	20.34	2386.250	1236.790	51.8	--	--
Interphase 5-6	20.67	2435.199	1237.384	50.8	--	--
Face intérieure	20.76	2449.502	1242.791	50.7	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

Condensations

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, $g/(m^2 \cdot mois)$.

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m^2 .

>> Représentation graphique (Mars)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Avril.

Paroi ossature bois	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c ($g/(m^2 \cdot mois)$)	M_a (g/m^2)
Air extérieur	10.90	1303.316	1042.653	80.0		
Face extérieure	10.96	1308.757	1042.653	79.7	--	--
Interphase 1-2	11.23	1331.996	1331.996	100.0	-250.448	271.116
Interphase 2-3	11.29	1337.542	1330.923	99.5	--	--
Interphase 3-4	13.58	1554.902	1298.719	83.5	--	--
Interphase 4-5	20.43	2400.343	1253.633	52.2	--	--
Interphase 5-6	20.71	2442.402	1252.559	51.3	--	--
Face intérieure	20.80	2454.672	1242.791	50.6	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q : Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, $g/(m^2 \cdot mois)$.

Condensations

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Avril)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Mai.

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² -mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	14.50	1650.313	1270.741	77.0		
Face extérieure	14.54	1654.618	1270.741	76.8	--	--
Interphase 1-2	14.71	1672.940	1672.940	100.0	-271.116	--
Interphase 2-3	14.75	1677.296	1667.763	99.4	--	--
Interphase 3-4	16.23	1843.679	1512.475	82.0	--	--
Interphase 4-5	20.64	2430.427	1295.071	53.3	--	--
Interphase 5-6	20.82	2457.717	1289.895	52.5	--	--
Face intérieure	20.87	2465.650	1242.791	50.4	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²-mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Mai)

Condensations

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Juin.

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	17.80	2037.033	1527.775	75.0		
Face extérieure	17.84	2041.971	1527.775	74.8	--	--
Interphase 1-2	18.00	2062.977	1510.131	73.2	--	--
Interphase 2-3	18.04	2067.969	1509.902	73.0	--	--
Interphase 3-4	19.45	2258.053	1503.027	66.6	--	--
Interphase 4-5	23.65	2920.457	1493.403	51.1	--	--
Interphase 5-6	23.83	2951.006	1493.174	50.6	--	--
Face intérieure	23.88	2959.883	1491.089	50.4	--	--
Air intérieur	24.00	2982.178	1491.089	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Juin)

Condensations

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Juillet.

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	19.60	2279.712	1686.987	74.0		
Face extérieure	19.63	2283.577	1686.987	73.9	--	--
Interphase 1-2	19.74	2299.995	1592.770	69.3	--	--
Interphase 2-3	19.77	2303.891	1591.546	69.1	--	--
Interphase 3-4	20.77	2450.440	1554.838	63.5	--	--
Interphase 4-5	23.75	2938.260	1503.447	51.2	--	--
Interphase 5-6	23.88	2960.027	1502.224	50.8	--	--
Face intérieure	23.91	2966.341	1491.089	50.3	--	--
Air intérieur	24.00	2982.178	1491.089	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Juillet)

Condensations

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Août.

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	19.90	2322.525	1765.119	76.0		
Face extérieure	19.93	2326.186	1765.119	75.9	--	--
Interphase 1-2	20.03	2341.730	1633.324	69.7	--	--
Interphase 2-3	20.06	2345.417	1631.613	69.6	--	--
Interphase 3-4	20.99	2483.860	1580.264	63.6	--	--
Interphase 4-5	23.77	2941.237	1508.376	51.3	--	--
Interphase 5-6	23.88	2961.533	1506.665	50.9	--	--
Face intérieure	23.92	2967.418	1491.089	50.2	--	--
Air intérieur	24.00	2982.178	1491.089	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Août)

Condensations

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Septembre.

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	17.20	1961.329	1588.677	81.0		
Face extérieure	17.24	1966.569	1588.677	80.8	--	--
Interphase 1-2	17.42	1988.871	1541.742	77.5	--	--
Interphase 2-3	17.46	1994.175	1541.132	77.3	--	--
Interphase 3-4	19.01	2196.929	1522.846	69.3	--	--
Interphase 4-5	23.62	2914.544	1497.245	51.4	--	--
Interphase 5-6	23.81	2948.005	1496.636	50.8	--	--
Face intérieure	23.86	2957.734	1491.089	50.4	--	--
Air intérieur	24.00	2982.178	1491.089	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Septembre)

Condensations

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Octobre.

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	14.30	1629.101	1417.318	87.0		
Face extérieure	14.34	1633.488	1417.318	86.8	--	--
Interphase 1-2	14.52	1652.165	1333.379	80.7	--	--
Interphase 2-3	14.56	1656.607	1332.289	80.4	--	--
Interphase 3-4	16.08	1826.483	1299.586	71.2	--	--
Interphase 4-5	20.62	2428.747	1253.801	51.6	--	--
Interphase 5-6	20.81	2456.864	1252.711	51.0	--	--
Face intérieure	20.86	2465.039	1242.791	50.4	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Octobre)

Condensations

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Novembre.

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	9.50	1186.792	1068.112	90.0		
Face extérieure	9.57	1192.498	1068.112	89.6	--	--
Interphase 1-2	9.87	1216.910	1152.124	94.7	--	--
Interphase 2-3	9.94	1222.744	1153.215	94.3	--	--
Interphase 3-4	12.55	1453.816	1185.947	81.6	--	--
Interphase 4-5	20.35	2388.732	1231.771	51.6	--	--
Interphase 5-6	20.68	2436.469	1232.862	50.6	--	--
Face intérieure	20.77	2450.414	1242.791	50.7	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Novembre)

Condensations

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Décembre.

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.70	980.898	892.617	91.0		
Face extérieure	6.79	986.902	892.617	90.4	--	--
Interphase 1-2	7.16	1012.663	1012.663	100.0	247.258	247.258
Interphase 2-3	7.25	1018.837	1018.837	100.0	--	--
Interphase 3-4	10.50	1268.805	1100.672	86.7	--	--
Interphase 4-5	20.20	2365.657	1215.240	51.4	--	--
Interphase 5-6	20.60	2424.640	1217.968	50.2	--	--
Face intérieure	20.71	2441.917	1242.791	50.9	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Décembre)

Condensations

Évolution annuelle de la condensation accumulée.

Sont données ci-après les quantités totales d'eau condensée dans l'élément constructif pour chaque situation de calcul, ainsi que l'évolution de l'humidité accumulée au long de l'année.

Le premier mois de condensation dans l'une des interphases est décembre, bien que la quantité nette annuelle soit nulle, puisque l'évaporation est suffisante pendant les mois suivants.

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Évolution de la quantité d'eau condensée.												
g_c g/(m ² .mois)	242.064	183.368	--	--	--	--	--	--	--	--	--	247.258
g_{ev} g/(m ² .mois)	--	--	151.126	250.448	271.116	--	--	--	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	489.322	672.690	521.564	271.116	--	--	--	--	--	--	--	247.258

où:

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

g_{ev} : Densité de flux d'évaporation, g/(m².mois).

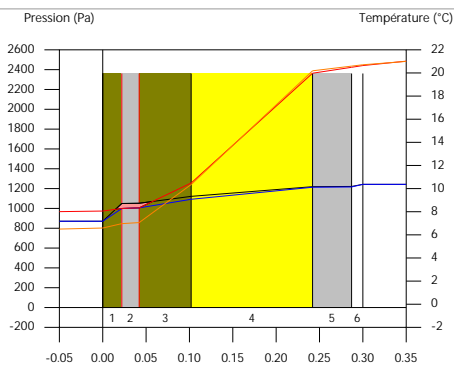
M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Condensation accumulée)

1.2.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues

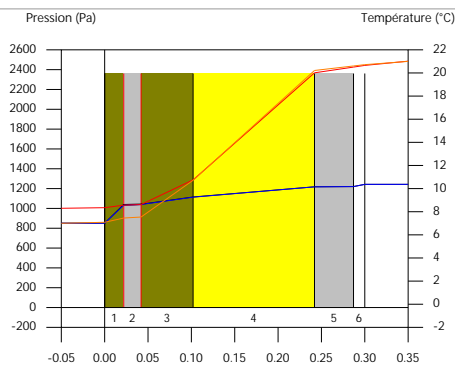
Condensations

Janvier



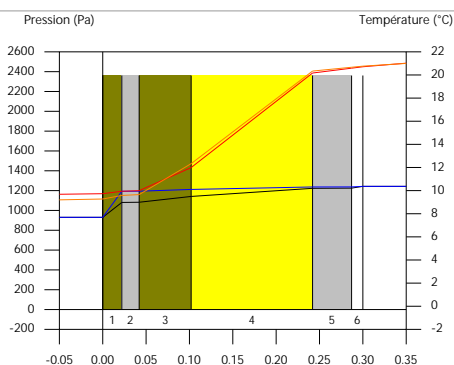
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Février



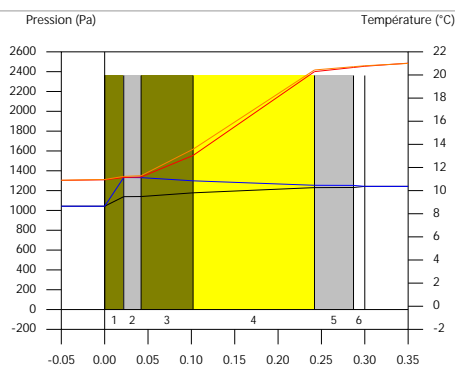
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Mars



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

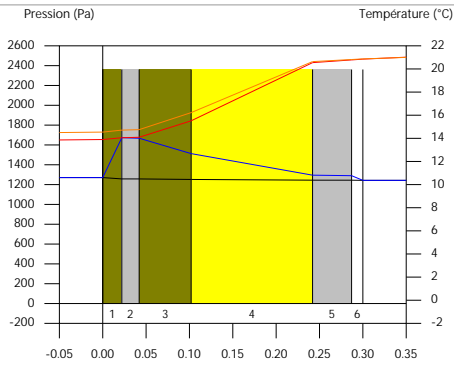
Avril



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

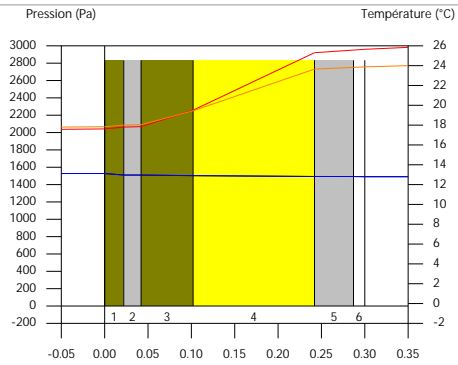
Condensations

Mai



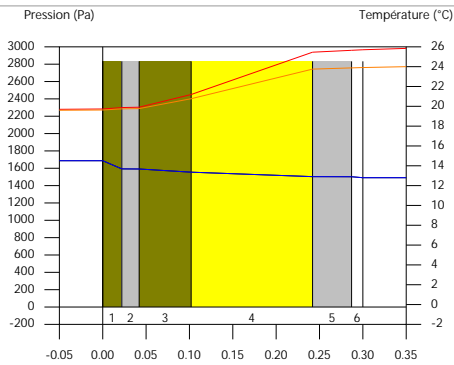
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Juin



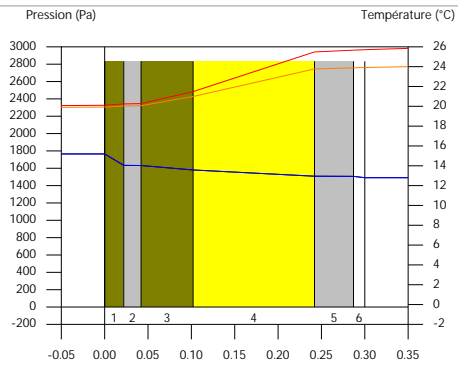
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Juillet



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

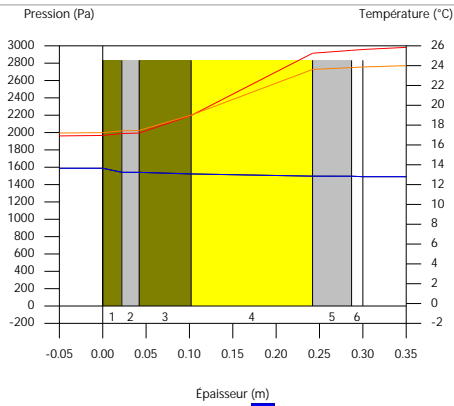
Août



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

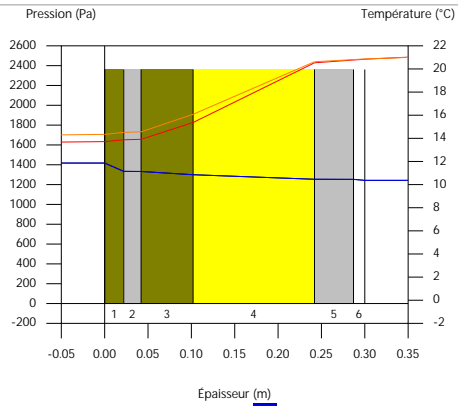
Condensations

Septembre



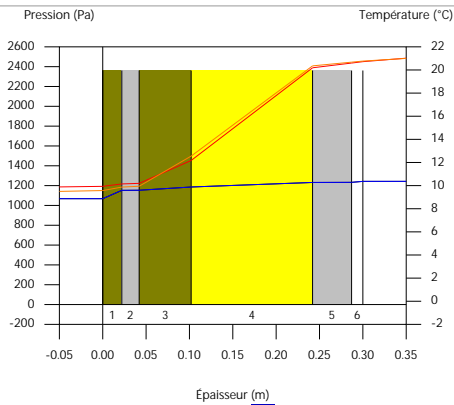
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Octobre



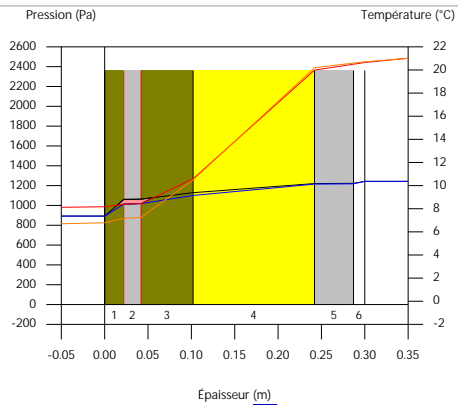
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Novembre



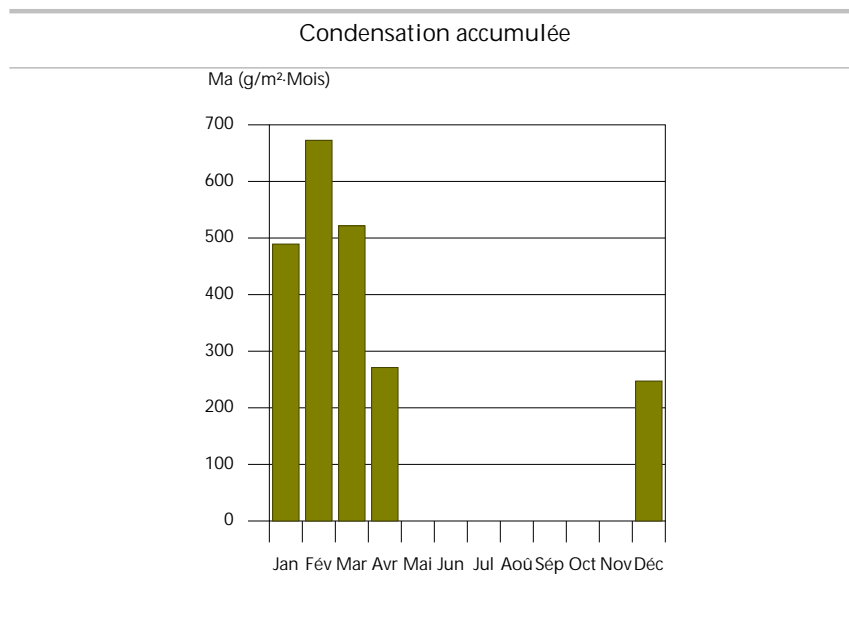
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Décembre



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Condensations



1.3. Paroi mitoyenne isolée

1.3.1. Résultats du calcul des condensations

1.3.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.921 \quad f_{R_{si},min} = 0.589$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.315 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{R_{si},min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Condensations

1.3.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif présente des condensations interstitielles pendant les mois de: décembre, janvier, février. Néanmoins, la quantité de condensation accumulée pendant chaque période annuelle n'est pas supérieure à la quantité d'évaporation possible pendant la même période.

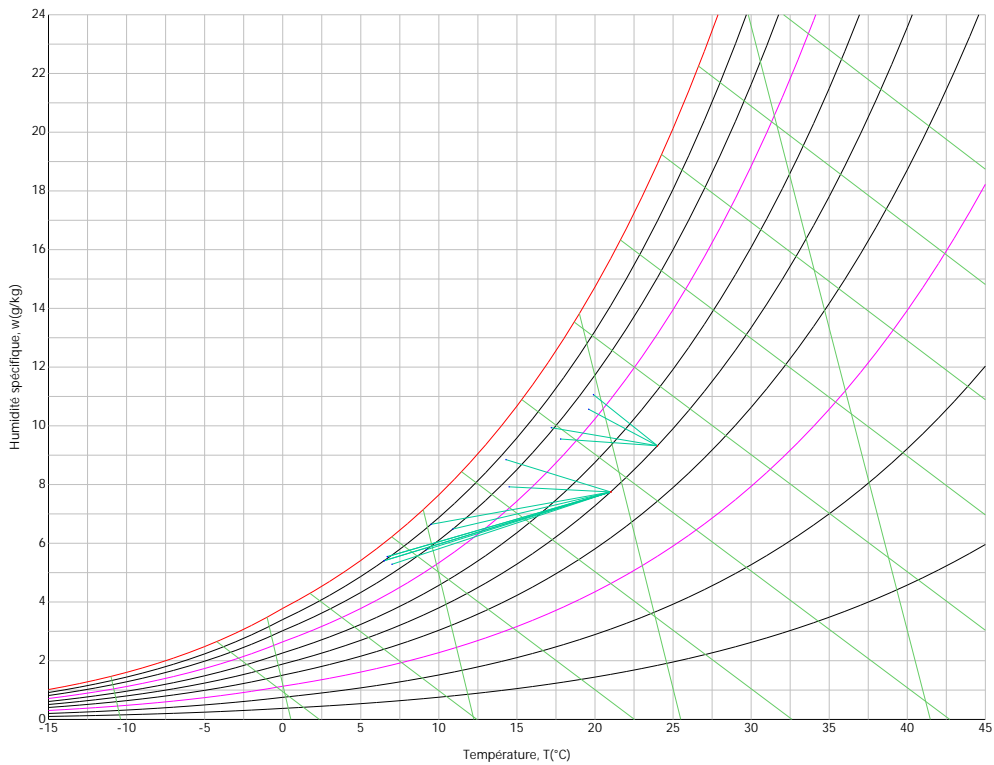
1.3.2. Conditions hygrothermiques de calcul

Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Conditions extérieures												
Température, θ_e (°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, ϕ_e (%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91
Conditions intérieures												
Température, θ_i (°C)	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	24.0	24.0	24.0	24.0	21.0	21.0	21.0
Humidité relative, ϕ_i (%)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

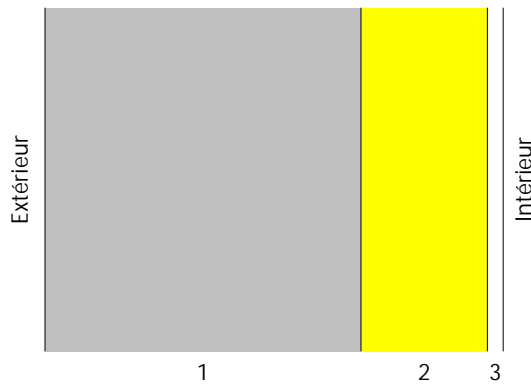
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.

Condensations



1.3.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

Condensations

Paroi mitoyenne isolée		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.13		
1	Bloc béton	20.0	0.952	0.21008	10	2
2	Laines de verre	8.0	0.030	2.66667	1	0.08
3	BA10	1.0	0.250	0.04000	7	0.07
R_{si}				0.13		

où:

e: Épaisseur, cm.

l : Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).

R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.

m: Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.

S_d: Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.

R_{se}: Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, m²·K/W.

R_{si}: Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, m²·K/W.

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e _T	cm	29.0
Résistance thermique totale, R _T	m ² ·K/W	3.1768
Épaisseur d'air équivalente totale, S _{d,T}	m	2.15
Transmittance thermique, U	W/(m ² ·K)	0.315
Facteur de résistance superficielle intérieure, f _{Rsi}	--	0.921

Condensations

où:

E_T : Épaisseur totale de l'élément, cm.

R_T : Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.

S_{at} : Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U : Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, $W/(m^2 \cdot K)$.

f_{Rsi} : Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.315 W/m^2 \cdot K$ et $R_{si} = 0.25 m^2 \cdot K/W$.

1.3.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{Rsi, min}$ se fait comme suit:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si, min}$ (°C)	$f_{Rsi, min}$
Janvier	6.5	90.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.589
Février	7.0	85.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.574
Mars	9.2	80.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.495
Avril	10.9	80.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.410
Mai	14.5	77.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.083
Juin	17.8	75.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.017
Juillet	19.6	74.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000

Condensations

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Août	19.9	76.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Septembre	17.2	81.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.103
Octobre	14.3	87.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.110
Novembre	9.5	90.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.482
Décembre	6.7	91.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.583

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.921 > f_{Rsi,min} = 0.589$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

Condensations

1.3.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	7.09	1007.776	870.728	86.4	--	--
Interphase 1-2	8.05	1076.031	1076.031	100.0	540.546	1036.463
Interphase 2-3	20.22	2369.558	1164.970	49.2	--	--
Face intérieure	20.41	2396.423	1242.791	51.9	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Janvier)

Condensations

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Février.

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	7.00	1001.338	851.137	85.0		
Face extérieure	7.57	1041.417	851.137	81.7	--	--
Interphase 1-2	8.50	1109.176	1109.176	100.0	368.564	1405.027
Interphase 2-3	20.25	2373.479	1180.437	49.7	--	--
Face intérieure	20.43	2399.450	1242.791	51.8	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Février)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Mars.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	9.20	1163.050	930.440	80.0		
Face extérieure	9.68	1201.473	930.440	77.4	--	--
Interphase 1-2	10.46	1265.929	1265.929	100.0	-172.490	1232.537
Interphase 2-3	20.37	2390.797	1253.589	52.4	--	--
Face intérieure	20.52	2412.810	1242.791	51.5	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Mars)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Avril.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	10.90	1303.316	1042.653	80.0		
Face extérieure	11.31	1339.586	1042.653	77.8	--	--
Interphase 1-2	11.98	1400.075	1400.075	100.0	-636.218	596.319
Interphase 2-3	20.46	2404.254	1316.190	54.7	--	--
Face intérieure	20.59	2423.178	1242.791	51.3	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Avril)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Mai.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	14.50	1650.313	1270.741	77.0		
Face extérieure	14.77	1678.900	1270.741	75.7	--	--
Interphase 1-2	15.20	1726.016	1726.016	100.0	-596.319	--
Interphase 2-3	20.65	2432.971	1468.296	60.3	--	--
Face intérieure	20.73	2445.262	1242.791	50.8	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Mai)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Juin.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² ·mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	17.80	2037.033	1527.775	75.0		
Face extérieure	18.05	2069.807	1527.775	73.8	--	--
Interphase 1-2	18.46	2123.748	1493.648	70.3	--	--
Interphase 2-3	23.67	2923.306	1492.283	51.0	--	--
Face intérieure	23.75	2937.066	1491.089	50.8	--	--
Air intérieur	24.00	2982.178	1491.089	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Juin)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Juillet.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² ·mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	19.60	2279.712	1686.987	74.0		
Face extérieure	19.78	2305.324	1686.987	73.2	--	--
Interphase 1-2	20.07	2347.247	1504.756	64.1	--	--
Interphase 2-3	23.76	2940.293	1497.467	50.9	--	--
Face intérieure	23.82	2950.102	1491.089	50.5	--	--
Air intérieur	24.00	2982.178	1491.089	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Juillet)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Août.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² ·mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	19.90	2322.525	1765.119	76.0		
Face extérieure	20.07	2346.774	1765.119	75.2	--	--
Interphase 1-2	20.34	2386.430	1510.207	63.3	--	--
Interphase 2-3	23.78	2943.132	1500.011	51.0	--	--
Face intérieure	23.83	2952.279	1491.089	50.5	--	--
Air intérieur	24.00	2982.178	1491.089	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Août)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Septembre.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	17.20	1961.329	1588.677	81.0		
Face extérieure	17.48	1996.128	1588.677	79.6	--	--
Interphase 1-2	17.93	2053.506	1497.897	72.9	--	--
Interphase 2-3	23.64	2917.663	1494.266	51.2	--	--
Face intérieure	23.72	2932.733	1491.089	50.8	--	--
Air intérieur	24.00	2982.178	1491.089	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Septembre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Octobre.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² ·mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	14.30	1629.101	1417.318	87.0		
Face extérieure	14.57	1658.242	1417.318	85.5	--	--
Interphase 1-2	15.02	1706.302	1254.967	73.5	--	--
Interphase 2-3	20.64	2431.368	1248.473	51.3	--	--
Face intérieure	20.73	2444.030	1242.791	50.9	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Octobre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Novembre.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² ·mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	9.50	1186.792	1068.112	90.0		
Face extérieure	9.97	1224.895	1068.112	87.2	--	--
Interphase 1-2	10.73	1288.747	1230.604	95.5	--	--
Interphase 2-3	20.38	2393.167	1237.104	51.7	--	--
Face intérieure	20.53	2414.637	1242.791	51.5	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Novembre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Décembre.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.70	980.898	892.617	91.0		
Face extérieure	7.29	1021.116	892.617	87.4	--	--
Interphase 1-2	8.23	1089.183	1089.183	100.0	495.917	495.917
Interphase 2-3	20.23	2371.126	1171.107	49.4	--	--
Face intérieure	20.41	2397.634	1242.791	51.8	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Décembre)

Évolution annuelle de la condensation accumulée.

Sont données ci-après les quantités totales d'eau condensée dans l'élément constructif pour chaque situation de calcul, ainsi que l'évolution de l'humidité accumulée au long de l'année.

Le premier mois de condensation dans l'une des interphases est décembre, bien que

Condensations

la quantité nette annuelle soit nulle, puisque l'évaporation est suffisante pendant les mois suivants.

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Évolution de la quantité d'eau condensée.												
g_c g/(m ² .mois)	540.546	368.564	--	--	--	--	--	--	--	--	--	495.917
g_{ev} g/(m ² .mois)	--	--	172.490	636.218	596.319	--	--	--	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	1036.463	1405.027	1232.537	596.319	--	--	--	--	--	--	--	495.917

où:

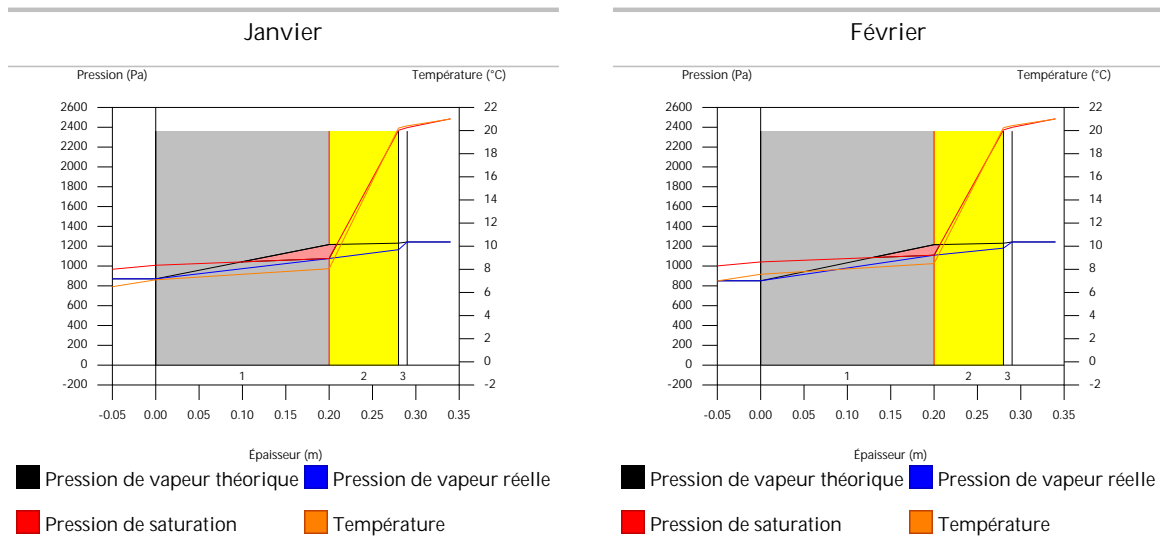
g_c : Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

g_{ev} : Densité de flux d'évaporation, g/(m².mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

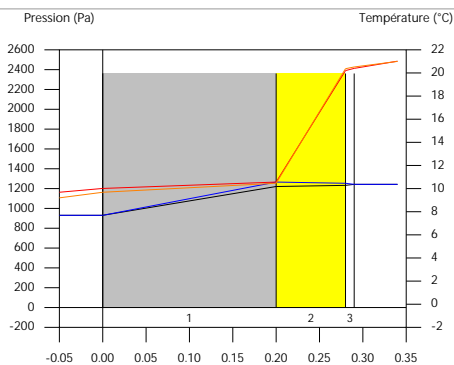
>> Représentation graphique (Condensation accumulée)

1.3.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues



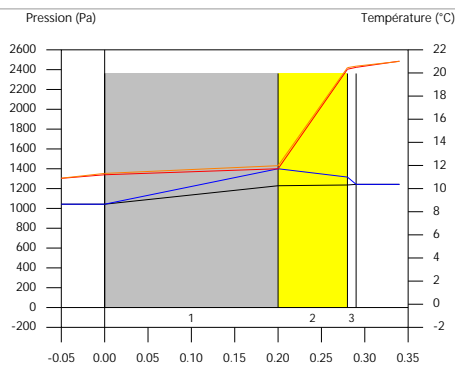
Condensations

Mars



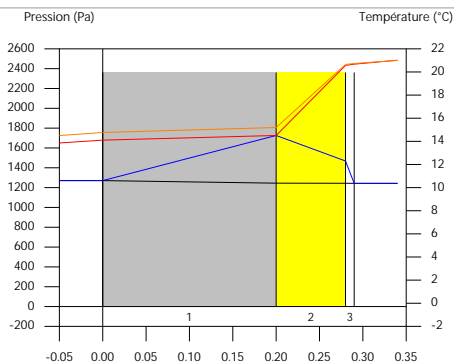
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Avril



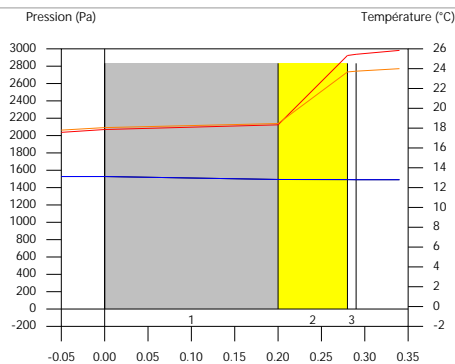
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Mai



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

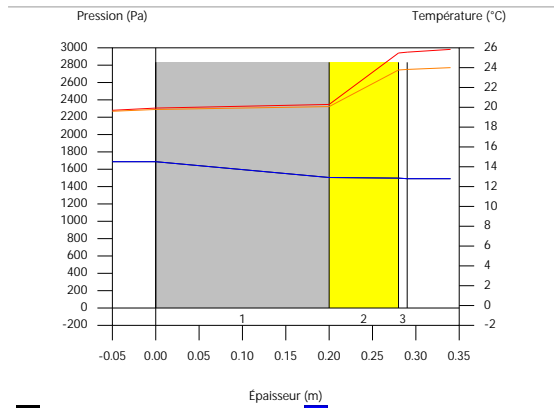
Juin



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

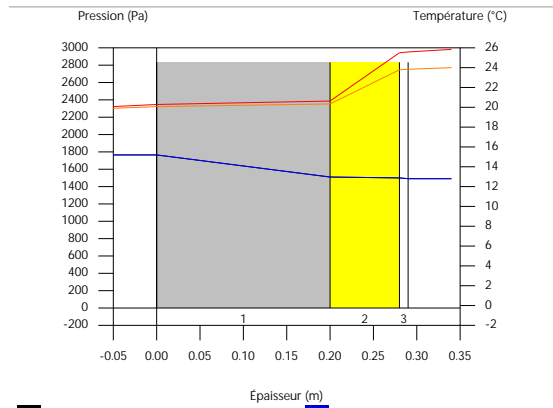
Condensations

Juillet



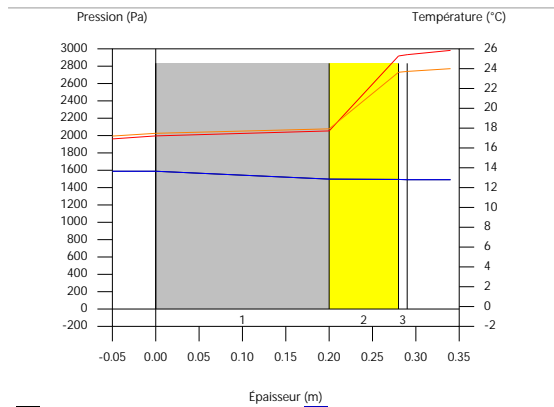
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Août



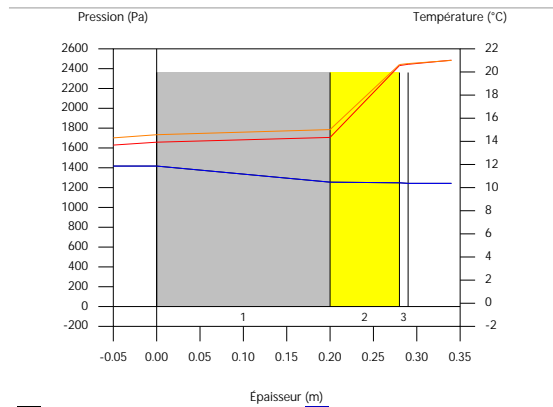
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Septembre



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

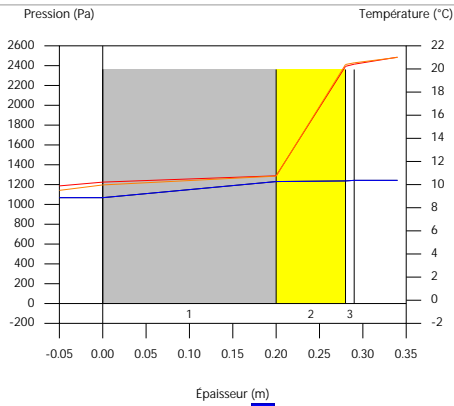
Octobre



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

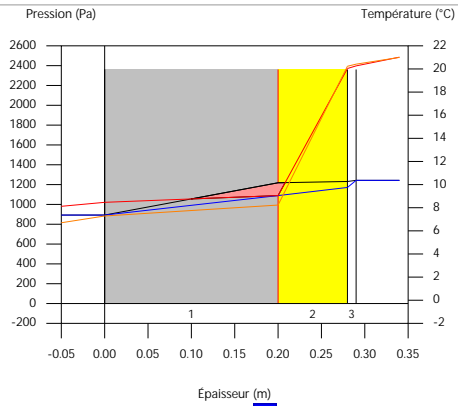
Condensations

Novembre



■ Presson de vapeur théorique ■ Presson de vapeur réelle
 ■ Presson de saturation ■ Température

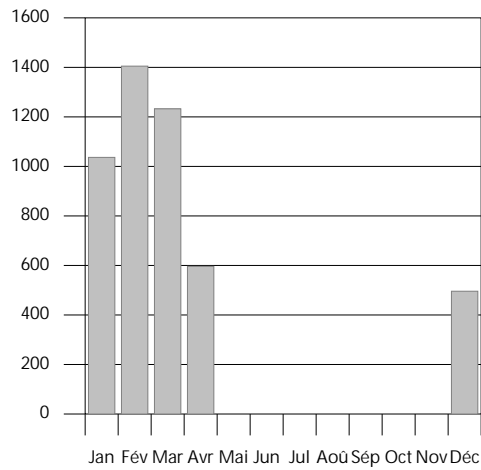
Décembre



■ Presson de vapeur théorique ■ Presson de vapeur réelle
 ■ Presson de saturation ■ Température

Condensation accumulée

Ma (g/m²-Mois)



Condensations

1.4. Cloison légère

1.4.1. Résultats du calcul des condensations

1.4.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.861 \quad f_{R_{si},min} = 0.589$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.555 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

$f_{R_{si},min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

1.4.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif ne présente pas de condensations interstitielles.

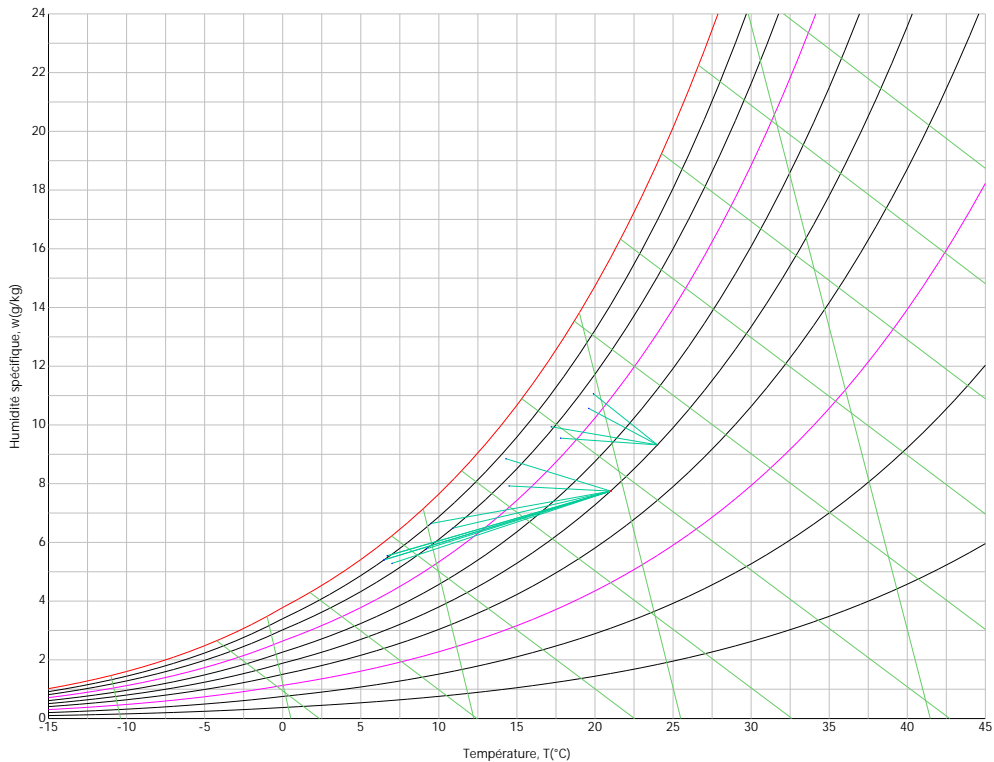
1.4.2. Conditions hygrothermiques de calcul

Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Conditions extérieures													
Température, θ_e	(°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, ϕ_e	(%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91
Conditions intérieures													
Température, θ_i	(°C)	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	24.0	24.0	24.0	24.0	21.0	21.0	21.0
Humidité relative, ϕ_i	(%)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Condensations

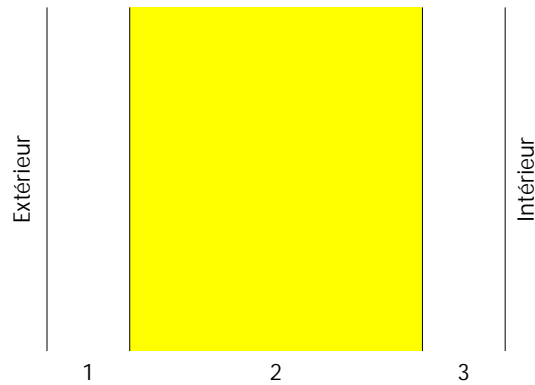
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.



1.4.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:

Condensations



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

Cloison légère		e	l	R	m	S _d
		(cm)	(W/m·K)	(m ² ·K/W)		(m)
R_{se}				0.13		
1	BA13	1.3	0.250	0.05200	7	0.091
2	Laines de verre	4.6	0.032	1.43750	1	0.046
3	BA13	1.3	0.250	0.05200	7	0.091
R_{si}				0.13		

où:

e: Épaisseur, cm.

l: Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).

R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.

m: Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.

S_d: Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.

R_{se}: Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, m²·K/W.

R_{si}: Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, m²·K/W.

Condensations

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e_T	cm	7.2
Résistance thermique totale, R_T	$m^2 \cdot K/W$	1.8015
Épaisseur d'air équivalente totale, $S_{a,T}$	m	0.23
Transmittance thermique, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.555
Facteur de résistance superficielle intérieure, $f_{R_{si}}$	--	0.861

où:

E_T : Épaisseur totale de l'élément, cm.

R_T : Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.

$S_{a,T}$: Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U : Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, $W/(m^2 \cdot K)$.

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.555 W/m^2 \cdot K$ et $R_{si} = 0.25 m^2 \cdot K/W$.

1.4.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{R_{si,min}}$ se fait comme suit:

Condensations

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Janvier	6.5	90.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.589
Février	7.0	85.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.574
Mars	9.2	80.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.495
Avril	10.9	80.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.410
Mai	14.5	77.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.083
Juin	17.8	75.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.017
Juillet	19.6	74.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Août	19.9	76.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Septembre	17.2	81.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.103
Octobre	14.3	87.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.110
Novembre	9.5	90.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.482
Décembre	6.7	91.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.583

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

Condensations

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.861 > f_{Rsi,min} = 0.589$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

1.4.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Cloison légère	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² .mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	7.55	1039.528	870.728	83.8	--	--
Interphase 1-2	7.96	1069.646	1019.227	95.3	--	--
Interphase 2-3	19.54	2270.542	1094.292	48.2	--	--
Face intérieure	19.95	2330.255	1242.791	53.3	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

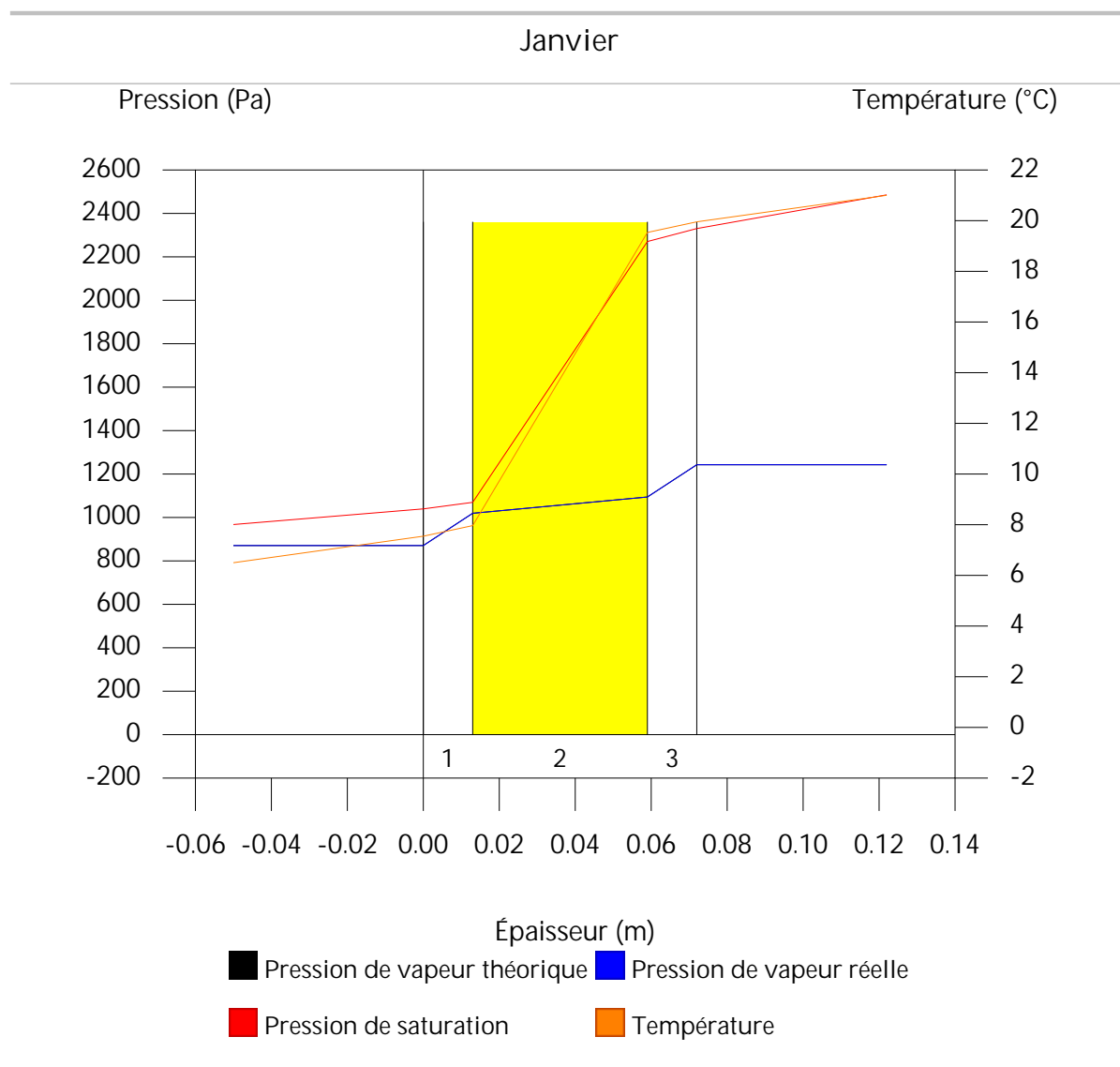
Condensations

g_c : Densité de flux de condensation, $g/(m^2 \cdot mois)$.

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m^2 .

>> Représentation graphique (Janvier)

1.4.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues



Condensations

1.5. Refend isolé

1.5.1. Résultats du calcul des condensations

1.5.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.917 \quad f_{R_{si},min} = 0.589$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.332 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

$f_{R_{si},min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

1.5.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif ne présente pas de condensations interstitielles.

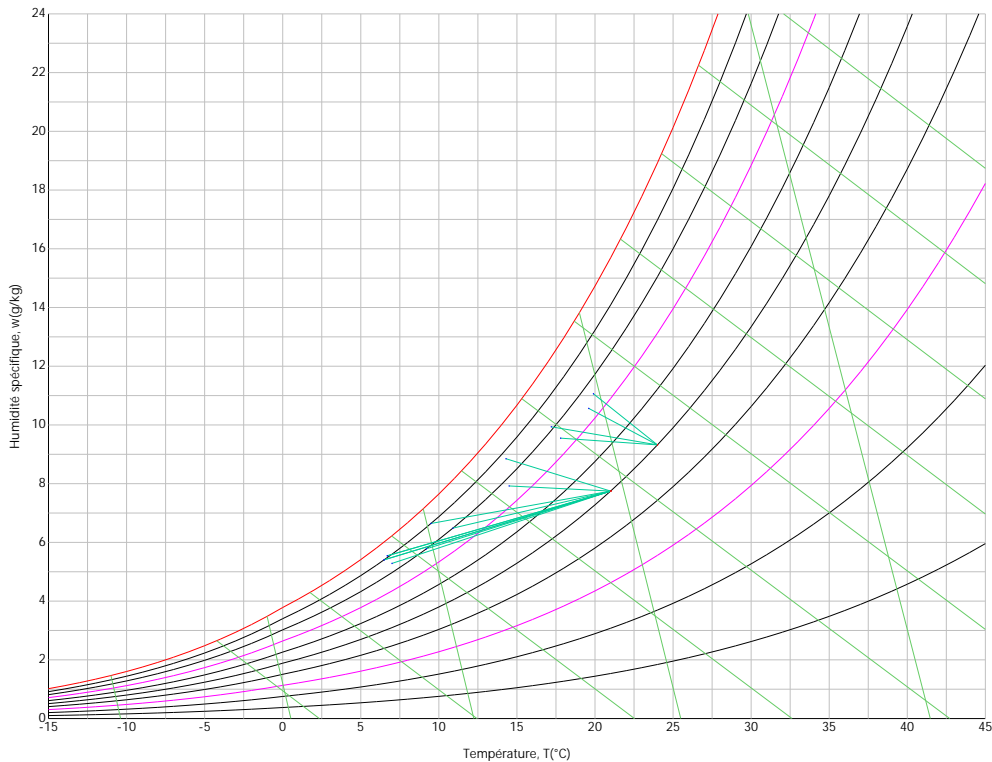
1.5.2. Conditions hygrothermiques de calcul

Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Conditions extérieures													
Température, θ_e	(°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, ϕ_e	(%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91
Conditions intérieures													
Température, θ_i	(°C)	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	24.0	24.0	24.0	24.0	21.0	21.0	21.0
Humidité relative, ϕ_i	(%)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Condensations

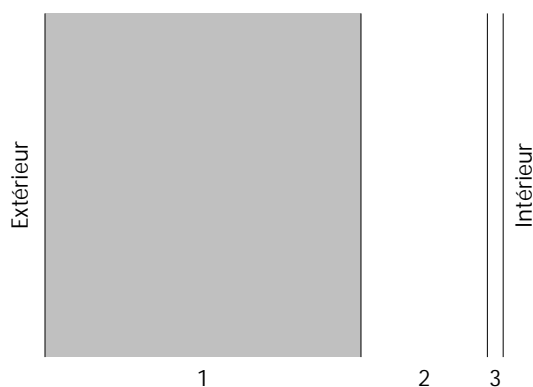
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.



1.5.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:

Condensations



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

	Refend isolé	e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.13		
1	Bloc béton	20.0	0.952	0.21008	10	2
2	Th32	8.0	0.032	2.50000	60	4.8
3	BA10	1.0	0.250	0.04000	7	0.07
R_{si}				0.13		

où:

e: Épaisseur, cm.

l: Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).

R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.

m: Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.

S_d: Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.

R_{se}: Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, m²·K/W.

R_{si}: Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, m²·K/W.

Condensations

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e_T	cm	29.0
Résistance thermique totale, R_T	$m^2 \cdot K/W$	3.0101
Épaisseur d'air équivalente totale, $S_{a,T}$	m	6.87
Transmittance thermique, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.332
Facteur de résistance superficielle intérieure, $f_{R_{si}}$	--	0.917

où:

E_T : Épaisseur totale de l'élément, cm.

R_T : Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.

$S_{a,T}$: Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U : Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, $W/(m^2 \cdot K)$.

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.332 \text{ W}/m^2 \cdot K$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot K/W$.

1.5.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{R_{si,min}}$ se fait comme suit:

Condensations

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Janvier	6.5	90.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.589
Février	7.0	85.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.574
Mars	9.2	80.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.495
Avril	10.9	80.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.410
Mai	14.5	77.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.083
Juin	17.8	75.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.017
Juillet	19.6	74.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Août	19.9	76.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Septembre	17.2	81.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.103
Octobre	14.3	87.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.110
Novembre	9.5	90.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.482
Décembre	6.7	91.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.583

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

Condensations

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.917 > f_{Rsi,min} = 0.589$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

1.5.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Refend isolé	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² .mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	7.13	1010.050	870.728	86.2	--	--
Interphase 1-2	8.14	1082.343	979.043	90.5	--	--
Interphase 2-3	20.18	2363.275	1239.000	52.4	--	--
Face intérieure	20.37	2391.569	1242.791	52.0	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

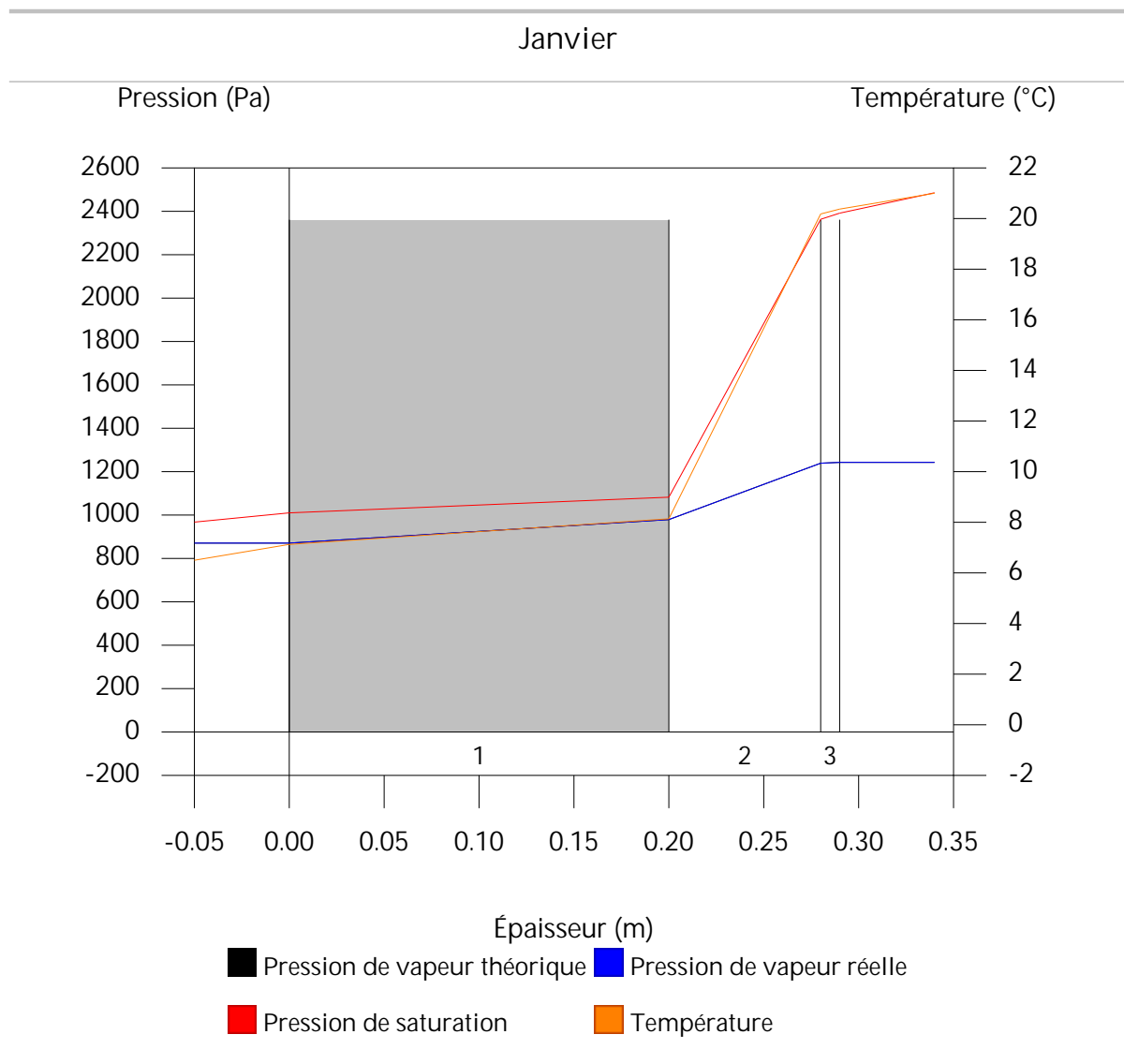
Condensations

g_c : Densité de flux de condensation, $g/(m^2 \cdot mois)$.

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m^2 .

>> Représentation graphique (Janvier)

1.5.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues



Condensations

1.6. Toiture terrasse

1.6.1. Résultats du calcul des condensations

1.6.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.960 \quad f_{R_{si},min} = 0.589$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.159 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

$f_{R_{si},min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

1.6.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif ne présente pas de condensations interstitielles.

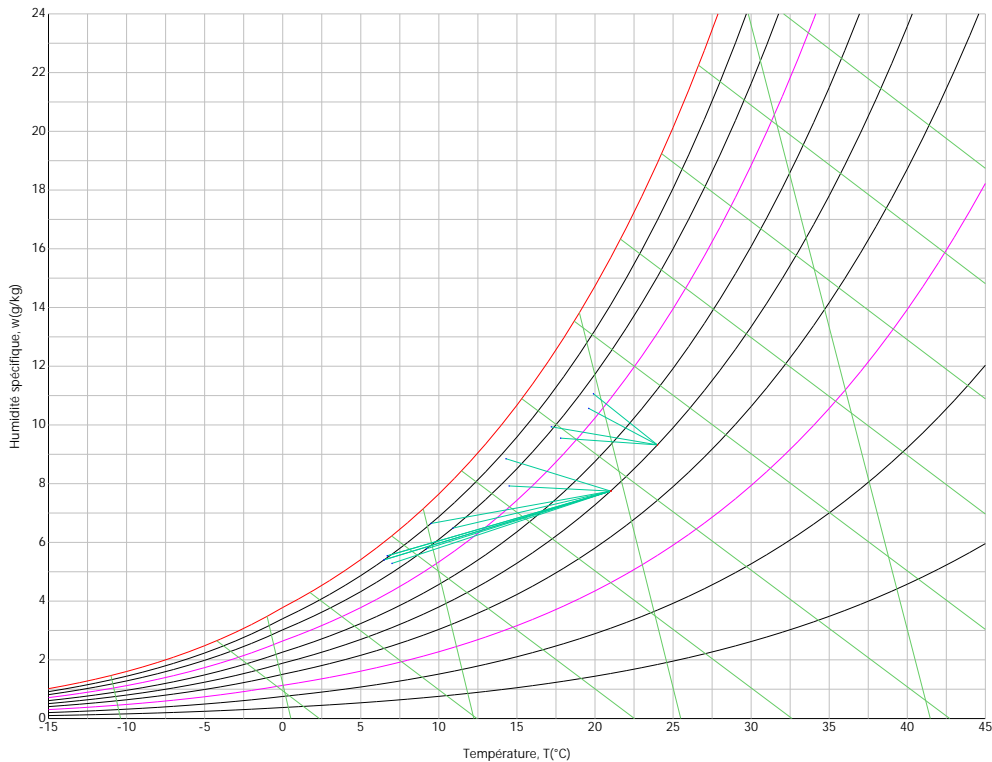
1.6.2. Conditions hygrothermiques de calcul

Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Conditions extérieures													
Température, θ_e	(°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, ϕ_e	(%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91
Conditions intérieures													
Température, θ_i	(°C)	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	24.0	24.0	24.0	24.0	21.0	21.0	21.0
Humidité relative, ϕ_i	(%)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Condensations

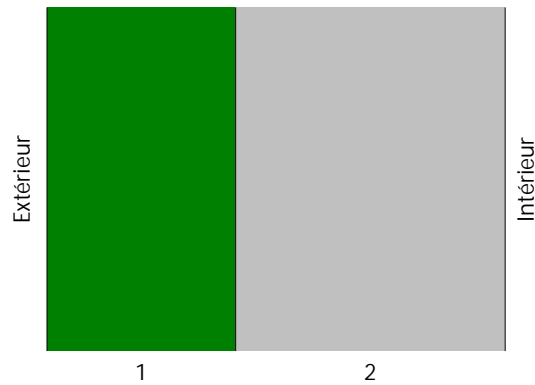
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.



1.6.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:

Condensations



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

Toiture terrasse		e	l	R	m	S _d
		(cm)	(W/m·K)	(m ² ·K/W)		(m)
R_{se}				0.04		
1	Isolant	14.0	0.023	6.08696	150	21
2	Dalle pleine 20 cm	20.0	2.500	0.08000	105	21
R_{si}				0.10		

où:

- e: Épaisseur, cm.
- l : Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).
- R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.
- m: Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.
- S_d: Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.
- R_{se}: Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, m²·K/W.
- R_{si}: Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, m²·K/W.

Condensations

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e_T	cm	34.0
Résistance thermique totale, R_T	$m^2 \cdot K/W$	6.3070
Épaisseur d'air équivalente totale, $S_{a,T}$	m	42.00
Transmittance thermique, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.159
Facteur de résistance superficielle intérieure, $f_{R_{si}}$	--	0.960

où:

E_T : Épaisseur totale de l'élément, cm.

R_T : Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.

$S_{a,T}$: Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U : Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, $W/(m^2 \cdot K)$.

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.159 W/m^2 \cdot K$ et $R_{si} = 0.25 m^2 \cdot K/W$.

1.6.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{R_{si,min}}$ se fait comme suit:

Condensations

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Janvier	6.5	90.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.589
Février	7.0	85.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.574
Mars	9.2	80.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.495
Avril	10.9	80.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.410
Mai	14.5	77.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.083
Juin	17.8	75.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.017
Juillet	19.6	74.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Août	19.9	76.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Septembre	17.2	81.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.103
Octobre	14.3	87.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.110
Novembre	9.5	90.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.482
Décembre	6.7	91.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.583

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

Condensations

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.960 > f_{Rsi,min} = 0.589$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

1.6.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Toiture terrasse	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	6.59	973.627	870.728	89.4	--	--
Interphase 1-2	20.59	2423.101	1056.760	43.6	--	--
Face intérieure	20.77	2450.699	1242.791	50.7	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

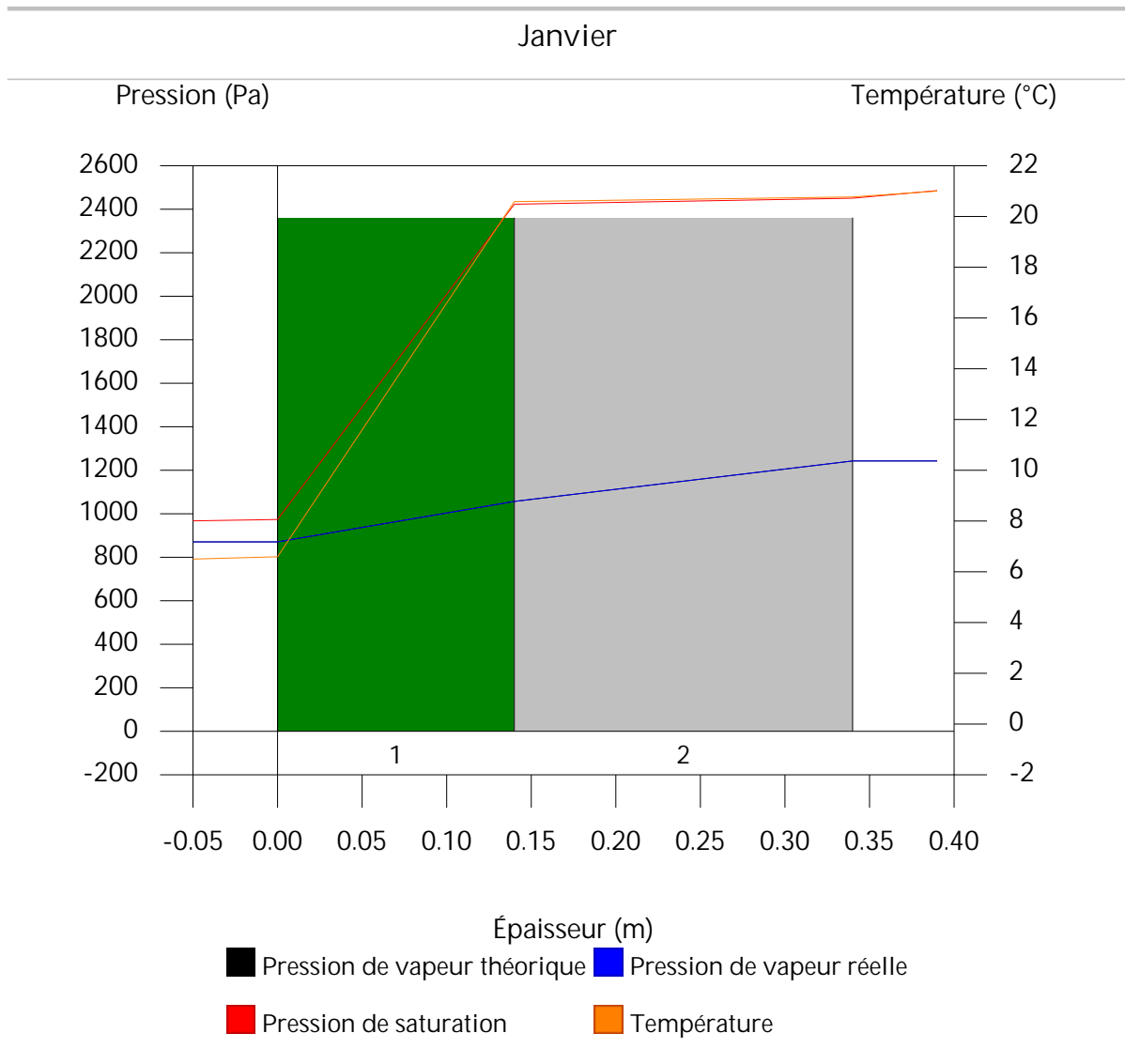
g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

Condensations

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m^2 .

>> Représentation graphique (Janvier)

1.6.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues



Condensations

1.7. Couverture

1.7.1. Résultats du calcul des condensations

1.7.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.975 \text{ }^3 \text{ } f_{R_{si,min}} = 0.589$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.098 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{R_{si,min}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

1.7.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif présente des condensations interstitielles pendant les mois de: novembre, décembre, janvier, février, mars, avril, juin. Néanmoins, la quantité de condensation accumulée pendant chaque période annuelle n'est pas supérieure à la quantité d'évaporation possible pendant la même période.

1.7.2. Conditions hygrothermiques de calcul

Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Conditions extérieures													
Température, θ_e	(°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, ϕ_e	(%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91

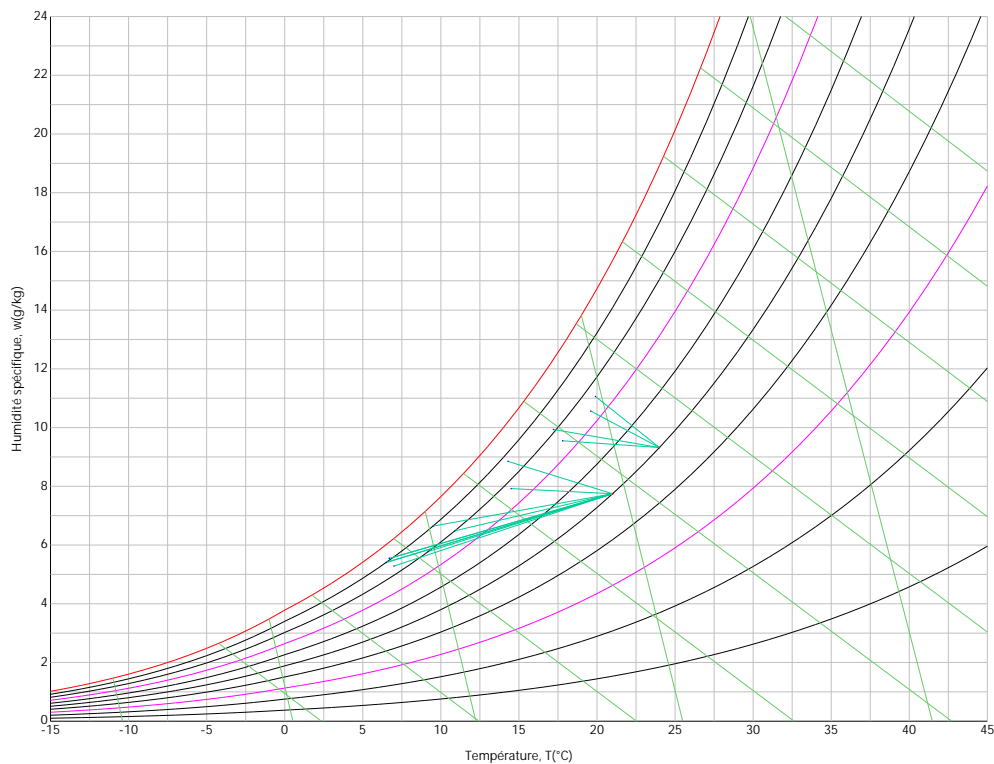
Condensations

Jan Fév Mar Avr Mai Jun Jul Aoû Sép Oct Nov Déc

Conditions intérieures

Température, θ_i	(°C)	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	24.0	24.0	24.0	24.0	21.0	21.0	21.0
Humidité relative, ϕ_i	(%)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

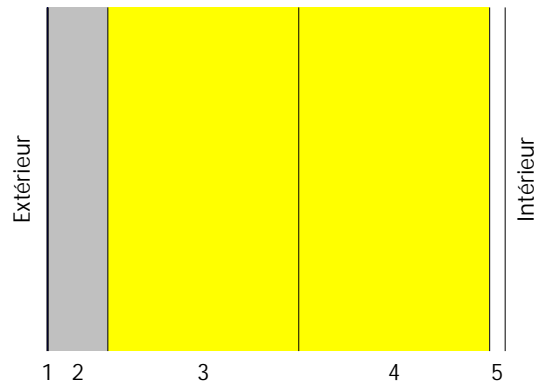
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.



1.7.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:

Condensations



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

	Couverture	e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.1	110.000	0.00001	1000000	1000
2	Lame d'air	5.0		0.00000		0.01
3	Laines de verre	16.0	0.032	5.00000	1	0.16
4	Laines de verre	16.0	0.032	5.00000	1	0.16
5	BA13	1.3	0.250	0.05200	7	0.091
R_{si}				0.10		

où:

e: Épaisseur, cm.

l: Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).

R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.

m: Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.

Condensations

S_d : Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.

R_{se} : Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, $m^2 \cdot K/W$.

R_{si} : Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, $m^2 \cdot K/W$.

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e_T	cm	38.4
Résistance thermique totale, R_T	$m^2 \cdot K/W$	10.1920
Épaisseur d'air équivalente totale, $S_{d,T}$	m	1000.42
Transmittance thermique, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.098
Facteur de résistance superficielle intérieure, f_{Rsi}	--	0.975

où:

E_T : Épaisseur totale de l'élément, cm.

R_T : Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.

$S_{d,T}$: Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U: Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, $W/(m^2 \cdot K)$.

f_{Rsi} : Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.098 \text{ W}/m^2 \cdot K$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot K/W$.

1.7.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Condensations

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{R,si,min}$ se fait comme suit:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Janvier	6.5	90.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.589
Février	7.0	85.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.574
Mars	9.2	80.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.495
Avril	10.9	80.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.410
Mai	14.5	77.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.083
Juin	17.8	75.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.017
Juillet	19.6	74.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Août	19.9	76.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Septembre	17.2	81.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.103
Octobre	14.3	87.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.110
Novembre	9.5	90.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.482
Décembre	6.7	91.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.583

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

Condensations

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.975 > f_{Rsi,min} = 0.589$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

1.7.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	6.56	971.278	870.728	89.6	--	--
Interphase 1-2	6.56	971.279	971.279	100.0	--	--
Interphase 2-3	6.56	971.279	971.279	100.0	353.877	756.350
Interphase 3-4	13.67	1563.871	1076.977	68.9	--	--
Interphase 4-5	20.78	2452.759	1182.675	48.2	--	--
Face intérieure	20.86	2463.945	1242.791	50.4	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

Condensations

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Janvier)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Février.

Couverture	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² .mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	7.00	1001.338	851.137	85.0		
Face extérieure	7.05	1005.122	851.137	84.7	--	--
Interphase 1-2	7.05	1005.122	1005.122	100.0	--	--
Interphase 2-3	7.05	1005.122	1005.122	100.0	279.789	1036.139
Interphase 3-4	13.92	1589.774	1097.645	69.0	--	--
Interphase 4-5	20.79	2453.884	1190.168	48.5	--	--
Face intérieure	20.86	2464.688	1242.791	50.4	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q : Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

Condensations

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Février)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Mars.

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	9.20	1163.050	930.440	80.0		
Face extérieure	9.25	1166.687	930.440	79.8	--	--
Interphase 1-2	9.25	1166.688	1166.688	100.0	--	--
Interphase 2-3	9.25	1166.688	1166.688	100.0	99.189	1135.328
Interphase 3-4	15.04	1708.270	1196.314	70.0	--	--
Interphase 4-5	20.82	2458.842	1225.941	49.9	--	--
Face intérieure	20.88	2467.961	1242.791	50.4	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Mars)

Condensations

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Avril.

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	10.90	1303.316	1042.653	80.0		
Face extérieure	10.94	1306.757	1042.653	79.8	--	--
Interphase 1-2	10.94	1306.757	1242.707	95.1	0.033	0.033
Interphase 2-3	10.94	1306.757	1306.757	100.0	-80.819	1054.510
Interphase 3-4	15.89	1805.071	1281.856	71.0	--	--
Interphase 4-5	20.85	2462.679	1256.954	51.0	--	--
Face intérieure	20.90	2470.493	1242.791	50.3	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Avril)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Mai.

Condensations

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	14.50	1650.313	1270.741	77.0		
Face extérieure	14.53	1653.036	1270.741	76.9	--	--
Interphase 1-2	14.53	1653.037	1653.037	100.0	-0.033	--
Interphase 2-3	14.53	1653.037	1653.037	100.0	-534.697	519.812
Interphase 3-4	17.71	2026.064	1493.330	73.7	--	--
Interphase 4-5	20.90	2470.821	1333.624	54.0	--	--
Face intérieure	20.94	2475.862	1242.791	50.2	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Mai)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Juin.

Condensations

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	17.80	2037.033	1527.775	75.0		
Face extérieure	17.82	2040.157	1527.775	74.9	--	--
Interphase 1-2	17.82	2040.157	1491.104	73.1	0.285	0.285
Interphase 2-3	17.82	2040.157	2040.157	100.0	-519.812	--
Interphase 3-4	20.87	2465.188	1826.408	74.1	--	--
Interphase 4-5	23.91	2965.668	1612.659	54.4	--	--
Face intérieure	23.94	2971.307	1491.089	50.2	--	--
Air intérieur	24.00	2982.178	1491.089	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Juin)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Juillet.

Condensations

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	19.60	2279.712	1686.987	74.0		
Face extérieure	19.62	2282.157	1686.987	73.9	--	--
Interphase 1-2	19.62	2282.158	2282.158	100.0	-0.285	--
Interphase 2-3	19.62	2282.158	2263.367	99.2	--	--
Interphase 3-4	21.78	2606.520	1962.724	75.3	--	--
Interphase 4-5	23.93	2970.453	1662.080	56.0	--	--
Face intérieure	23.96	2974.460	1491.089	50.1	--	--
Air intérieur	24.00	2982.178	1491.089	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Juillet)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Août.

Condensations

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	19.90	2322.525	1765.119	76.0		
Face extérieure	19.92	2324.841	1765.119	75.9	--	--
Interphase 1-2	19.92	2324.841	1491.204	64.1	--	--
Interphase 2-3	19.92	2324.841	1491.202	64.1	--	--
Interphase 3-4	21.93	2630.751	1491.158	56.7	--	--
Interphase 4-5	23.94	2971.251	1491.114	50.2	--	--
Face intérieure	23.96	2974.985	1491.089	50.1	--	--
Air intérieur	24.00	2982.178	1491.089	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Août)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Septembre.

Condensations

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	17.20	1961.329	1588.677	81.0		
Face extérieure	17.23	1964.643	1588.677	80.9	--	--
Interphase 1-2	17.23	1964.644	1491.130	75.9	--	--
Interphase 2-3	17.23	1964.644	1491.129	75.9	--	--
Interphase 3-4	20.56	2419.590	1491.113	61.6	--	--
Interphase 4-5	23.90	2964.075	1491.098	50.3	--	--
Face intérieure	23.93	2970.257	1491.089	50.2	--	--
Air intérieur	24.00	2982.178	1491.089	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Septembre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Octobre.

Condensations

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	14.30	1629.101	1417.318	87.0		
Face extérieure	14.33	1631.876	1417.318	86.9	--	--
Interphase 1-2	14.33	1631.877	1242.864	76.2	--	--
Interphase 2-3	14.33	1631.877	1242.863	76.2	--	--
Interphase 3-4	17.61	2013.193	1242.835	61.7	--	--
Interphase 4-5	20.90	2470.368	1242.807	50.3	--	--
Face intérieure	20.93	2475.564	1242.791	50.2	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Octobre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Novembre.

Condensations

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	9.50	1186.792	1068.112	90.0		
Face extérieure	9.55	1190.400	1068.112	89.7	--	--
Interphase 1-2	9.55	1190.401	1190.401	100.0	--	--
Interphase 2-3	9.55	1190.401	1190.401	100.0	66.080	66.080
Interphase 3-4	15.19	1725.014	1210.796	70.2	--	--
Interphase 4-5	20.83	2459.519	1231.191	50.1	--	--
Face intérieure	20.89	2468.408	1242.791	50.3	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Novembre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Décembre.

Condensations

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.70	980.898	892.617	91.0		
Face extérieure	6.76	984.693	892.617	90.6	--	--
Interphase 1-2	6.76	984.694	984.694	100.0	--	--
Interphase 2-3	6.76	984.694	984.694	100.0	336.392	402.473
Interphase 3-4	13.77	1574.187	1085.170	68.9	--	--
Interphase 4-5	20.79	2453.209	1185.645	48.3	--	--
Face intérieure	20.86	2464.242	1242.791	50.4	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Décembre)

Évolution annuelle de la condensation accumulée.

Condensations

Sont données ci-après les quantités totales d'eau condensée dans l'élément constructif pour chaque situation de calcul, ainsi que l'évolution de l'humidité accumulée au long de l'année.

Le premier mois de condensation dans l'une des interphases est novembre, bien que la quantité nette annuelle soit nulle, puisque l'évaporation est suffisante pendant les mois suivants.

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	JuI	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Évolution de la quantité d'eau condensée.												
g_c g/(m ² -mois)	353.877	279.789	99.189	0.033	--	0.285	--	--	--	--	66.080	336.392
g_{ev} g/(m ² -mois)	--	--	--	80.819	534.730	519.812	0.285	--	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	756.350	1036.139	1135.328	1054.543	519.812	0.285	--	--	--	--	66.080	402.473

où:

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²-mois).

g_{ev} : Densité de flux d'évaporation, g/(m²-mois).

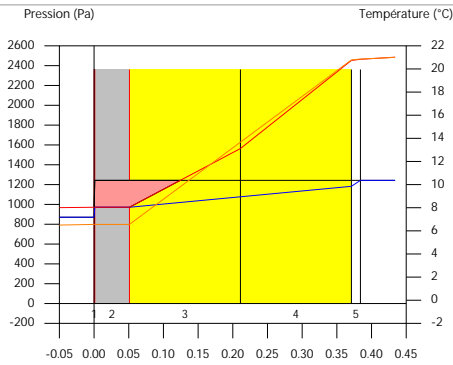
M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Condensation accumulée)

1.7.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues

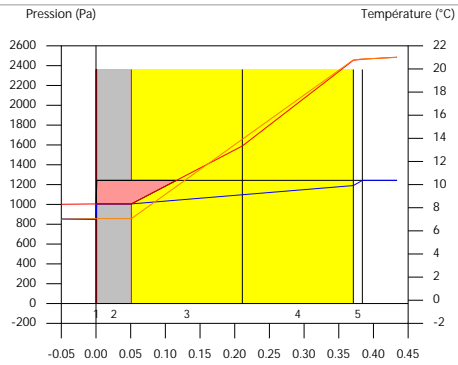
Condensations

Janvier



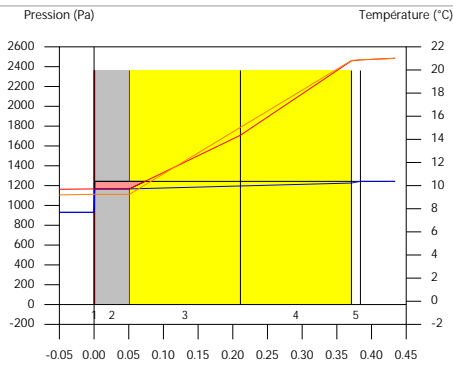
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Février



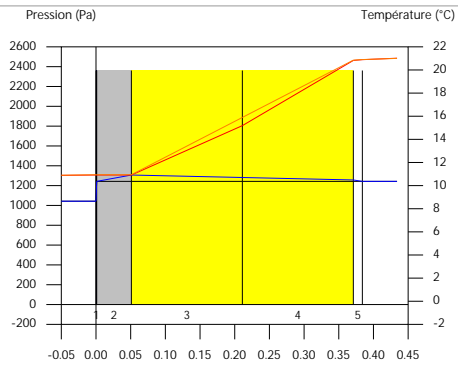
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Mars



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

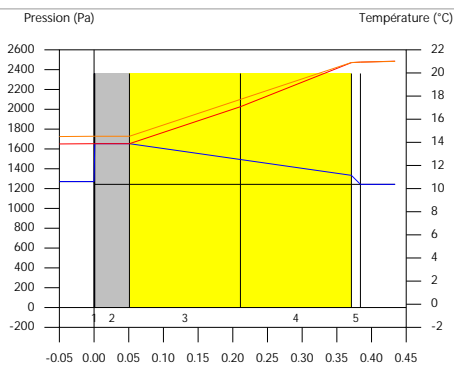
Avril



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

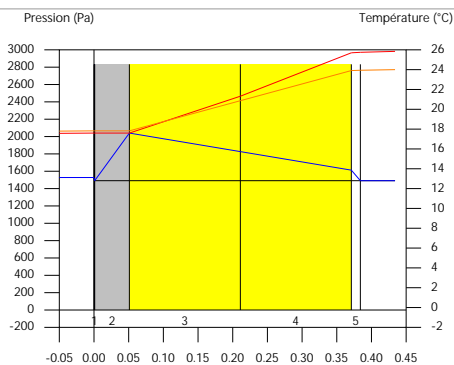
Condensations

Mai



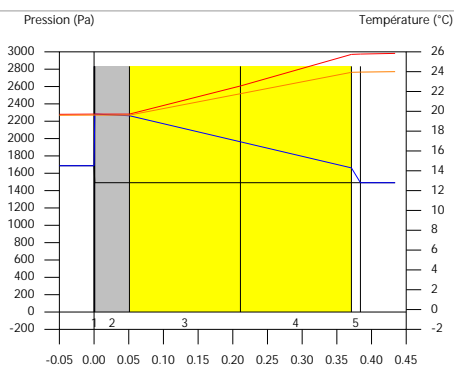
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Juin



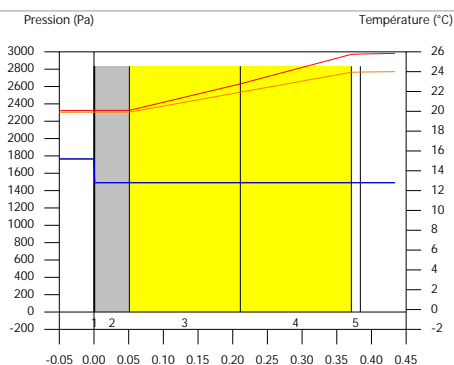
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Juillet



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

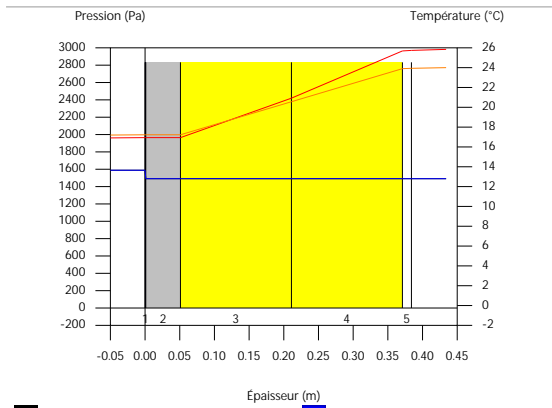
Août



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

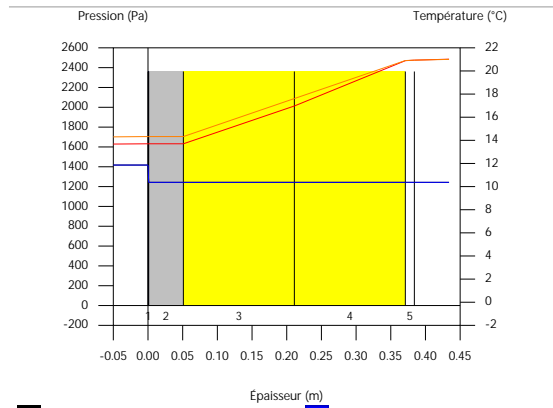
Condensations

Septembre



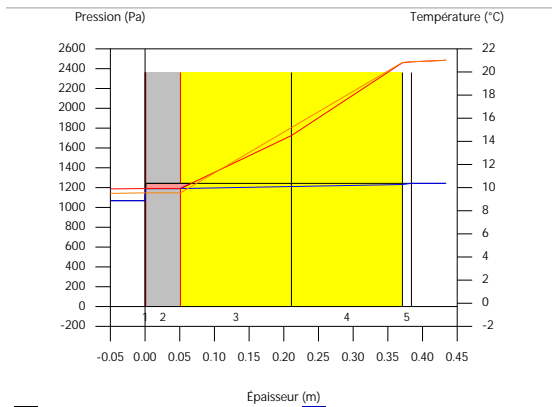
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Octobre



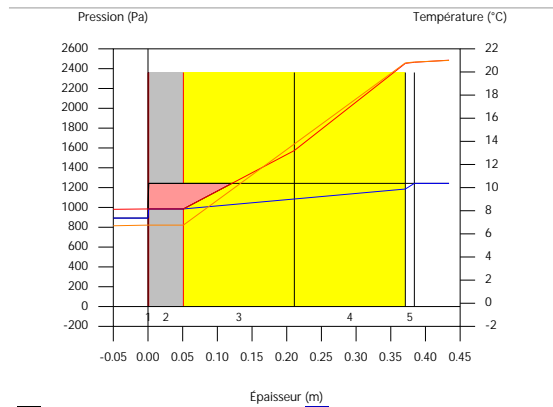
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Novembre



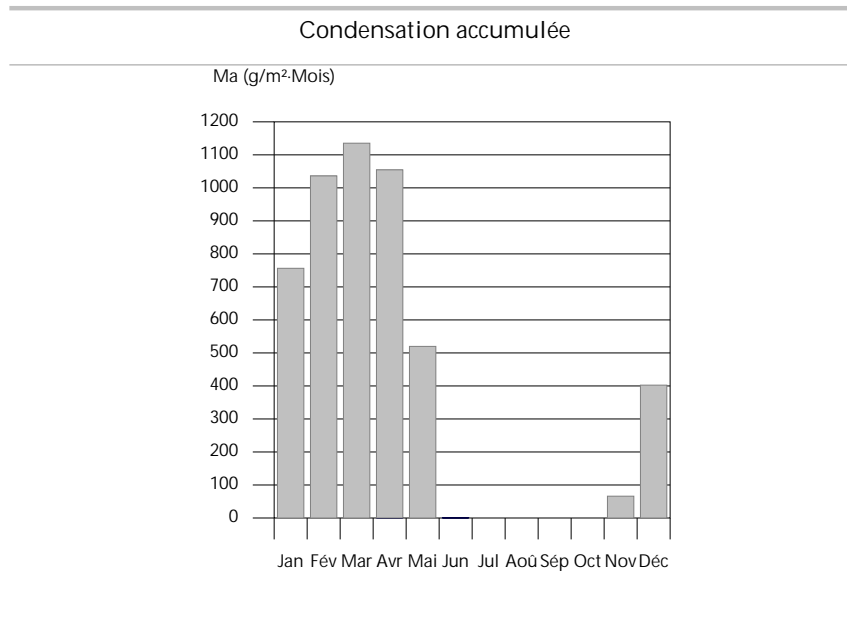
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Décembre



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Condensations



1.8. Dallage

1.8.1. Résultats du calcul des condensations

1.8.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.936 \quad f_{R_{si},min} = 0.589$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.257 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

$f_{R_{si},min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

1.8.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif ne présente pas de condensations interstitielles.

Condensations

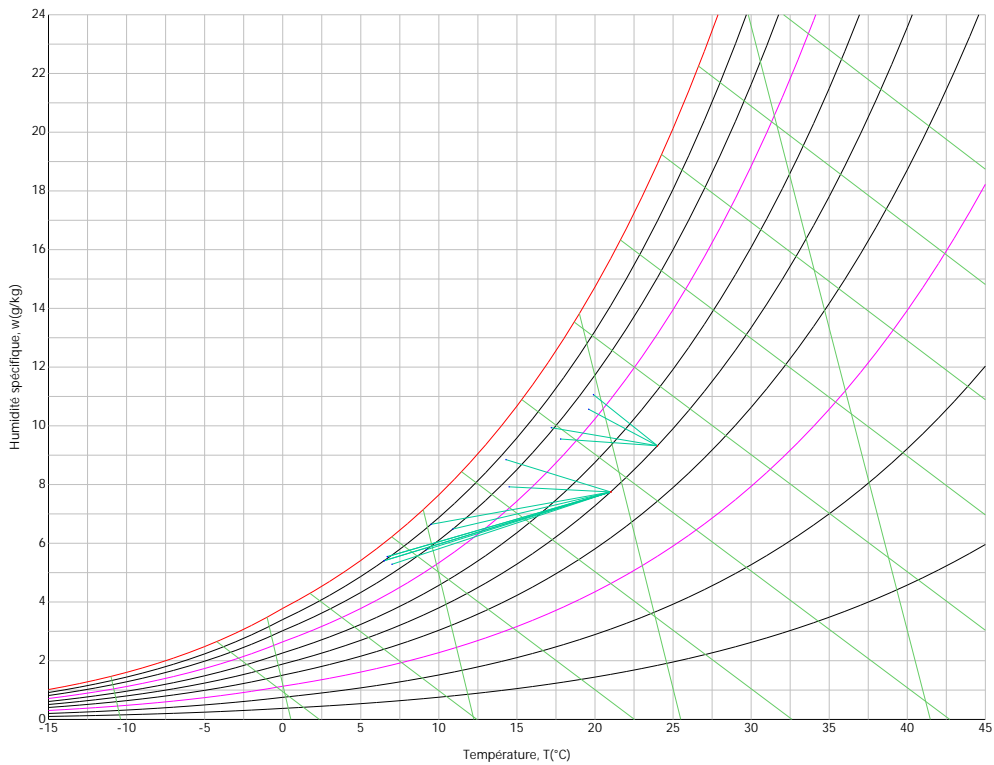
1.8.2. Conditions hygrothermiques de calcul

Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Conditions extérieures												
Température, θ_e (°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, φ_e (%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91
Conditions intérieures												
Température, θ_i (°C)	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	24.0	24.0	24.0	24.0	21.0	21.0	21.0
Humidité relative, φ_i (%)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

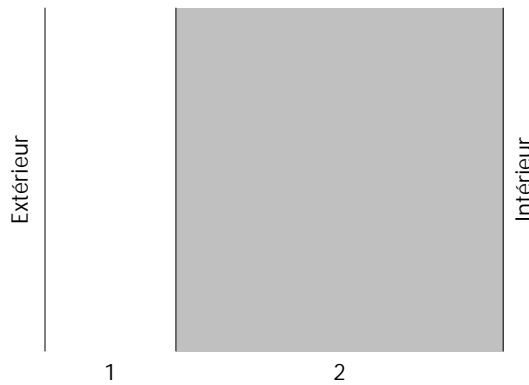
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.

Condensations



1.8.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

Condensations

	Dallage	e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R _{se}				0.00		
1	Isolé en sous face	8.0	0.022	3.63636	60	4.8
2	Dallage béton	20.0	2.500	0.08000	105	21
R _{si}				0.17		

où:

e: Épaisseur, cm.

l : Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).

R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.

m: Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.

S_d: Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.

R_{se}: Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, m²·K/W.

R_{si}: Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, m²·K/W.

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e _T	cm	28.0
Résistance thermique totale, R _T	m ² ·K/W	3.8864
Épaisseur d'air équivalente totale, S _{d,T}	m	25.80
Transmittance thermique, U	W/(m ² ·K)	0.257
Facteur de résistance superficielle intérieure, f _{Rsi}	--	0.936

où:

E_T: Épaisseur totale de l'élément, cm.

Condensations

R_T : Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.

S_{at} : Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U : Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, $W/(m^2 \cdot K)$.

f_{Rsi} : Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.257 W/m^2 \cdot K$ et $R_{si} = 0.25 m^2 \cdot K/W$.

1.8.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{Rsi, min}$ se fait comme suit:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si, min}$ (°C)	$f_{Rsi, min}$
Janvier	6.5	90.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.589
Février	7.0	85.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.574
Mars	9.2	80.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.495
Avril	10.9	80.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.410
Mai	14.5	77.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.083
Juin	17.8	75.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.017
Juillet	19.6	74.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Août	19.9	76.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000

Condensations

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Septembre	17.2	81.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.103
Octobre	14.3	87.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.110
Novembre	9.5	90.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.482
Décembre	6.7	91.0	21.0	55.0	1367.07	1708.84	15.0	0.583

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.936 > f_{Rsi,min} = 0.589$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

1.8.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Condensations

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Dallage	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	6.50	967.476	870.728	90.0	--	--
Interphase 1-2	20.07	2346.697	939.949	40.1	--	--
Face intérieure	20.37	2390.383	1242.791	52.0	--	--
Air intérieur	21.00	2485.582	1242.791	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

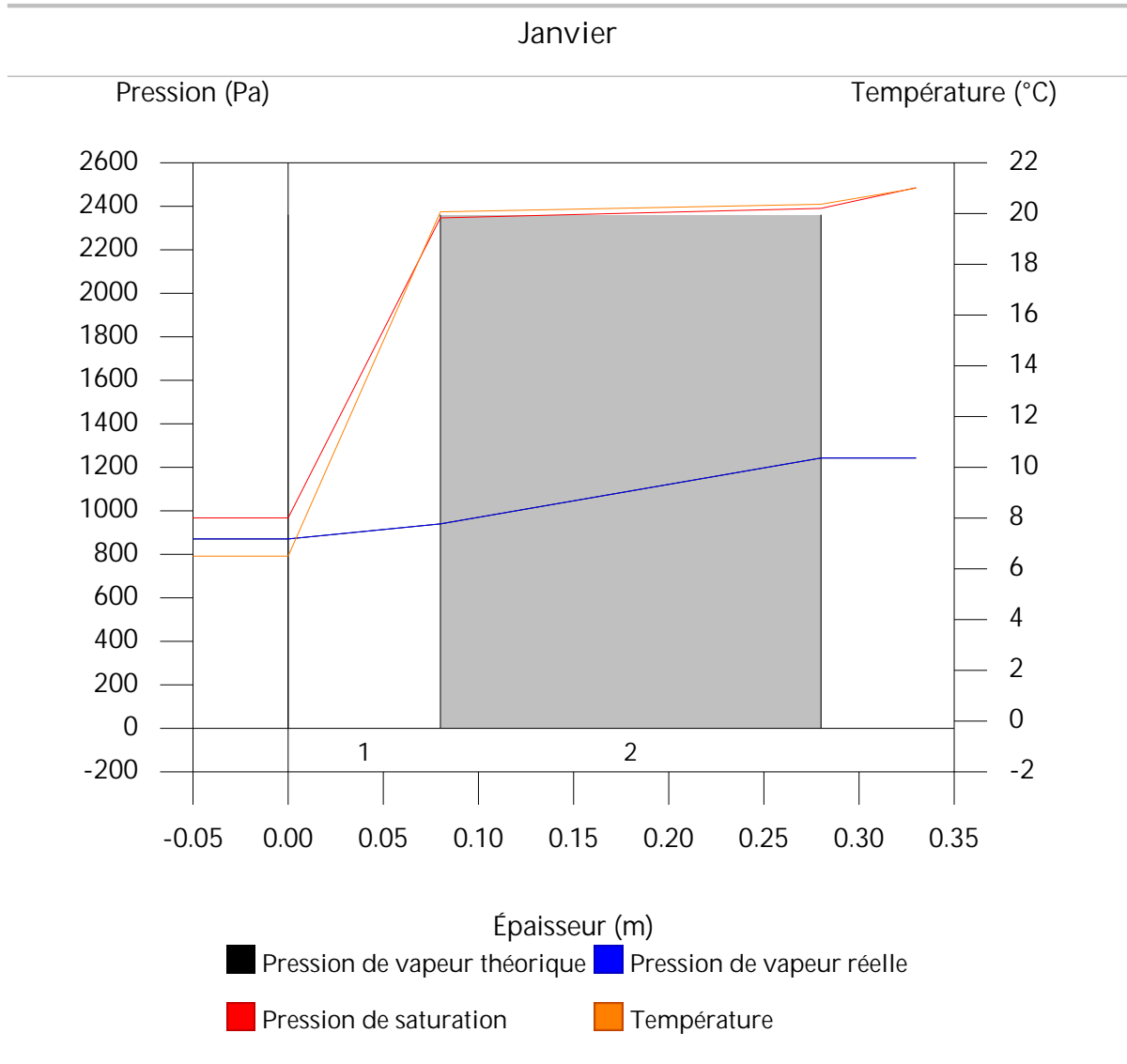
g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Janvier)

Condensations

1.8.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues



Condensations

2. PARTIES COMMUNES

2.1. Paroi à isolation répartie

2.1.1. Résultats du calcul des condensations

2.1.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.964 \text{ } ^3 \text{ } f_{R_{si,min}} = 0.530$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.144 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

$f_{R_{si,min}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

2.1.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif ne présente pas de condensations interstitielles.

2.1.2. Conditions hygrothermiques de calcul

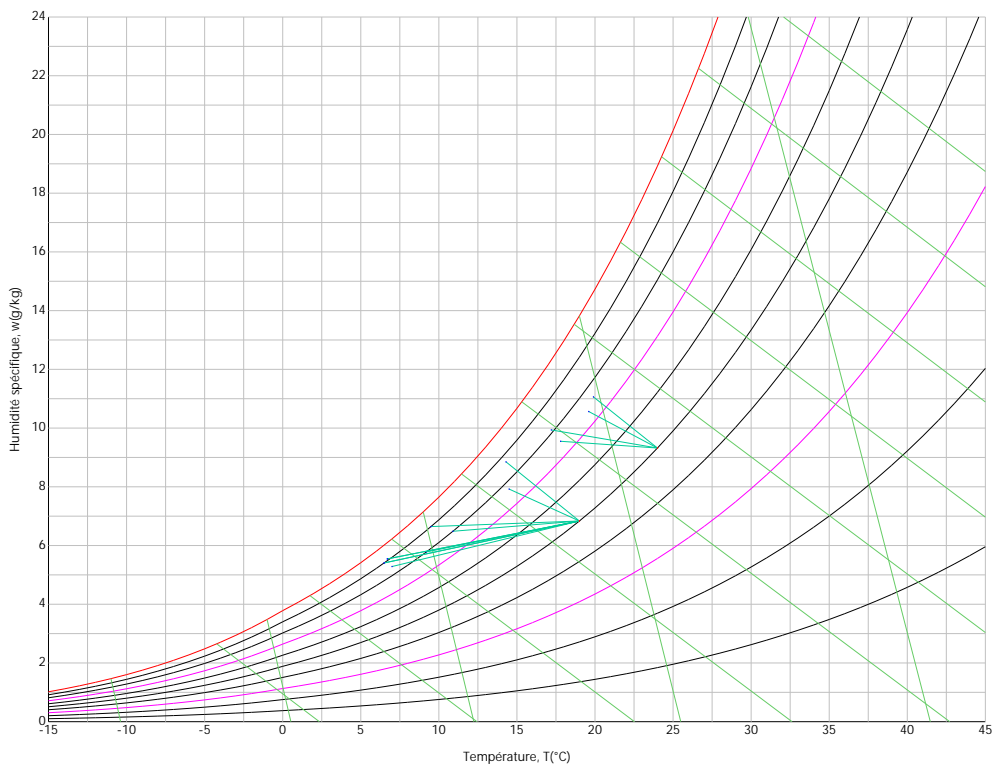
Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Conditions extérieures												
Température, θ_e (°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, ϕ_e (%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91
Conditions intérieures												
Température, θ_i (°C)	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	24.0	24.0	24.0	24.0	19.0	19.0	19.0

Condensations

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Humidité relative, φ_i (%)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

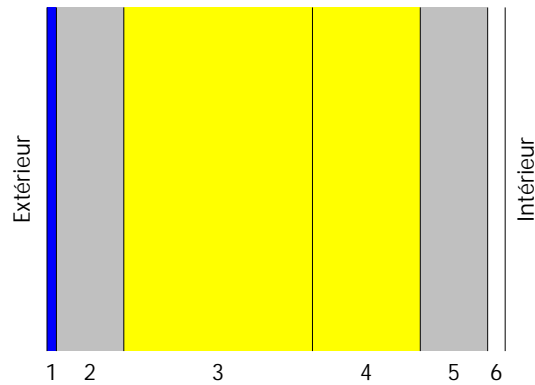
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.



2.1.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:

Condensations



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

Paroi à isolation répartie		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Revêtement	0.7	0.300	0.02333	1	0.007
2	Lame d'air	5.0		0.00000		0.01
3	Laine de verre	14.0	0.035	4.00000	1	0.14
4	Laine de verre	8.0	0.032	2.50000	1	0.08
5	Lame d'air	5.0		0.18000		0.01
6	BA13	1.3	0.250	0.05200	7	0.091
R_{si}				0.13		

où:

e: Épaisseur, cm.

l : Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).

R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.

Condensations

m : Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.

S_d : Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.

R_{se} : Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, $m^2 \cdot K/W$.

R_{si} : Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, $m^2 \cdot K/W$.

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e_T	cm	34.0
Résistance thermique totale, R_T	$m^2 \cdot K/W$	6.9253
Épaisseur d'air équivalente totale, $S_{d,T}$	m	0.34
Transmittance thermique, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.144
Facteur de résistance superficielle intérieure, f_{Rsi}	--	0.964

où:

E_T : Épaisseur totale de l'élément, cm.

R_T : Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.

$S_{d,T}$: Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U: Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, $W/(m^2 \cdot K)$.

f_{Rsi} : Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.144 \text{ W}/m^2 \cdot K$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot K/W$.

2.1.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Condensations

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{R,si,min}$ se fait comme suit:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Janvier	6.5	90.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.530
Février	7.0	85.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.511
Mars	9.2	80.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.401
Avril	10.9	80.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.275
Mai	14.5	77.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.000
Juin	17.8	75.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.017
Juillet	19.6	74.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Août	19.9	76.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Septembre	17.2	81.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.103
Octobre	14.3	87.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.000
Novembre	9.5	90.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.382
Décembre	6.7	91.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.523

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

Condensations

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.964 > f_{Rsi,min} = 0.530$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

2.1.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Paroi à isolation répartie	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² .mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	6.57	972.302	870.728	89.6	--	--
Interphase 1-2	6.61	975.127	875.437	89.8	--	--
Interphase 2-3	6.61	975.127	882.163	90.5	--	--
Interphase 3-4	13.83	1580.620	976.330	61.8	--	--
Interphase 4-5	18.35	2108.214	1030.140	48.9	--	--
Interphase 5-6	18.67	2151.547	1036.867	48.2	--	--
Face intérieure	18.77	2164.209	1098.076	50.7	--	--
Air intérieur	19.00	2196.151	1098.076	50.0		

Condensations

où:

q : Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

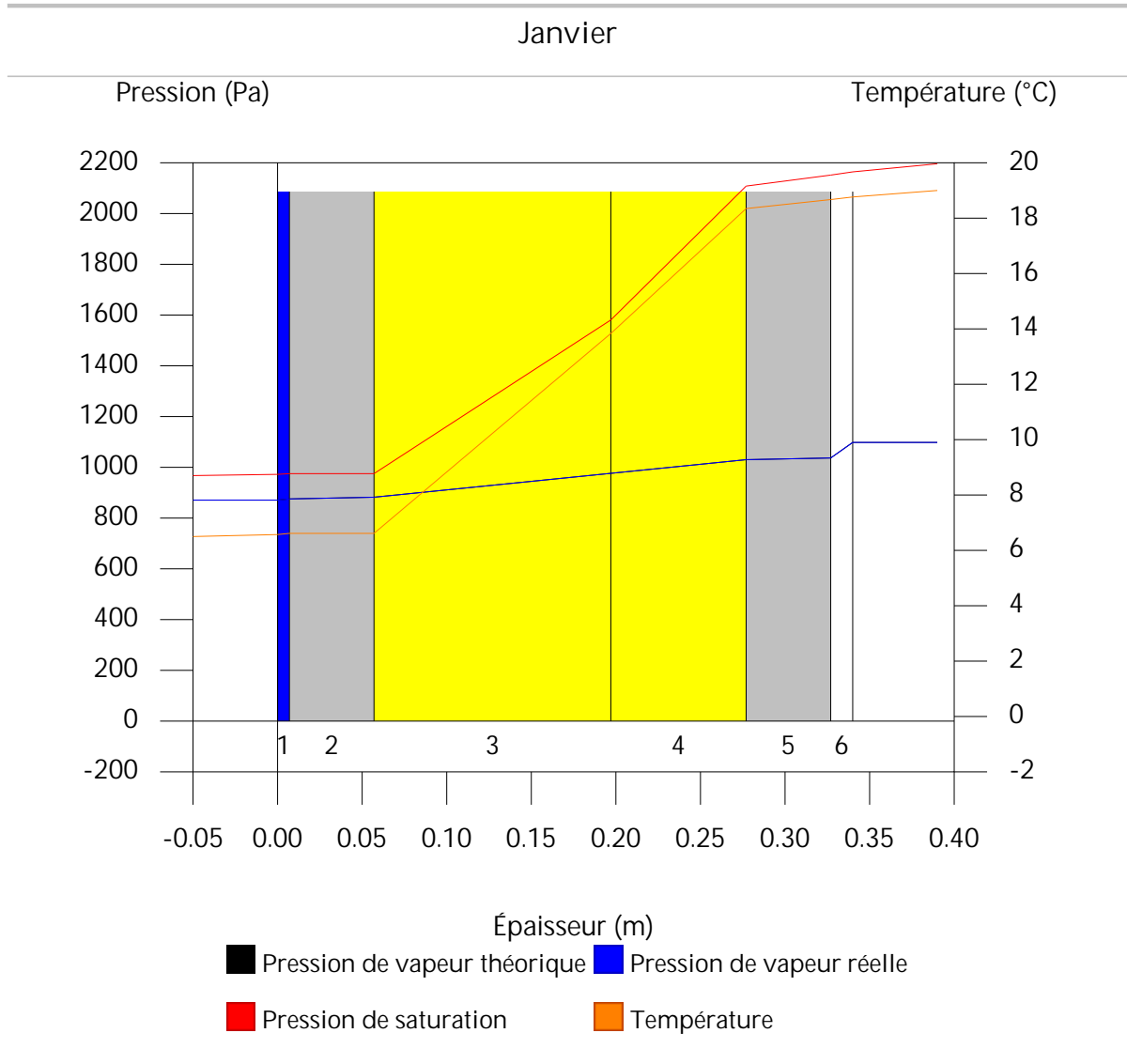
g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Janvier)

Condensations

2.1.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues



Condensations

2.2. Paroi mitoyenne isolée

2.2.1. Résultats du calcul des condensations

2.2.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.921 \quad f_{R_{si},min} = 0.530$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.315 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

$f_{R_{si},min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

2.2.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif présente des condensations interstitielles pendant les mois de: décembre, janvier. Néanmoins, la quantité de condensation accumulée pendant chaque période annuelle n'est pas supérieure à la quantité d'évaporation possible pendant la même période.

2.2.2. Conditions hygrothermiques de calcul

Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Conditions extérieures													
Température, θ_e	(°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, ϕ_e	(%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91

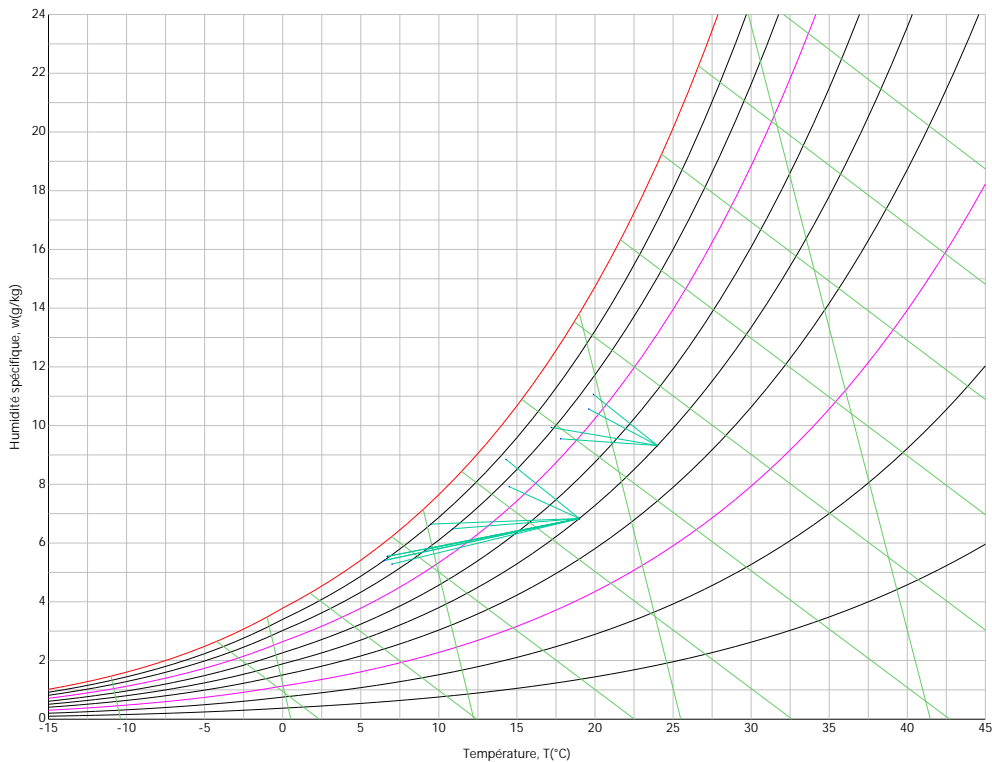
Condensations

Jan Fév Mar Avr Mai Jun Jul Aoû Sép Oct Nov Déc

Conditions intérieures

Température, θ_i	(°C)	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	24.0	24.0	24.0	24.0	19.0	19.0	19.0
Humidité relative, ϕ_i	(%)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

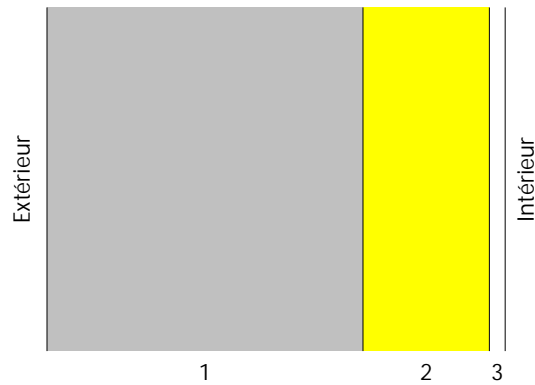
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.



2.2.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:

Condensations



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

Paroi mitoyenne isolée		e	l	R	m	S _d
		(cm)	(W/m·K)	(m ² ·K/W)		(m)
R_{se}				0.13		
1	Bloc béton	20.0	0.952	0.21008	10	2
2	Laines de verre	8.0	0.030	2.66667	1	0.08
3	BA10	1.0	0.250	0.04000	7	0.07
R_{si}				0.13		

où:

e: Épaisseur, cm.

l: Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).

R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.

m: Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.

S_d: Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.

R_{se}: Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, m²·K/W.

R_{si}: Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, m²·K/W.

Condensations

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e_T	cm	29.0
Résistance thermique totale, R_T	$m^2 \cdot K/W$	3.1768
Épaisseur d'air équivalente totale, $S_{a,T}$	m	2.15
Transmittance thermique, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.315
Facteur de résistance superficielle intérieure, $f_{R_{si}}$	--	0.921

où:

E_T : Épaisseur totale de l'élément, cm.

R_T : Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.

$S_{a,T}$: Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U : Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, $W/(m^2 \cdot K)$.

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.315 \text{ W}/m^2 \cdot K$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot K/W$.

2.2.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{R_{si,min}}$ se fait comme suit:

Condensations

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Janvier	6.5	90.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.530
Février	7.0	85.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.511
Mars	9.2	80.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.401
Avril	10.9	80.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.275
Mai	14.5	77.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.000
Juin	17.8	75.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.017
Juillet	19.6	74.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Août	19.9	76.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Septembre	17.2	81.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.103
Octobre	14.3	87.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.000
Novembre	9.5	90.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.382
Décembre	6.7	91.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.523

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

Condensations

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.921 > f_{Rsi,min} = 0.530$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

2.2.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² ·mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	7.01	1002.131	870.728	86.9	--	--
Interphase 1-2	7.84	1060.448	1060.448	100.0	83.563	123.142
Interphase 2-3	18.33	2106.163	1080.516	51.3	--	--
Face intérieure	18.49	2127.041	1098.076	51.6	--	--
Air intérieur	19.00	2196.151	1098.076	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

Condensations

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Janvier)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Février.

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² ·mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	7.00	1001.338	851.137	85.0		
Face extérieure	7.49	1035.606	851.137	82.2	--	--
Interphase 1-2	8.28	1093.171	1093.171	100.0	-42.731	80.411
Interphase 2-3	18.36	2109.699	1095.787	51.9	--	--
Face intérieure	18.51	2129.768	1098.076	51.6	--	--
Air intérieur	19.00	2196.151	1098.076	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Février)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Mars.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	9.20	1163.050	930.440	80.0		
Face extérieure	9.60	1194.883	930.440	77.9	--	--
Interphase 1-2	10.25	1247.949	1247.949	100.0	-80.411	--
Interphase 2-3	18.48	2125.322	1168.016	55.0	--	--
Face intérieure	18.60	2141.805	1098.076	51.3	--	--
Air intérieur	19.00	2196.151	1098.076	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Mars)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Avril.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	10.90	1303.316	1042.653	80.0		
Face extérieure	11.23	1332.334	1042.653	78.3	--	--
Interphase 1-2	11.77	1380.429	1094.209	79.3	--	--
Interphase 2-3	18.57	2137.464	1096.271	51.3	--	--
Face intérieure	18.67	2151.147	1098.076	51.0	--	--
Air intérieur	19.00	2196.151	1098.076	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Avril)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Mai.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	14.50	1650.313	1270.741	77.0		
Face extérieure	14.68	1670.058	1270.741	76.1	--	--
Interphase 1-2	14.98	1702.405	1110.122	65.2	--	--
Interphase 2-3	18.76	2163.375	1103.697	51.0	--	--
Face intérieure	18.82	2171.049	1098.076	50.6	--	--
Air intérieur	19.00	2196.151	1098.076	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Mai)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Juin.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² ·mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	17.80	2037.033	1527.775	75.0		
Face extérieure	18.05	2069.807	1527.775	73.8	--	--
Interphase 1-2	18.46	2123.748	1493.648	70.3	--	--
Interphase 2-3	23.67	2923.306	1492.283	51.0	--	--
Face intérieure	23.75	2937.066	1491.089	50.8	--	--
Air intérieur	24.00	2982.178	1491.089	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Juin)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Juillet.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	19.60	2279.712	1686.987	74.0		
Face extérieure	19.78	2305.324	1686.987	73.2	--	--
Interphase 1-2	20.07	2347.247	1504.756	64.1	--	--
Interphase 2-3	23.76	2940.293	1497.467	50.9	--	--
Face intérieure	23.82	2950.102	1491.089	50.5	--	--
Air intérieur	24.00	2982.178	1491.089	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Juillet)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Août.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	19.90	2322.525	1765.119	76.0		
Face extérieure	20.07	2346.774	1765.119	75.2	--	--
Interphase 1-2	20.34	2386.430	1510.207	63.3	--	--
Interphase 2-3	23.78	2943.132	1500.011	51.0	--	--
Face intérieure	23.83	2952.279	1491.089	50.5	--	--
Air intérieur	24.00	2982.178	1491.089	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Août)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Septembre.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	17.20	1961.329	1588.677	81.0		
Face extérieure	17.48	1996.128	1588.677	79.6	--	--
Interphase 1-2	17.93	2053.506	1497.897	72.9	--	--
Interphase 2-3	23.64	2917.663	1494.266	51.2	--	--
Face intérieure	23.72	2932.733	1491.089	50.8	--	--
Air intérieur	24.00	2982.178	1491.089	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Septembre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Octobre.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	14.30	1629.101	1417.318	87.0		
Face extérieure	14.49	1649.496	1417.318	85.9	--	--
Interphase 1-2	14.80	1682.928	1120.348	66.6	--	--
Interphase 2-3	18.75	2161.929	1108.470	51.3	--	--
Face intérieure	18.81	2169.939	1098.076	50.6	--	--
Air intérieur	19.00	2196.151	1098.076	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Octobre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Novembre.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	9.50	1186.792	1068.112	90.0		
Face extérieure	9.89	1218.192	1068.112	87.7	--	--
Interphase 1-2	10.52	1270.481	1095.985	86.3	--	--
Interphase 2-3	18.49	2127.460	1097.100	51.6	--	--
Face intérieure	18.61	2143.451	1098.076	51.2	--	--
Air intérieur	19.00	2196.151	1098.076	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Novembre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Décembre.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.70	980.898	892.617	91.0		
Face extérieure	7.20	1015.405	892.617	87.9	--	--
Interphase 1-2	8.02	1073.432	1073.432	100.0	39.579	39.579
Interphase 2-3	18.34	2107.577	1086.575	51.6	--	--
Face intérieure	18.50	2128.131	1098.076	51.6	--	--
Air intérieur	19.00	2196.151	1098.076	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Décembre)

Évolution annuelle de la condensation accumulée.

Sont données ci-après les quantités totales d'eau condensée dans l'élément constructif pour chaque situation de calcul, ainsi que l'évolution de l'humidité accumulée au long de l'année.

Le premier mois de condensation dans l'une des interphases est décembre, bien que

Condensations

la quantité nette annuelle soit nulle, puisque l'évaporation est suffisante pendant les mois suivants.

Jan Fév Mar Avr Mai Jun Jul Aoû Sép Oct Nov Déc

Évolution de la quantité d'eau condensée.

g_c	g/(m ² .mois)	83.563	--	--	--	--	--	--	--	--	--	39.579
g_{ev}	g/(m ² .mois)	--	42.731	80.411	--	--	--	--	--	--	--	--
M_a	(g/m ²)	123.142	80.411	--	--	--	--	--	--	--	--	39.579

où:

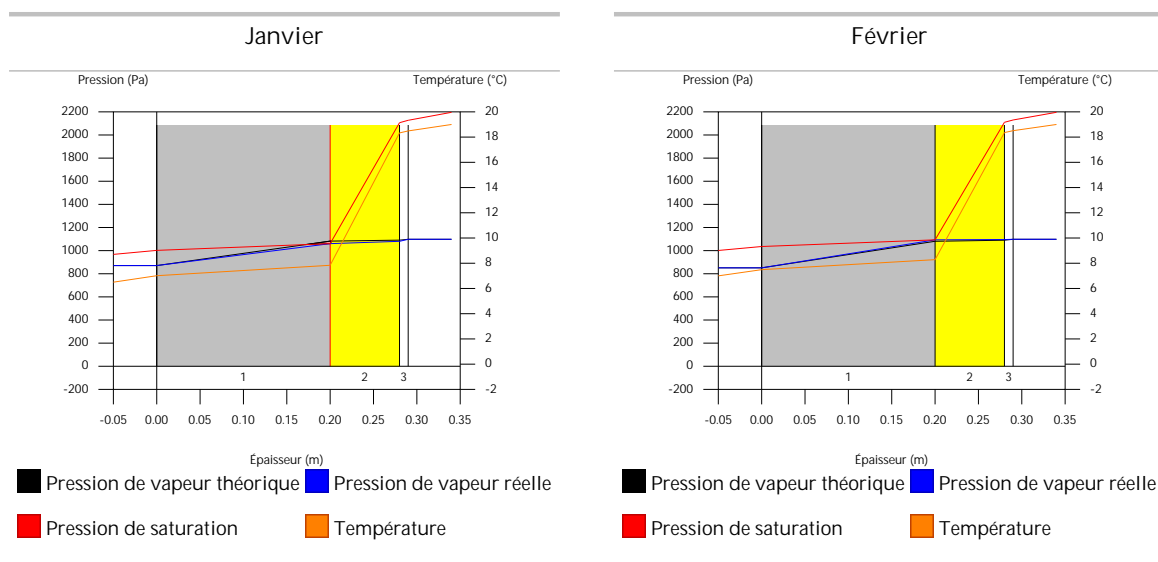
g_c : Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

g_{ev} : Densité de flux d'évaporation, g/(m².mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

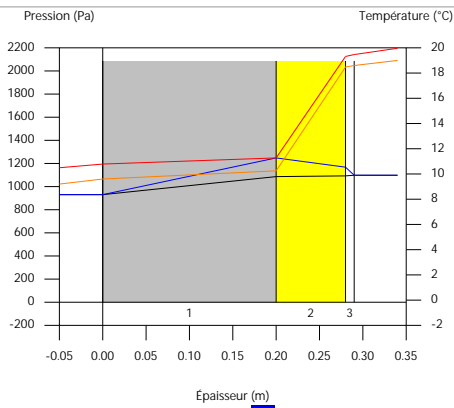
>> Représentation graphique (Condensation accumulée)

2.2.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues



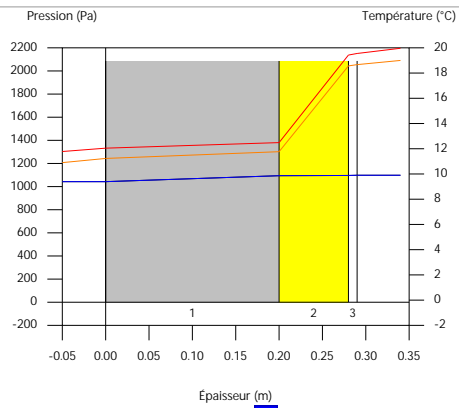
Condensations

Mars



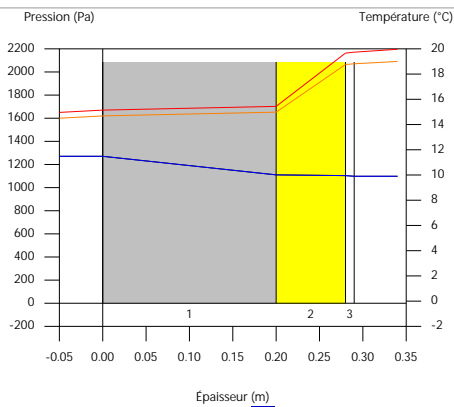
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Avril



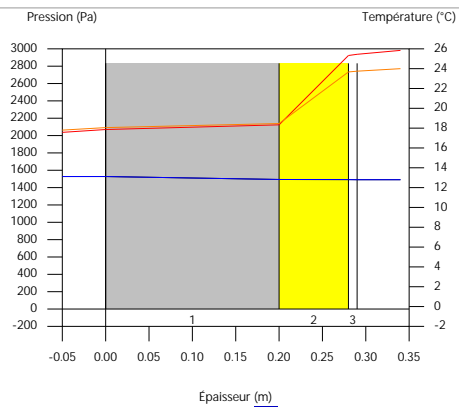
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Mai



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

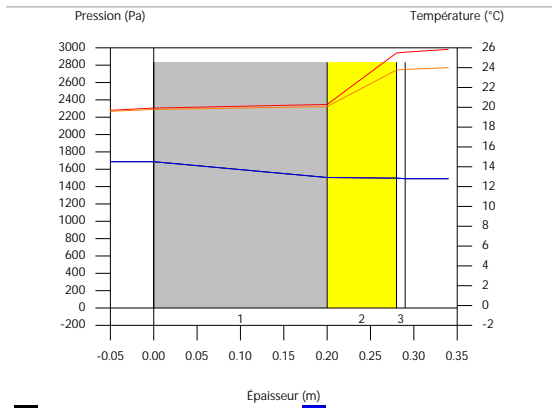
Juin



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

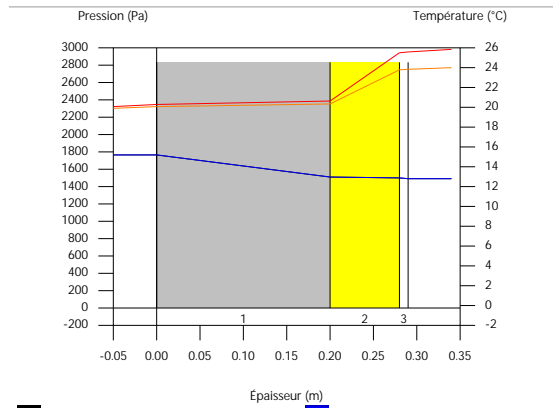
Condensations

Juillet



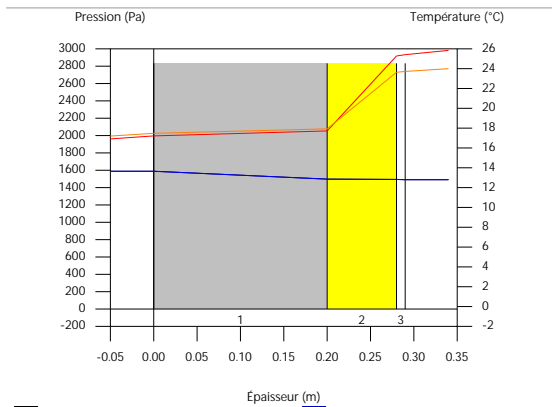
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Août



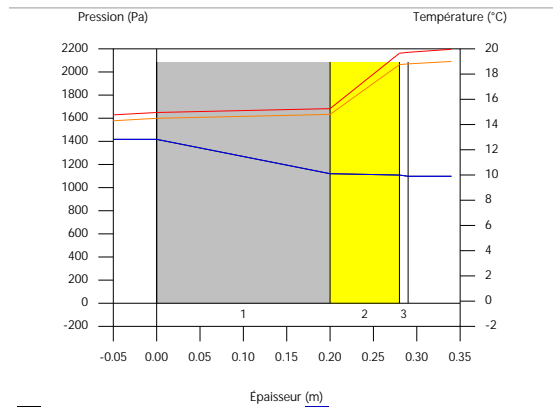
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Septembre



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

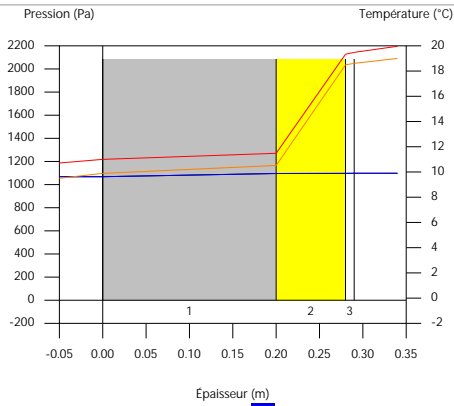
Octobre



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

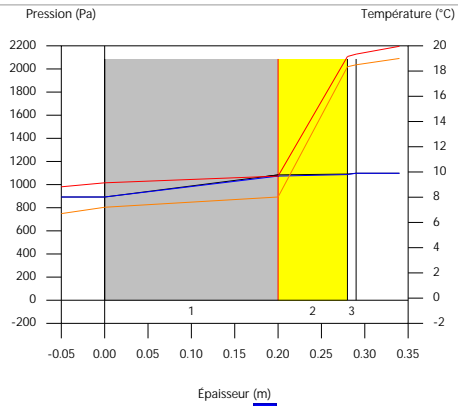
Condensations

Novembre



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

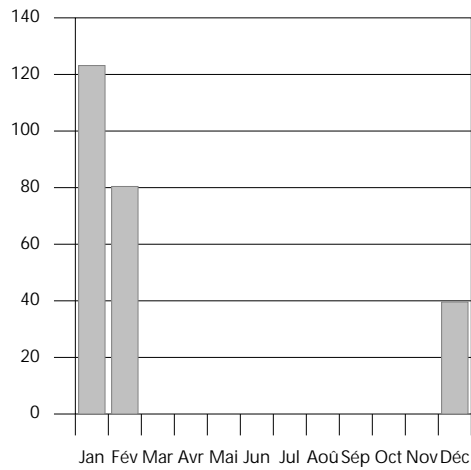
Décembre



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Condensation accumulée

Ma (g/m²-Mois)



Condensations

2.3. Refend isolé

2.3.1. Résultats du calcul des condensations

2.3.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.917 \quad f_{R_{si},min} = 0.530$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.332 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

$f_{R_{si},min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

2.3.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif ne présente pas de condensations interstitielles.

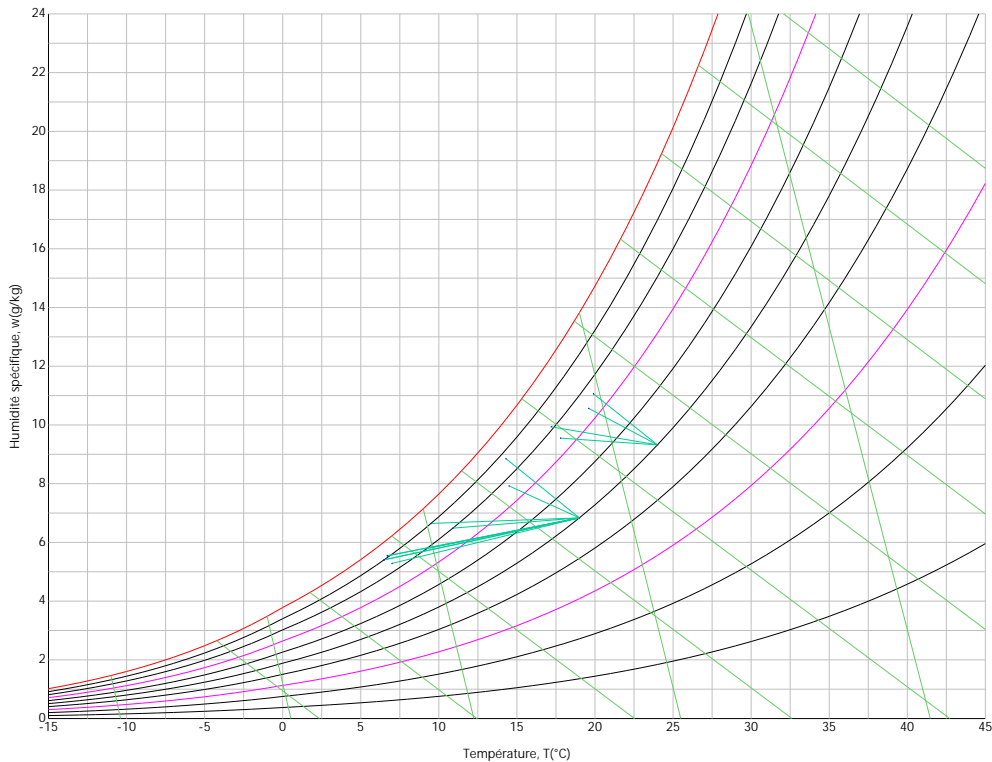
2.3.2. Conditions hygrothermiques de calcul

Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Conditions extérieures													
Température, θ_e	(°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, ϕ_e	(%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91
Conditions intérieures													
Température, θ_i	(°C)	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	24.0	24.0	24.0	24.0	19.0	19.0	19.0
Humidité relative, ϕ_i	(%)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Condensations

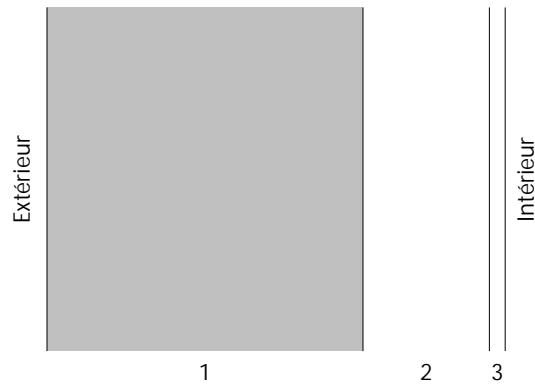
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.



2.3.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:

Condensations



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

	Refend isolé	e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.13		
1	Bloc béton	20.0	0.952	0.21008	10	2
2	Th32	8.0	0.032	2.50000	60	4.8
3	BA10	1.0	0.250	0.04000	7	0.07
R_{si}				0.13		

où:

e: Épaisseur, cm.

l: Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).

R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.

m: Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.

S_d: Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.

R_{se}: Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, m²·K/W.

R_{si}: Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, m²·K/W.

Condensations

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e_T	cm	29.0
Résistance thermique totale, R_T	$m^2 \cdot K/W$	3.0101
Épaisseur d'air équivalente totale, $S_{a,T}$	m	6.87
Transmittance thermique, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.332
Facteur de résistance superficielle intérieure, $f_{R_{si}}$	--	0.917

où:

E_T : Épaisseur totale de l'élément, cm.

R_T : Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.

$S_{a,T}$: Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U : Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, $W/(m^2 \cdot K)$.

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.332 \text{ W}/m^2 \cdot K$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot K/W$.

2.3.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{R_{si,min}}$ se fait comme suit:

Condensations

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Janvier	6.5	90.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.530
Février	7.0	85.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.511
Mars	9.2	80.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.401
Avril	10.9	80.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.275
Mai	14.5	77.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.000
Juin	17.8	75.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.017
Juillet	19.6	74.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Août	19.9	76.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Septembre	17.2	81.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.103
Octobre	14.3	87.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.000
Novembre	9.5	90.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.382
Décembre	6.7	91.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.523

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

Condensations

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.917 > f_{Rsi,min} = 0.530$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

2.3.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Refend isolé	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² .mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	7.04	1004.081	870.728	86.7	--	--
Interphase 1-2	7.91	1065.818	936.914	87.9	--	--
Interphase 2-3	18.29	2101.276	1095.759	52.1	--	--
Face intérieure	18.46	2123.271	1098.076	51.7	--	--
Air intérieur	19.00	2196.151	1098.076	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

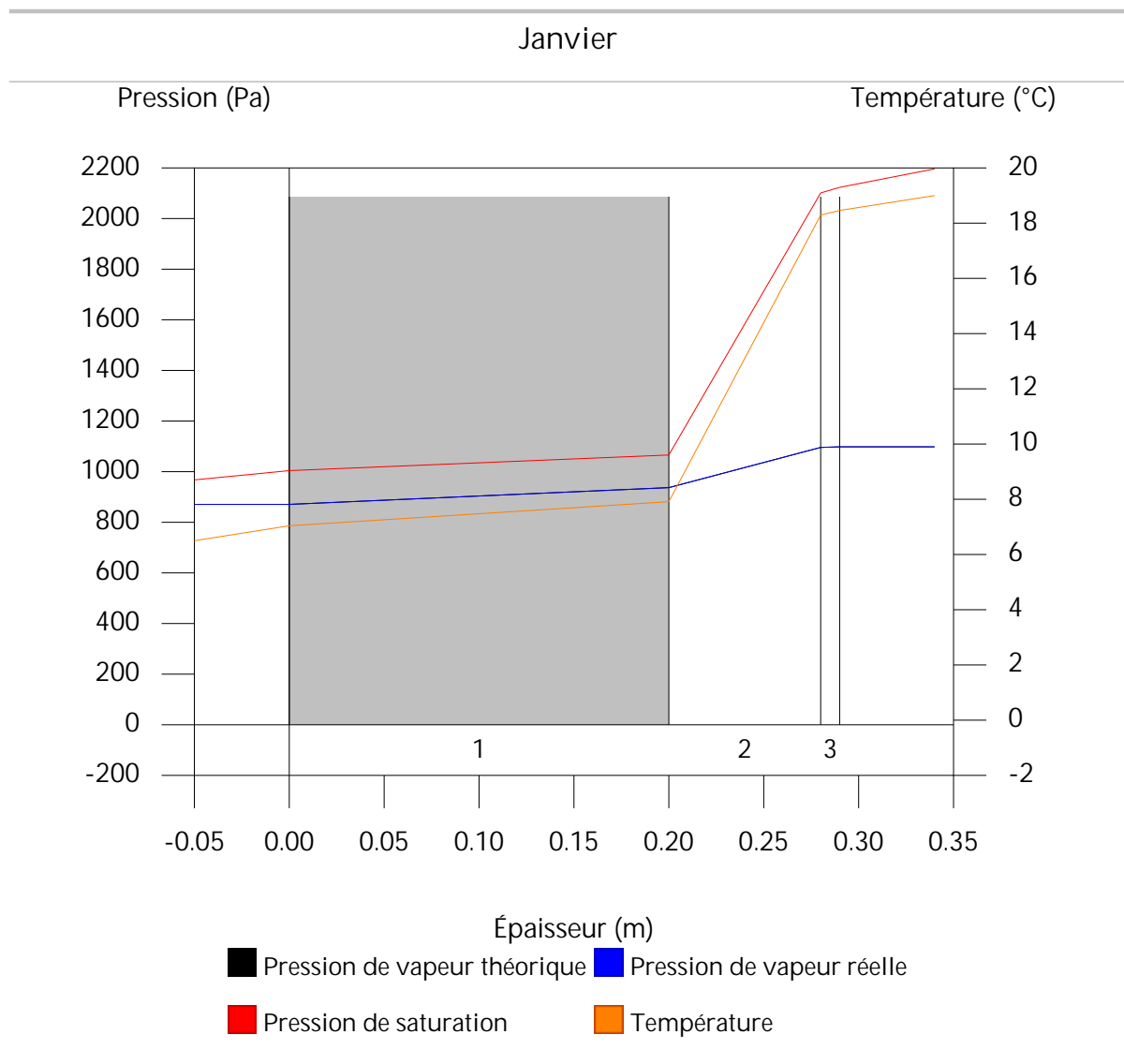
Condensations

g_c : Densité de flux de condensation, $g/(m^2 \cdot mois)$.

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m^2 .

>> Représentation graphique (Janvier)

2.3.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues



Condensations

2.4. Cloison légère

2.4.1. Résultats du calcul des condensations

2.4.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.861 \quad f_{R_{si},min} = 0.530$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.555 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

$f_{R_{si},min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

2.4.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif ne présente pas de condensations interstitielles.

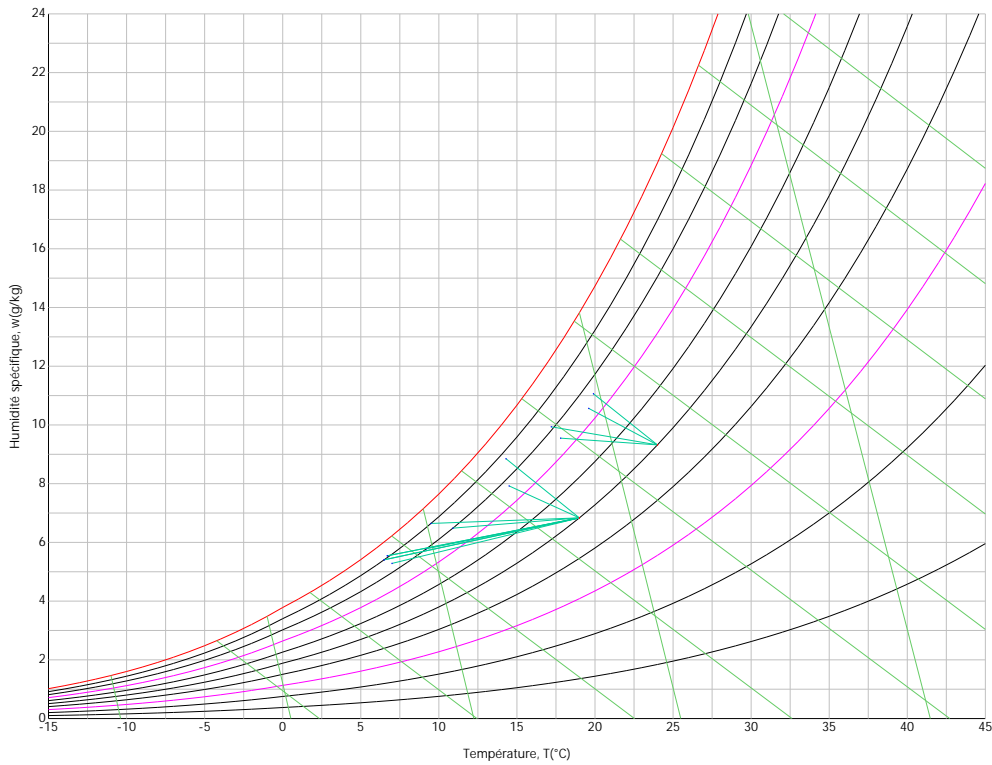
2.4.2. Conditions hygrothermiques de calcul

Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Conditions extérieures													
Température, θ_e	(°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, ϕ_e	(%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91
Conditions intérieures													
Température, θ_i	(°C)	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	24.0	24.0	24.0	24.0	19.0	19.0	19.0
Humidité relative, ϕ_i	(%)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Condensations

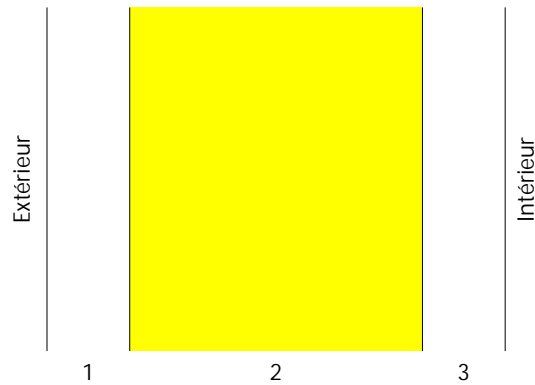
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.



2.4.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:

Condensations



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

Cloison légère		e	l	R	m	S _d
		(cm)	(W/m·K)	(m ² ·K/W)		(m)
R_{se}				0.13		
1	BA13	1.3	0.250	0.05200	7	0.091
2	Laines de verre	4.6	0.032	1.43750	1	0.046
3	BA13	1.3	0.250	0.05200	7	0.091
R_{si}				0.13		

où:

e: Épaisseur, cm.

l: Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).

R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.

m: Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.

S_d: Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.

R_{se}: Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, m²·K/W.

R_{si}: Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, m²·K/W.

Condensations

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e_T	cm	7.2
Résistance thermique totale, R_T	$m^2 \cdot K/W$	1.8015
Épaisseur d'air équivalente totale, $S_{a,T}$	m	0.23
Transmittance thermique, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.555
Facteur de résistance superficielle intérieure, $f_{R_{si}}$	--	0.861

où:

E_T : Épaisseur totale de l'élément, cm.

R_T : Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.

$S_{a,T}$: Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U : Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, $W/(m^2 \cdot K)$.

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.555 W/m^2 \cdot K$ et $R_{si} = 0.25 m^2 \cdot K/W$.

2.4.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{R_{si,min}}$ se fait comme suit:

Condensations

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Janvier	6.5	90.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.530
Février	7.0	85.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.511
Mars	9.2	80.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.401
Avril	10.9	80.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.275
Mai	14.5	77.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.000
Juin	17.8	75.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.017
Juillet	19.6	74.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Août	19.9	76.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Septembre	17.2	81.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.103
Octobre	14.3	87.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.000
Novembre	9.5	90.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.382
Décembre	6.7	91.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.523

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

Condensations

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.861 > f_{Rsi,min} = 0.530$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

2.4.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Cloison légère	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² .mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	7.40	1029.317	870.728	84.6	--	--
Interphase 1-2	7.76	1055.012	961.468	91.1	--	--
Interphase 2-3	17.74	2028.987	1007.336	49.6	--	--
Face intérieure	18.10	2075.571	1098.076	52.9	--	--
Air intérieur	19.00	2196.151	1098.076	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

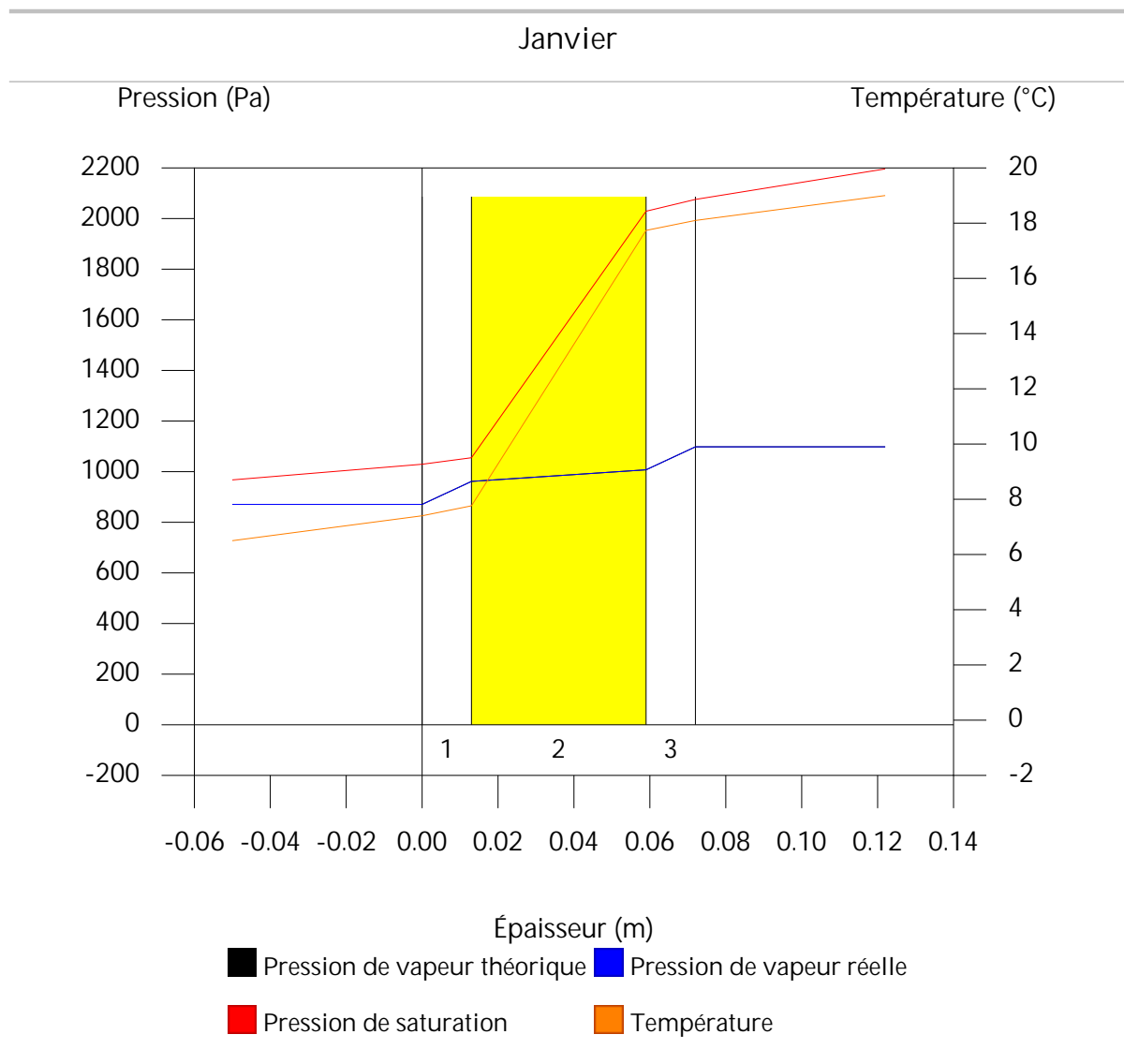
Condensations

g_c : Densité de flux de condensation, $g/(m^2 \cdot mois)$.

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m^2 .

>> Représentation graphique (Janvier)

2.4.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues



Condensations

2.5. Dallage

2.5.1. Résultats du calcul des condensations

2.5.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.936 \quad f_{R_{si},min} = 0.530$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.257 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

$f_{R_{si},min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

2.5.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif ne présente pas de condensations interstitielles.

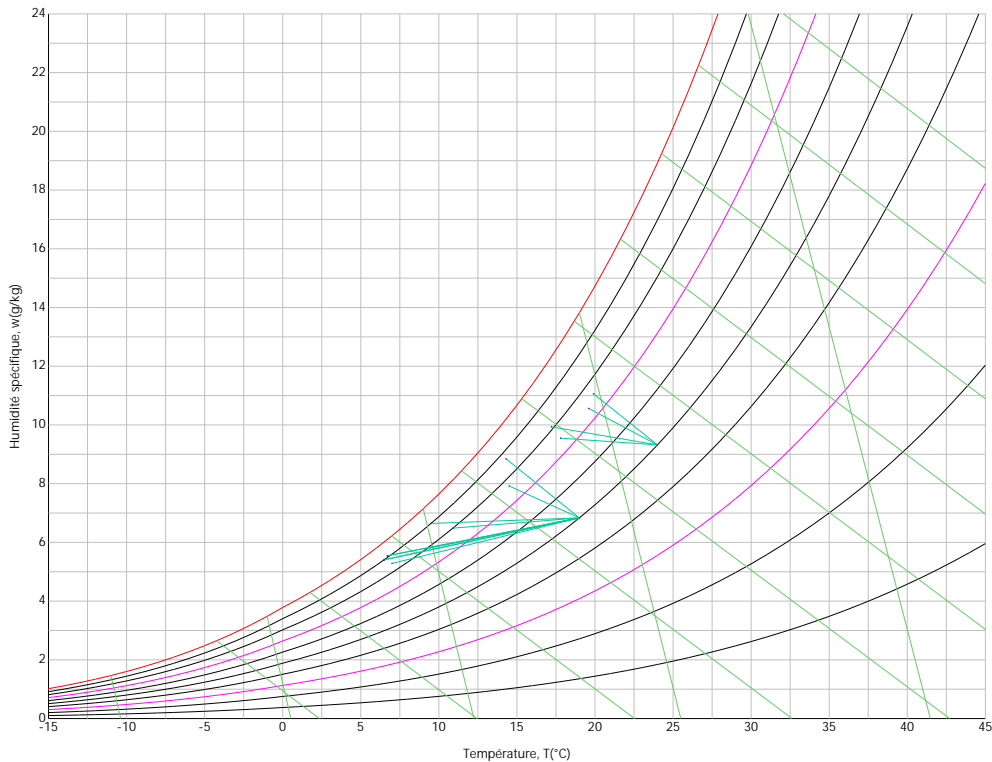
2.5.2. Conditions hygrothermiques de calcul

Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Conditions extérieures													
Température, θ_e	(°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, ϕ_e	(%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91
Conditions intérieures													
Température, θ_i	(°C)	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	24.0	24.0	24.0	24.0	19.0	19.0	19.0
Humidité relative, ϕ_i	(%)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Condensations

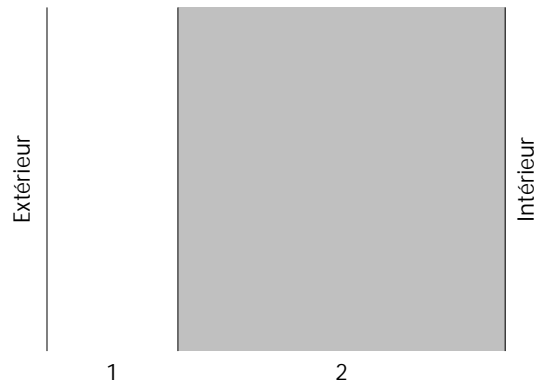
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.



2.5.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:

Condensations



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

Dallage		e	l	R	m	S _d
		(cm)	(W/m·K)	(m ² ·K/W)		(m)
R _{se}				0.00		
1	Isolé en sous face	8.0	0.022	3.63636	60	4.8
2	Dallage béton	20.0	2.500	0.08000	105	21
R _{si}				0.17		

où:

- e: Épaisseur, cm.
- l : Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).
- R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.
- m: Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.
- S_d: Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.
- R_{se}: Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, m²·K/W.
- R_{si}: Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, m²·K/W.

Condensations

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e_T	cm	28.0
Résistance thermique totale, R_T	$m^2 \cdot K/W$	3.8864
Épaisseur d'air équivalente totale, $S_{a,T}$	m	25.80
Transmittance thermique, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.257
Facteur de résistance superficielle intérieure, $f_{R_{si}}$	--	0.936

où:

E_T : Épaisseur totale de l'élément, cm.

R_T : Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.

$S_{a,T}$: Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U : Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, $W/(m^2 \cdot K)$.

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.257 W/m^2 \cdot K$ et $R_{si} = 0.25 m^2 \cdot K/W$.

2.5.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{R_{si,min}}$ se fait comme suit:

Condensations

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Janvier	6.5	90.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.530
Février	7.0	85.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.511
Mars	9.2	80.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.401
Avril	10.9	80.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.275
Mai	14.5	77.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.000
Juin	17.8	75.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.017
Juillet	19.6	74.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Août	19.9	76.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.000
Septembre	17.2	81.0	24.0	55.0	1640.20	2050.25	17.9	0.103
Octobre	14.3	87.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.000
Novembre	9.5	90.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.382
Décembre	6.7	91.0	19.0	55.0	1207.88	1509.85	13.1	0.523

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

Condensations

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.936 > f_{Rsi,min} = 0.530$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

2.5.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Dallage	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² .mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	6.50	967.476	870.728	90.0	--	--
Interphase 1-2	18.20	2088.376	913.025	43.7	--	--
Face intérieure	18.45	2122.349	1098.076	51.7	--	--
Air intérieur	19.00	2196.151	1098.076	50.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

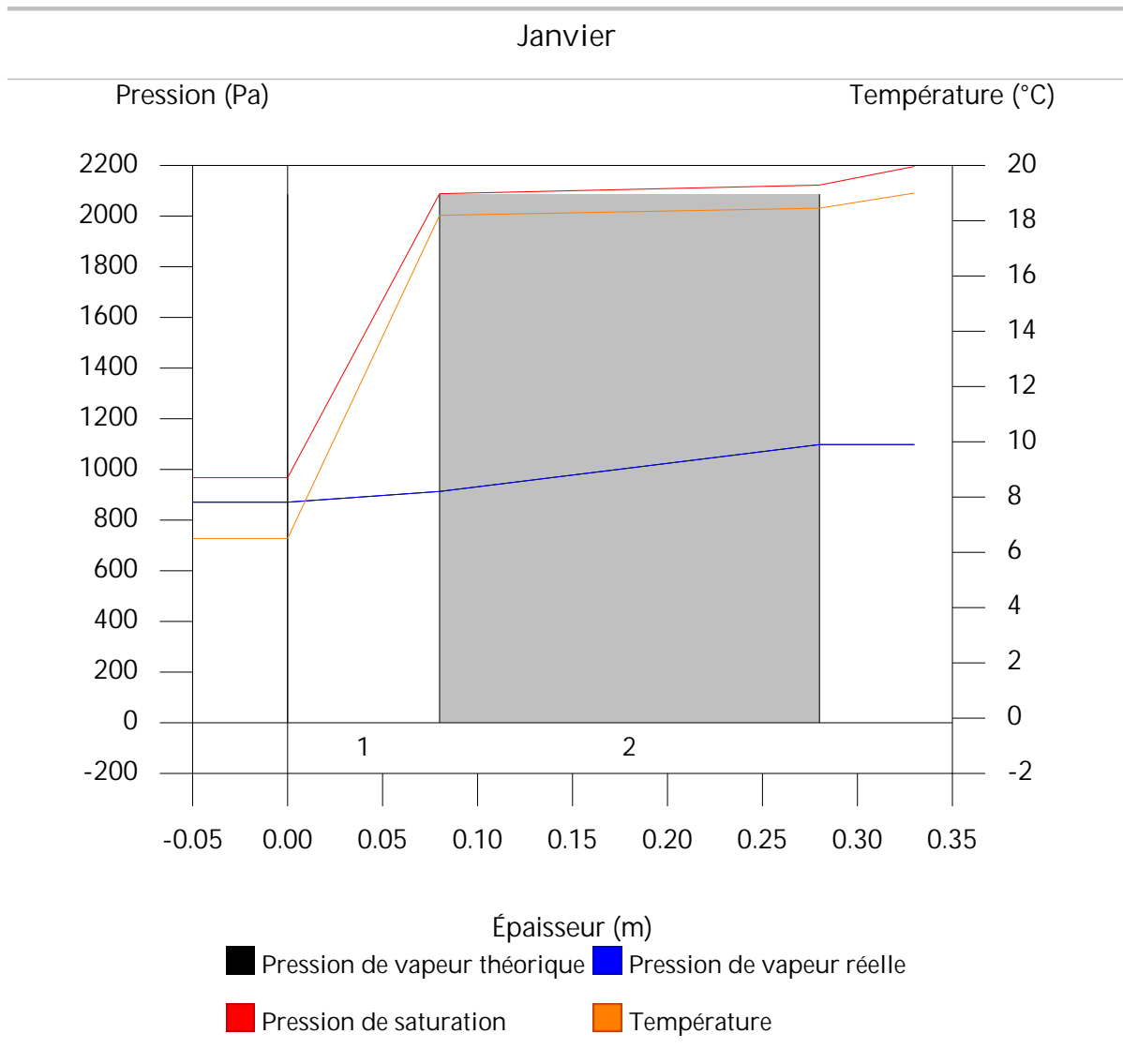
g_c : Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

Condensations

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m^2 .

>> Représentation graphique (Janvier)

2.5.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues



Condensations

3. CAFÉTÉRIA

3.1. Paroi à isolation répartie

3.1.1. Résultats du calcul des condensations

3.1.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.964 \quad f_{R_{si},min} = 0.755$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.144 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

$f_{R_{si},min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

3.1.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif ne présente pas de condensations interstitielles.

3.1.2. Conditions hygrothermiques de calcul

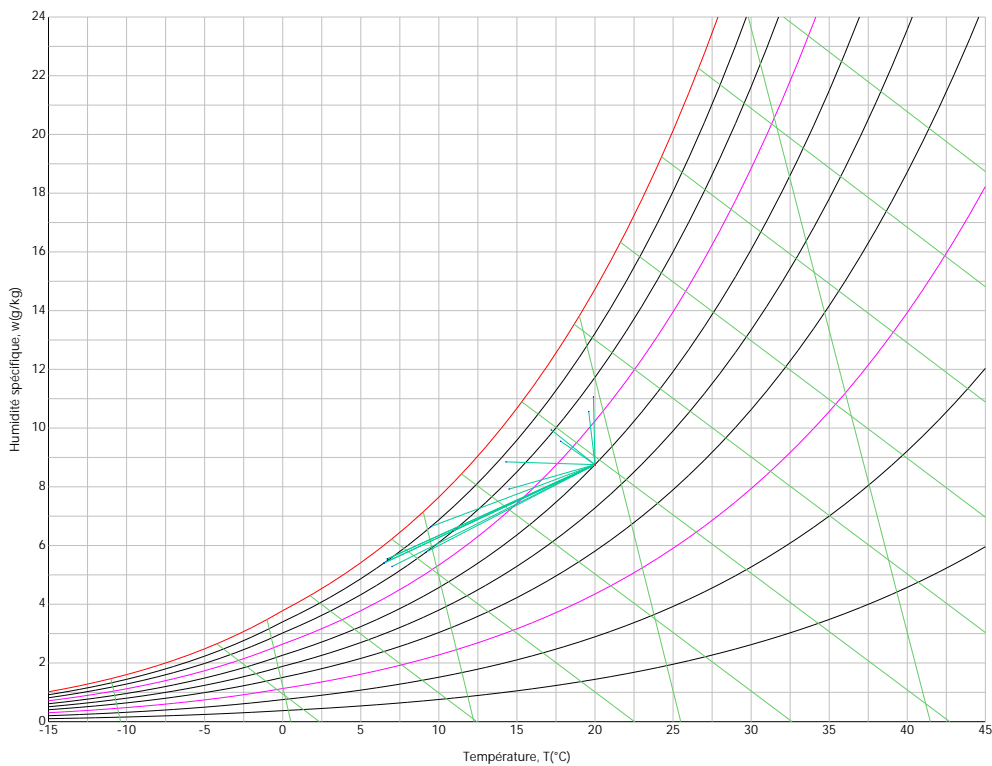
Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Conditions extérieures												
Température, θ_e (°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, ϕ_e (%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91
Conditions intérieures												
Température, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0

Condensations

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Humidité relative, φ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

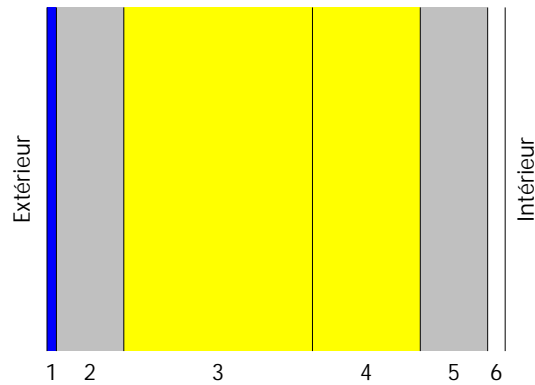
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.



3.1.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:

Condensations



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

Paroi à isolation répartie		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Revêtement	0.7	0.300	0.02333	1	0.007
2	Lame d'air	5.0		0.00000		0.01
3	Laine de verre	14.0	0.035	4.00000	1	0.14
4	Laine de verre	8.0	0.032	2.50000	1	0.08
5	Lame d'air	5.0		0.18000		0.01
6	BA13	1.3	0.250	0.05200	7	0.091
R_{si}				0.13		

où:

e: Épaisseur, cm.

l: Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).

R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.

Condensations

m : Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.

S_d : Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.

R_{se} : Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, $m^2 \cdot K/W$.

R_{si} : Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, $m^2 \cdot K/W$.

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e_T	cm	34.0
Résistance thermique totale, R_T	$m^2 \cdot K/W$	6.9253
Épaisseur d'air équivalente totale, $S_{d,T}$	m	0.34
Transmittance thermique, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.144
Facteur de résistance superficielle intérieure, f_{Rsi}	--	0.964

où:

E_T : Épaisseur totale de l'élément, cm.

R_T : Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.

$S_{d,T}$: Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U: Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, $W/(m^2 \cdot K)$.

f_{Rsi} : Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.144 \text{ W}/m^2 \cdot K$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot K/W$.

3.1.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Condensations

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{R,si,min}$ se fait comme suit:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Janvier	6.5	90.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.755
Février	7.0	85.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.745
Mars	9.2	80.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.693
Avril	10.9	80.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.636
Mai	14.5	77.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.398
Juin	17.8	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Juillet	19.6	74.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Août	19.9	76.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Septembre	17.2	81.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octobre	14.3	87.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.419
Novembre	9.5	90.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.685
Décembre	6.7	91.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.751

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

Condensations

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.964 > f_{Rsi,min} = 0.755$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

3.1.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Paroi à isolation répartie	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	6.58	972.689	870.728	89.5	--	--
Interphase 1-2	6.62	975.742	881.735	90.4	--	--
Interphase 2-3	6.62	975.742	897.458	92.0	--	--
Interphase 3-4	14.42	1641.897	1117.582	68.1	--	--
Interphase 4-5	19.29	2236.801	1243.367	55.6	--	--
Interphase 5-6	19.65	2286.120	1259.090	55.1	--	--
Face intérieure	19.75	2300.543	1402.171	60.9	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

Condensations

où:

q : Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

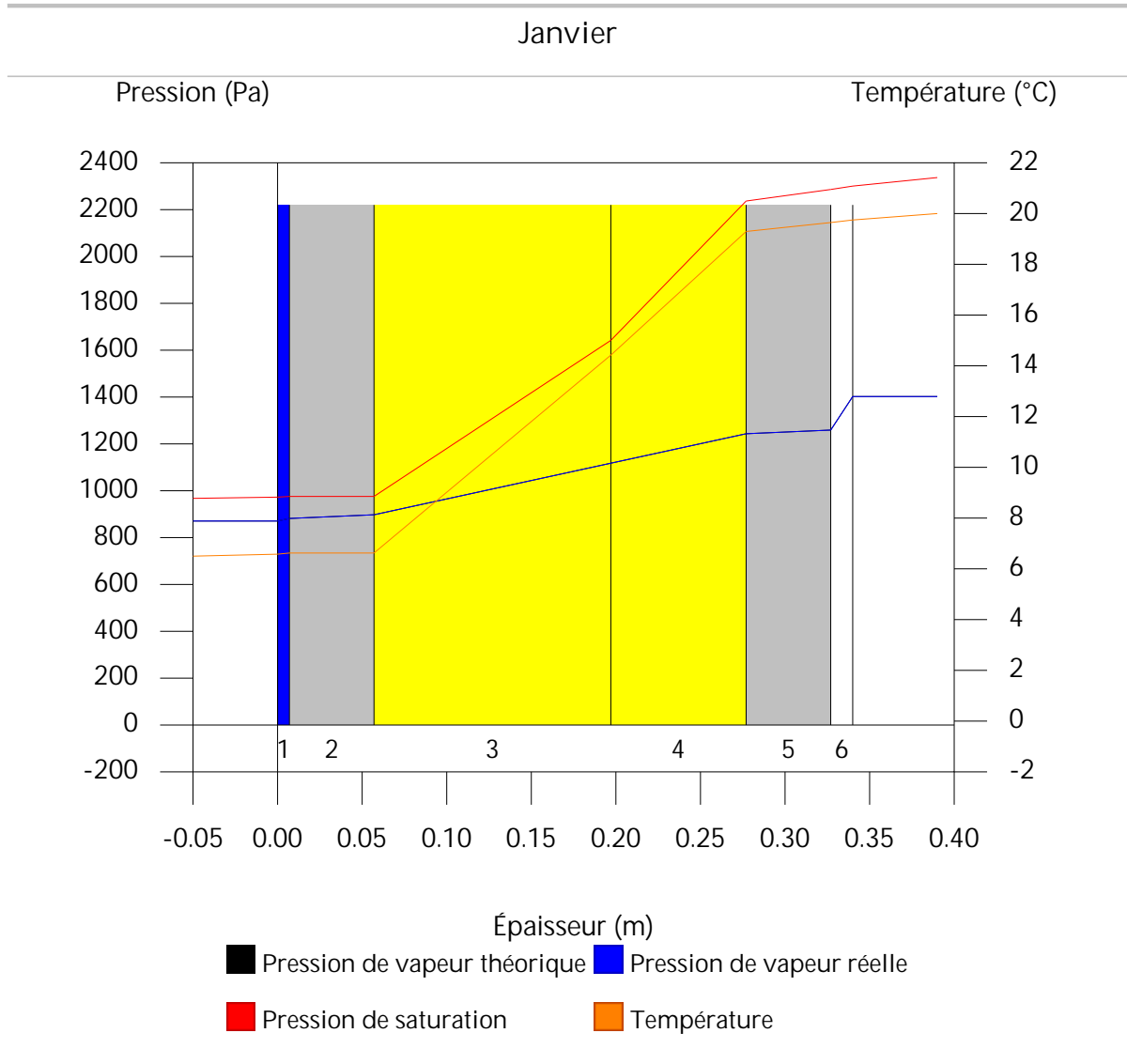
g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Janvier)

Condensations

3.1.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues



Condensations

3.2. Paroi mitoyenne isolée

3.2.1. Résultats du calcul des condensations

3.2.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.921 \quad f_{R_{si},min} = 0.755$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.315 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

$f_{R_{si},min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

3.2.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif présente des condensations interstitielles pendant les mois de: novembre, décembre, janvier, février, mars. Néanmoins, la quantité de condensation accumulée pendant chaque période annuelle n'est pas supérieure à la quantité d'évaporation possible pendant la même période.

3.2.2. Conditions hygrothermiques de calcul

Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Conditions extérieures													
Température, θ_e	(°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, ϕ_e	(%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91

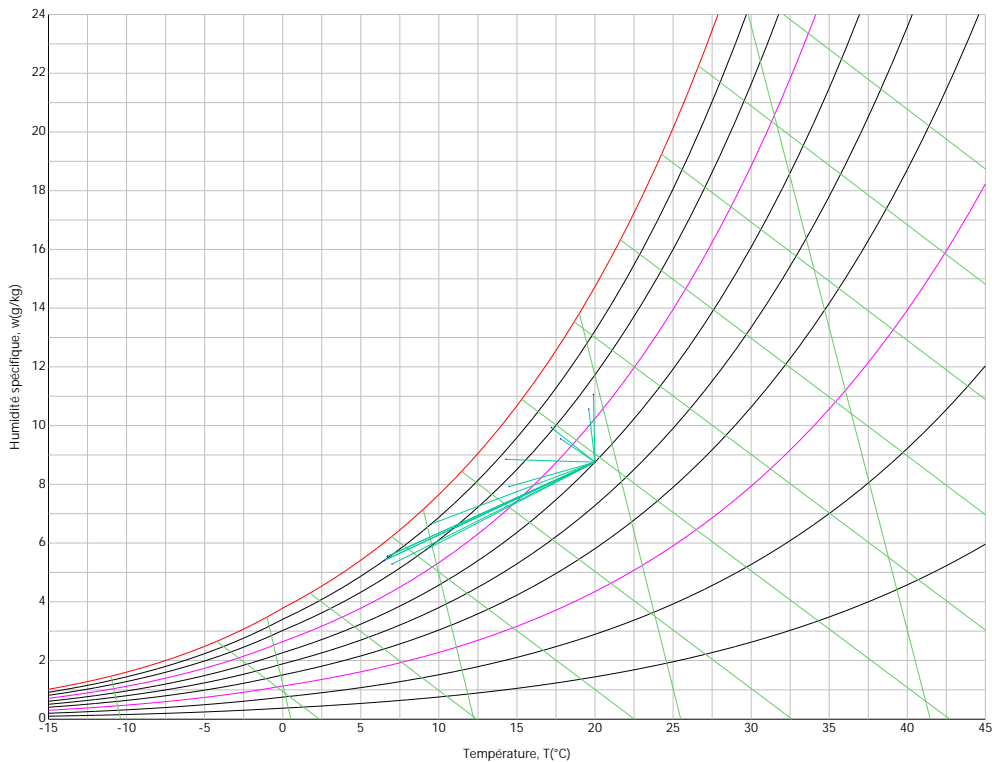
Condensations

Jan Fév Mar Avr Mai Jun Jul Aoû Sép Oct Nov Déc

Conditions intérieures

Température, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humidité relative, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

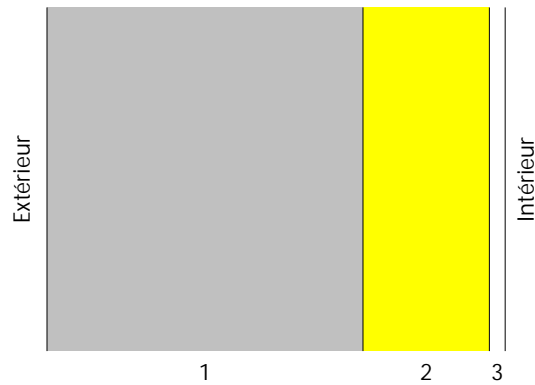
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.



3.2.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:

Condensations



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

Paroi mitoyenne isolée		e	l	R	m	S _d
		(cm)	(W/m·K)	(m ² ·K/W)		(m)
R_{se}				0.13		
1	Bloc béton	20.0	0.952	0.21008	10	2
2	Laines de verre	8.0	0.030	2.66667	1	0.08
3	BA10	1.0	0.250	0.04000	7	0.07
R_{si}				0.13		

où:

e: Épaisseur, cm.

l: Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).

R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.

m: Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.

S_d: Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.

R_{se}: Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, m²·K/W.

R_{si}: Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, m²·K/W.

Condensations

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e_T	cm	29.0
Résistance thermique totale, R_T	$m^2 \cdot K/W$	3.1768
Épaisseur d'air équivalente totale, $S_{a,T}$	m	2.15
Transmittance thermique, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.315
Facteur de résistance superficielle intérieure, $f_{R_{si}}$	--	0.921

où:

E_T : Épaisseur totale de l'élément, cm.

R_T : Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.

$S_{a,T}$: Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U : Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, $W/(m^2 \cdot K)$.

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.315 \text{ W}/m^2 \cdot K$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot K/W$.

3.2.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{R_{si,min}}$ se fait comme suit:

Condensations

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Janvier	6.5	90.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.755
Février	7.0	85.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.745
Mars	9.2	80.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.693
Avril	10.9	80.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.636
Mai	14.5	77.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.398
Juin	17.8	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Juillet	19.6	74.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Août	19.9	76.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Septembre	17.2	81.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octobre	14.3	87.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.419
Novembre	9.5	90.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.685
Décembre	6.7	91.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.751

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

Condensations

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.921 > f_{Rsi,min} = 0.755$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

3.2.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	7.05	1004.950	870.728	86.6	--	--
Interphase 1-2	7.95	1068.214	1068.214	100.0	1139.731	2603.998
Interphase 2-3	19.28	2234.468	1246.324	55.8	--	--
Face intérieure	19.45	2258.221	1402.171	62.1	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

Condensations

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Janvier)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Février.

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² ·mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	7.00	1001.338	851.137	85.0		
Face extérieure	7.53	1038.508	851.137	82.0	--	--
Interphase 1-2	8.39	1101.148	1101.148	100.0	910.497	3514.496
Interphase 2-3	19.30	2238.192	1261.693	56.4	--	--
Face intérieure	19.47	2261.095	1402.171	62.0	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Février)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Mars.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	9.20	1163.050	930.440	80.0		
Face extérieure	9.64	1198.174	930.440	77.7	--	--
Interphase 1-2	10.36	1256.911	1256.911	100.0	431.310	3945.806
Interphase 2-3	19.42	2254.644	1334.383	59.2	--	--
Face intérieure	19.56	2273.779	1402.171	61.7	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Mars)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Avril.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	10.90	1303.316	1042.653	80.0		
Face extérieure	11.27	1335.956	1042.653	78.0	--	--
Interphase 1-2	11.87	1390.221	1390.221	100.0	-48.793	3897.013
Interphase 2-3	19.51	2267.429	1396.594	61.6	--	--
Face intérieure	19.63	2283.622	1402.171	61.4	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Avril)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Mai.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	14.50	1650.313	1270.741	77.0		
Face extérieure	14.73	1674.474	1270.741	75.9	--	--
Interphase 1-2	15.09	1714.175	1714.175	100.0	-1232.999	2664.014
Interphase 2-3	19.71	2294.713	1547.773	67.4	--	--
Face intérieure	19.77	2304.591	1402.171	60.8	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Mai)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Juin.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	17.80	2037.033	1527.775	75.0		
Face extérieure	17.89	2048.610	1527.775	74.6	--	--
Interphase 1-2	18.04	2067.441	2067.441	100.0	-2439.056	224.957
Interphase 2-3	19.88	2319.975	1712.630	73.8	--	--
Face intérieure	19.91	2323.960	1402.171	60.3	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Juin)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Juillet.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	19.60	2279.712	1686.987	74.0		
Face extérieure	19.62	2282.030	1686.987	73.9	--	--
Interphase 1-2	19.64	2285.780	2285.780	100.0	-224.957	--
Interphase 2-3	19.98	2333.857	1814.522	77.7	--	--
Face intérieure	19.98	2334.584	1402.171	60.1	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Juillet)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Août.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² ·mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	19.90	2322.525	1765.119	76.0		
Face extérieure	19.90	2323.114	1765.119	76.0	--	--
Interphase 1-2	19.91	2324.065	1427.493	61.4	--	--
Interphase 2-3	19.99	2336.177	1413.988	60.5	--	--
Face intérieure	20.00	2336.359	1402.171	60.0	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Août)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Septembre.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	17.20	1961.329	1588.677	81.0		
Face extérieure	17.31	1975.593	1588.677	80.4	--	--
Interphase 1-2	17.50	1998.836	1415.183	70.8	--	--
Interphase 2-3	19.85	2315.364	1408.243	60.8	--	--
Face intérieure	19.89	2320.427	1402.171	60.4	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Septembre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Octobre.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² ·mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	14.30	1629.101	1417.318	87.0		
Face extérieure	14.53	1653.864	1417.318	85.7	--	--
Interphase 1-2	14.91	1694.580	1403.227	82.8	--	--
Interphase 2-3	19.69	2293.190	1402.664	61.2	--	--
Face intérieure	19.77	2303.421	1402.171	60.9	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Octobre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Novembre.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	9.50	1186.792	1068.112	90.0		
Face extérieure	9.93	1221.539	1068.112	87.4	--	--
Interphase 1-2	10.62	1279.585	1279.585	100.0	368.842	368.842
Interphase 2-3	19.44	2256.895	1344.964	59.6	--	--
Face intérieure	19.57	2275.513	1402.171	61.6	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Novembre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Décembre.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.70	980.898	892.617	91.0		
Face extérieure	7.24	1018.257	892.617	87.7	--	--
Interphase 1-2	8.12	1081.282	1081.282	100.0	1095.426	1464.267
Interphase 2-3	19.29	2235.957	1252.423	56.0	--	--
Face intérieure	19.46	2259.370	1402.171	62.1	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Décembre)

Évolution annuelle de la condensation accumulée.

Sont données ci-après les quantités totales d'eau condensée dans l'élément constructif pour chaque situation de calcul, ainsi que l'évolution de l'humidité accumulée au long de l'année.

Le premier mois de condensation dans l'une des interphases est novembre, bien que

Condensations

la quantité nette annuelle soit nulle, puisque l'évaporation est suffisante pendant les mois suivants.

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Évolution de la quantité d'eau condensée.												
g_c g/(m ² -mois)	1139.731	910.497	431.310	--	--	--	--	--	--	--	368.842	1095.426
g_{ev} g/(m ² -mois)	--	--	--	48.793	1232.999	2439.056	224.957	--	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	2603.998	3514.496	3945.806	3897.013	2664.014	224.957	--	--	--	--	368.842	1464.267

où:

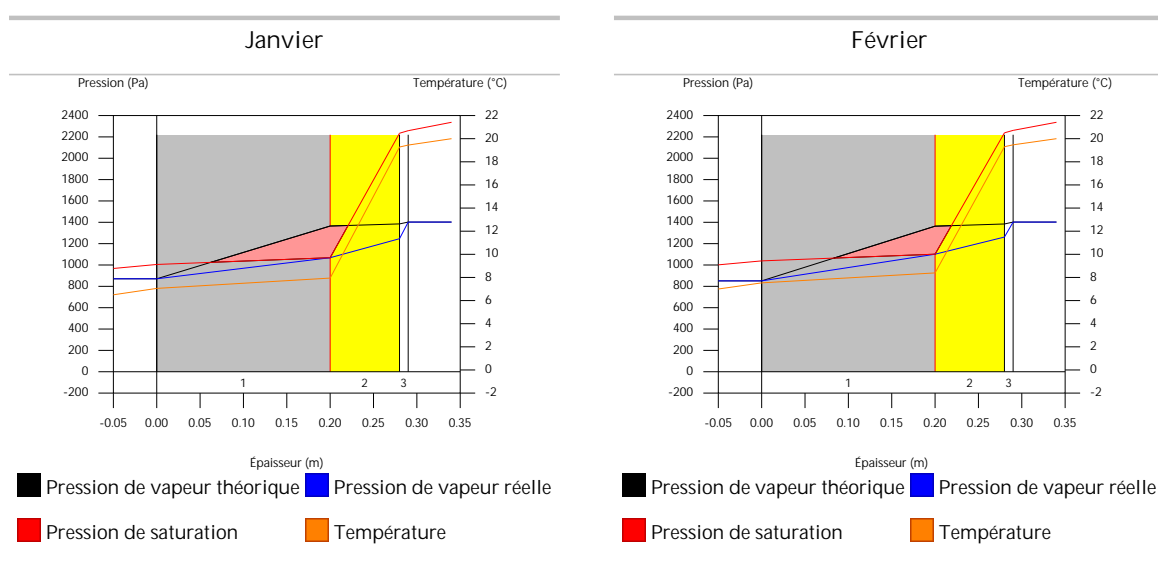
g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²-mois).

g_{ev} : Densité de flux d'évaporation, g/(m²-mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

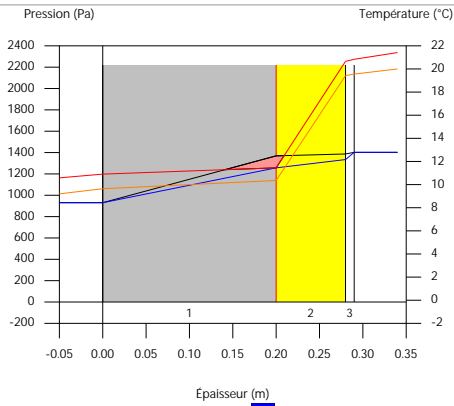
>> Représentation graphique (Condensation accumulée)

3.2.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues



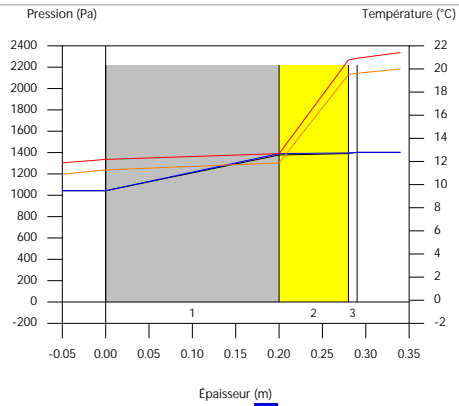
Condensations

Mars



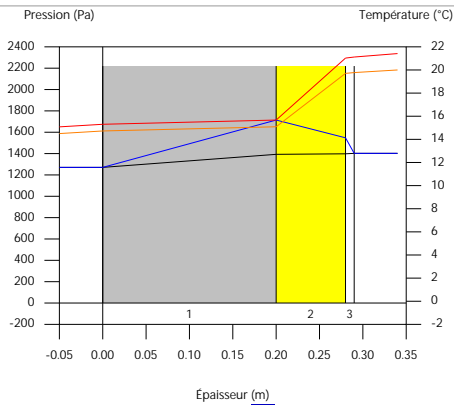
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Avril



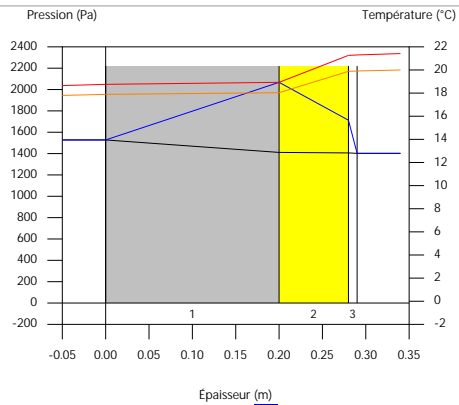
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Mai



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

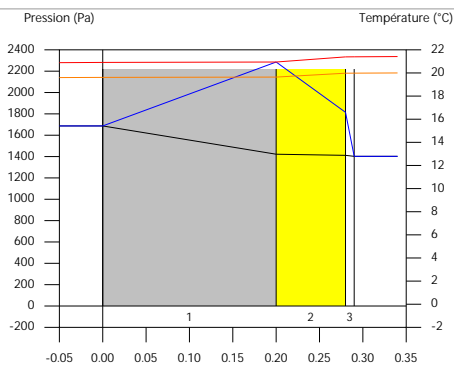
Juin



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

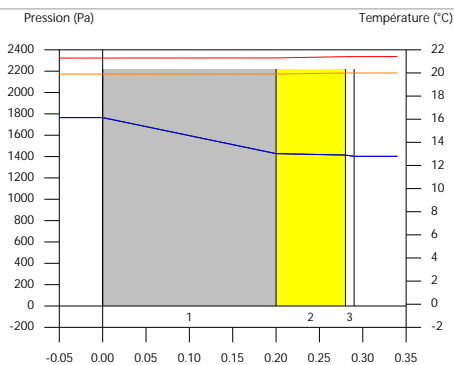
Condensations

Juillet



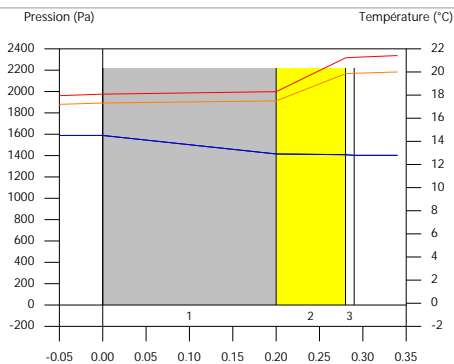
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Août



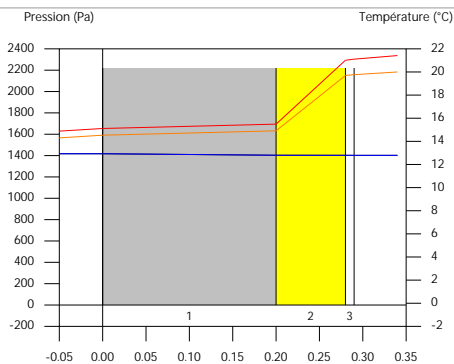
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Septembre



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

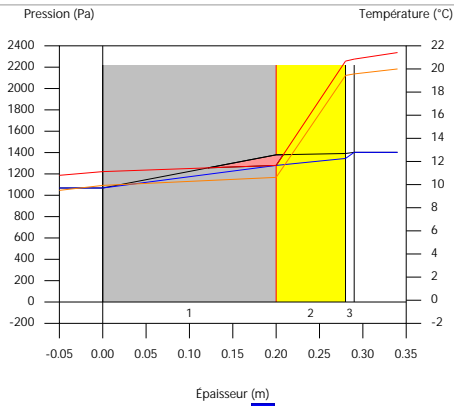
Octobre



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

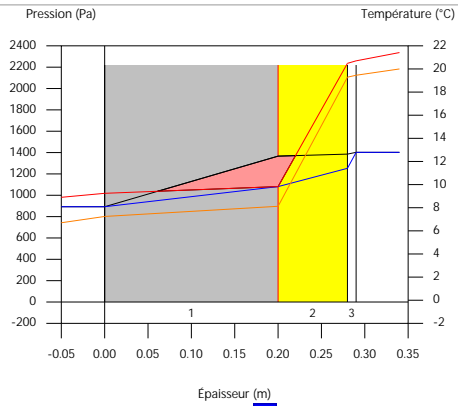
Condensations

Novembre



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

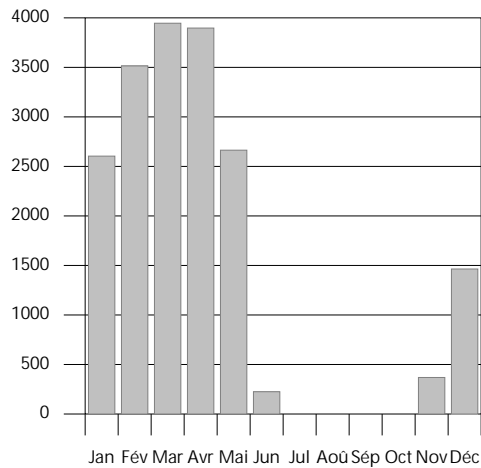
Décembre



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Condensation accumulée

Ma (g/m²-Mois)



Condensations

3.3. Dallage

3.3.1. Résultats du calcul des condensations

3.3.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.936 \quad f_{R_{si},min} = 0.755$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.257 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

$f_{R_{si},min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

3.3.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif ne présente pas de condensations interstitielles.

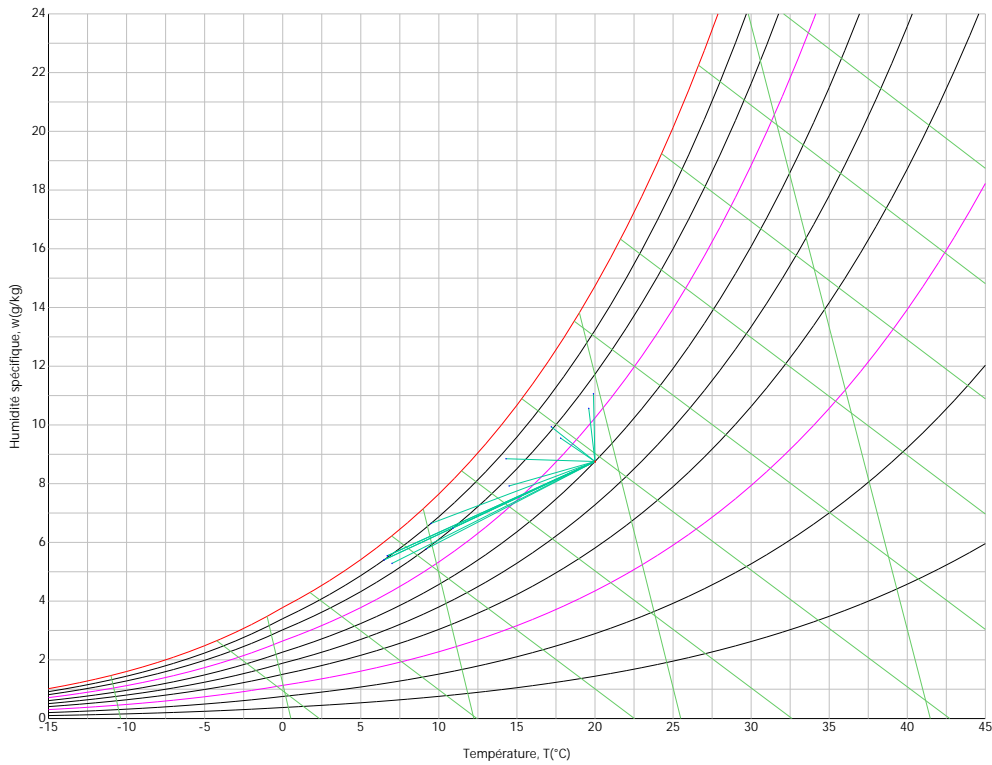
3.3.2. Conditions hygrothermiques de calcul

Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Conditions extérieures													
Température, θ_e	(°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, ϕ_e	(%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91
Conditions intérieures													
Température, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humidité relative, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

Condensations

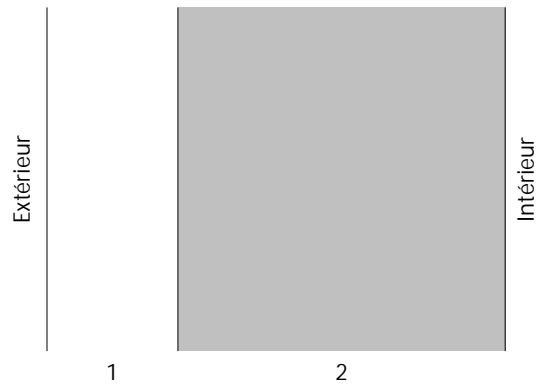
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.



3.3.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:

Condensations



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

	Dallage	e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R _{se}				0.00		
1	Isolé en sous face	8.0	0.022	3.63636	60	4.8
2	Dallage béton	20.0	2.500	0.08000	105	21
R _{si}				0.17		

où:

e: Épaisseur, cm.

l : Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).

R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.

m: Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.

S_d: Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.

R_{se}: Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, m²·K/W.

R_{si}: Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, m²·K/W.

Condensations

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e_T	cm	28.0
Résistance thermique totale, R_T	$m^2 \cdot K/W$	3.8864
Épaisseur d'air équivalente totale, $S_{a,T}$	m	25.80
Transmittance thermique, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.257
Facteur de résistance superficielle intérieure, $f_{R_{si}}$	--	0.936

où:

E_T : Épaisseur totale de l'élément, cm.

R_T : Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.

$S_{a,T}$: Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U: Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, $W/(m^2 \cdot K)$.

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.257 W/m^2 \cdot K$ et $R_{si} = 0.25 m^2 \cdot K/W$.

3.3.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{R_{si,min}}$ se fait comme suit:

Condensations

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Janvier	6.5	90.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.755
Février	7.0	85.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.745
Mars	9.2	80.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.693
Avril	10.9	80.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.636
Mai	14.5	77.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.398
Juin	17.8	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Juillet	19.6	74.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Août	19.9	76.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Septembre	17.2	81.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octobre	14.3	87.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.419
Novembre	9.5	90.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.685
Décembre	6.7	91.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.751

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

Condensations

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.936 > f_{Rsi,min} = 0.755$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

3.3.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Dallage	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	6.50	967.476	870.728	90.0	--	--
Interphase 1-2	19.13	2214.243	969.601	43.8	--	--
Face intérieure	19.41	2252.881	1402.171	62.2	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

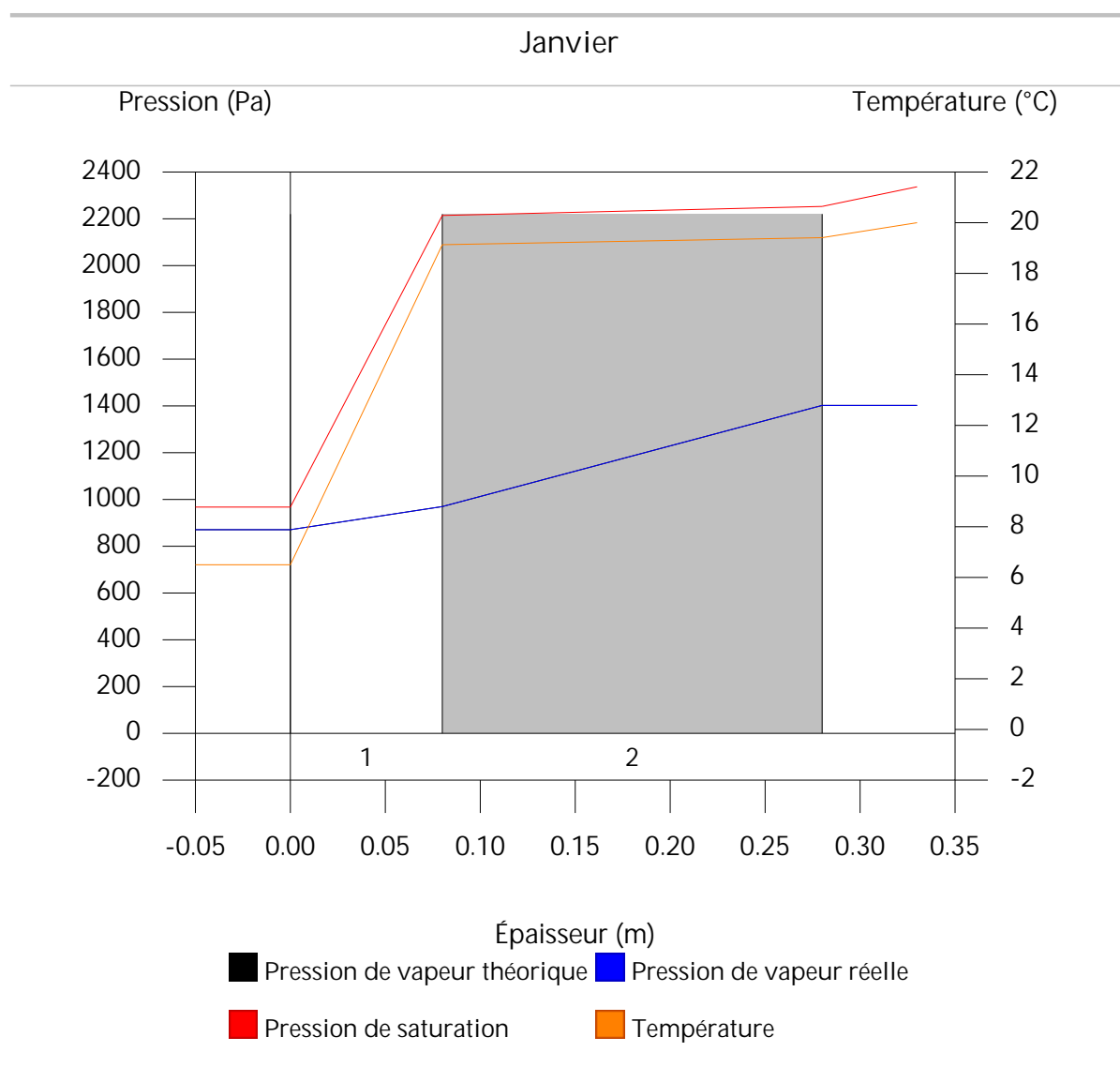
g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

Condensations

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m^2 .

>> Représentation graphique (Janvier)

3.3.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues



Condensations

4. SANITAIRES

4.1. Paroi ossature bois

4.1.1. Résultats du calcul des condensations

4.1.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.961 \quad f_{R_{si},min} = 0.755$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.155 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

$f_{R_{si},min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

4.1.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif présente des condensations interstitielles pendant les mois de: novembre, décembre, janvier, février. Néanmoins, la quantité de condensation accumulée pendant chaque période annuelle n'est pas supérieure à la quantité d'évaporation possible pendant la même période.

4.1.2. Conditions hygrothermiques de calcul

Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

Condensations

Jan Fév Mar Avr Mai Jun Jul Aoû Sép Oct Nov Déc

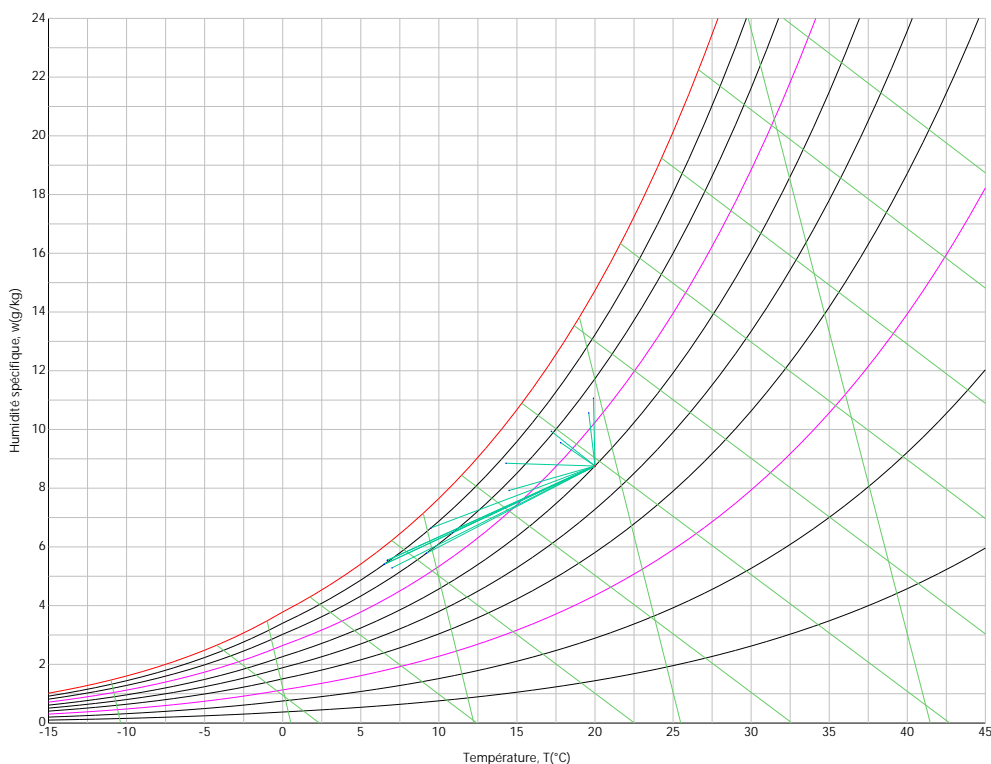
Conditions extérieures

Température, θ_e	(°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, ϕ_e	(%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91

Conditions intérieures

Température, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humidité relative, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

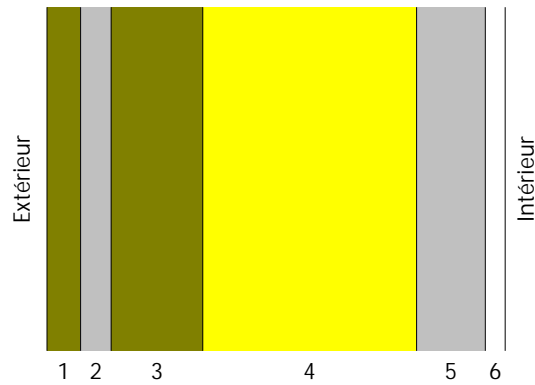
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.



Condensations

4.1.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
Paroi ossature bois						
R_{se}				0.04		
1	Résineux légers	2.2	0.130	0.16923	35	0.77
2	Lame d'air	2.0		0.04000		0.01
3	Fibres de bois	6.0	0.041	1.46341	5	0.3
4	Ouate de cellulose	14.0	0.032	4.37500	3	0.42
5	Lame d'air	4.5		0.18000		0.01
6	BA13	1.3	0.250	0.05200	7	0.091
R_{si}				0.13		

où:

Condensations

e: Épaisseur, cm.

l : Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).

R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.

m: Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.

S_d: Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.

R_{se}: Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, m²·K/W.

R_{si}: Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, m²·K/W.

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e _T	cm	30.0
Résistance thermique totale, R _T	m ² ·K/W	6.4496
Épaisseur d'air équivalente totale, S _{d,T}	m	1.60
Transmittance thermique, U	W/(m ² ·K)	0.155
Facteur de résistance superficielle intérieure, f _{Rsi}	--	0.961

où:

E_T: Épaisseur totale de l'élément, cm.

R_T: Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si}, m²·K/W.

S_{d,T}: Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U: Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, W/(m²·K).

f_{Rsi}: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme (1 - U·R_{si}), où U = 0.155 W/m²·K et R_{si} = 0.25 m²·K/W.

Condensations

4.1.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{R,si,min}$ se fait comme suit:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Janvier	6.5	90.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.755
Février	7.0	85.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.745
Mars	9.2	80.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.693
Avril	10.9	80.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.636
Mai	14.5	77.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.398
Juin	17.8	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Juillet	19.6	74.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Août	19.9	76.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Septembre	17.2	81.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octobre	14.3	87.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.419
Novembre	9.5	90.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.685
Décembre	6.7	91.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.751

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

Condensations

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.961 > f_{Rsi,min} = 0.755$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

4.1.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Condensations

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	6.58	973.075	870.728	89.5	--	--
Interphase 1-2	6.94	997.079	997.079	100.0	220.086	622.274
Interphase 2-3	7.02	1002.829	1002.829	100.0	--	--
Interphase 3-4	10.08	1234.301	1148.752	93.1	--	--
Interphase 4-5	19.24	2229.565	1353.043	60.7	--	--
Interphase 5-6	19.62	2282.409	1357.907	59.5	--	--
Face intérieure	19.73	2297.878	1402.171	61.0	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Janvier)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Février.

Condensations

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	7.00	1001.338	851.137	85.0		
Face extérieure	7.08	1006.894	851.137	84.5	--	--
Interphase 1-2	7.42	1030.706	1030.706	100.0	162.956	785.230
Interphase 2-3	7.50	1036.406	1036.406	100.0	--	--
Interphase 3-4	10.45	1264.983	1170.059	92.5	--	--
Interphase 4-5	19.27	2233.464	1357.174	60.8	--	--
Interphase 5-6	19.63	2284.409	1361.629	59.6	--	--
Face intérieure	19.74	2299.315	1402.171	61.0	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Février)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Mars.

Condensations

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	9.20	1163.050	930.440	80.0		
Face extérieure	9.27	1168.314	930.440	79.6	--	--
Interphase 1-2	9.55	1190.819	1190.819	100.0	-44.901	740.329
Interphase 2-3	9.62	1196.193	1193.362	99.8	--	--
Interphase 3-4	12.07	1408.091	1269.662	90.2	--	--
Interphase 4-5	19.39	2250.690	1376.483	61.2	--	--
Interphase 5-6	19.70	2293.228	1379.026	60.1	--	--
Face intérieure	19.78	2305.647	1402.171	60.8	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Mars)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Avril.

Condensations

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	10.90	1303.316	1042.653	80.0		
Face extérieure	10.96	1308.217	1042.653	79.7	--	--
Interphase 1-2	11.20	1329.132	1329.132	100.0	-147.308	593.021
Interphase 2-3	11.25	1334.119	1330.011	99.7	--	--
Interphase 3-4	13.32	1528.223	1356.379	88.8	--	--
Interphase 4-5	19.49	2264.081	1393.294	61.5	--	--
Interphase 5-6	19.74	2300.062	1394.172	60.6	--	--
Face intérieure	19.82	2310.550	1402.171	60.7	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Avril)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Mai.

Condensations

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	14.50	1650.313	1270.741	77.0		
Face extérieure	14.53	1653.955	1270.741	76.8	--	--
Interphase 1-2	14.68	1669.441	1669.441	100.0	-449.659	143.362
Interphase 2-3	14.71	1673.120	1666.225	99.6	--	--
Interphase 3-4	15.96	1812.696	1569.737	86.6	--	--
Interphase 4-5	19.69	2292.667	1434.655	62.6	--	--
Interphase 5-6	19.84	2314.594	1431.439	61.8	--	--
Face intérieure	19.89	2320.963	1402.171	60.4	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Mai)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Juin.

Condensations

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	17.80	2037.033	1527.775	75.0		
Face extérieure	17.81	2038.784	1527.775	74.9	--	--
Interphase 1-2	17.87	2046.206	2046.206	100.0	-143.362	--
Interphase 2-3	17.89	2047.964	2038.456	99.5	--	--
Interphase 3-4	18.38	2113.188	1805.952	85.5	--	--
Interphase 4-5	19.88	2319.149	1480.447	63.8	--	--
Interphase 5-6	19.94	2327.986	1472.697	63.3	--	--
Face intérieure	19.96	2330.544	1402.171	60.2	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Juin)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Juillet.

Condensations

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	19.60	2279.712	1686.987	74.0		
Face extérieure	19.60	2280.063	1686.987	74.0	--	--
Interphase 1-2	19.61	2281.549	1550.005	67.9	--	--
Interphase 2-3	19.62	2281.900	1548.226	67.8	--	--
Interphase 3-4	19.71	2294.790	1494.856	65.1	--	--
Interphase 4-5	19.98	2333.705	1420.138	60.9	--	--
Interphase 5-6	19.99	2335.319	1418.359	60.7	--	--
Face intérieure	19.99	2335.785	1402.171	60.0	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Juillet)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Août.

Condensations

Paroi ossature bois	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² ·mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	19.90	2322.525	1765.119	76.0		
Face extérieure	19.90	2322.614	1765.119	76.0	--	--
Interphase 1-2	19.90	2322.991	1590.559	68.5	--	--
Interphase 2-3	19.90	2323.081	1588.292	68.4	--	--
Interphase 3-4	19.93	2326.348	1520.282	65.4	--	--
Interphase 4-5	19.99	2336.139	1425.067	61.0	--	--
Interphase 5-6	20.00	2336.543	1422.800	60.9	--	--
Face intérieure	20.00	2336.660	1402.171	60.0	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Août)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Septembre.

Condensations

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	17.20	1961.329	1588.677	81.0		
Face extérieure	17.22	1963.485	1588.677	80.9	--	--
Interphase 1-2	17.29	1972.629	1498.977	76.0	--	--
Interphase 2-3	17.31	1974.796	1497.812	75.8	--	--
Interphase 3-4	17.94	2055.515	1462.864	71.2	--	--
Interphase 4-5	19.84	2314.314	1413.937	61.1	--	--
Interphase 5-6	19.92	2325.546	1412.772	60.8	--	--
Face intérieure	19.94	2328.800	1402.171	60.2	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Septembre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Octobre.

Condensations

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	14.30	1629.101	1417.318	87.0		
Face extérieure	14.34	1632.833	1417.318	86.8	--	--
Interphase 1-2	14.48	1648.704	1410.033	85.5	--	--
Interphase 2-3	14.52	1652.476	1409.938	85.3	--	--
Interphase 3-4	15.81	1795.754	1407.100	78.4	--	--
Interphase 4-5	19.68	2291.071	1403.126	61.2	--	--
Interphase 5-6	19.84	2313.785	1403.032	60.6	--	--
Face intérieure	19.89	2320.383	1402.171	60.4	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Octobre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Novembre.

Condensations

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	9.50	1186.792	1068.112	90.0		
Face extérieure	9.57	1192.001	1068.112	89.6	--	--
Interphase 1-2	9.84	1214.265	1214.265	100.0	177.155	177.155
Interphase 2-3	9.91	1219.580	1219.580	100.0	--	--
Interphase 3-4	12.29	1428.667	1286.300	90.0	--	--
Interphase 4-5	19.41	2253.048	1379.708	61.2	--	--
Interphase 5-6	19.70	2294.433	1381.932	60.2	--	--
Face intérieure	19.79	2306.511	1402.171	60.8	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Novembre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Décembre.

Condensations

Paroi ossature bois	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.70	980.898	892.617	91.0		
Face extérieure	6.78	986.481	892.617	90.5	--	--
Interphase 1-2	7.13	1010.412	1010.412	100.0	225.033	402.188
Interphase 2-3	7.21	1016.143	1016.143	100.0	--	--
Interphase 3-4	10.23	1246.495	1157.201	92.8	--	--
Interphase 4-5	19.25	2231.124	1354.681	60.7	--	--
Interphase 5-6	19.62	2283.209	1359.383	59.5	--	--
Face intérieure	19.73	2298.453	1402.171	61.0	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Décembre)

Évolution annuelle de la condensation accumulée.

Condensations

Sont données ci-après les quantités totales d'eau condensée dans l'élément constructif pour chaque situation de calcul, ainsi que l'évolution de l'humidité accumulée au long de l'année.

Le premier mois de condensation dans l'une des interphases est novembre, bien que la quantité nette annuelle soit nulle, puisque l'évaporation est suffisante pendant les mois suivants.

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Évolution de la quantité d'eau condensée.												
g_c g/(m ² .mois)	220.086	162.956	--	--	--	--	--	--	--	--	177.155	225.033
g_{ev} g/(m ² .mois)	--	--	44.901	147.308	449.659	143.362	--	--	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	622.274	785.230	740.329	593.021	143.362	--	--	--	--	--	177.155	402.188

où:

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

g_{ev} : Densité de flux d'évaporation, g/(m².mois).

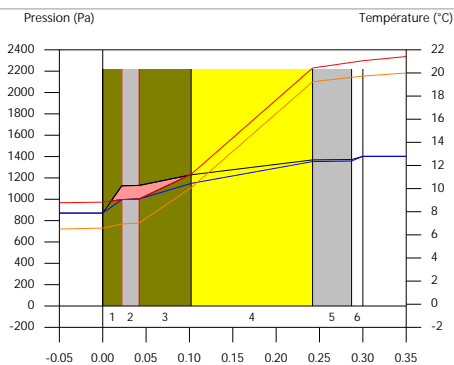
M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Condensation accumulée)

4.1.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues

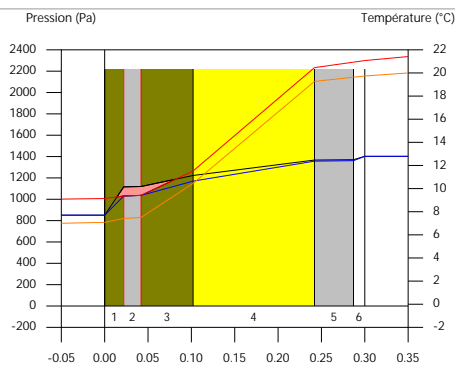
Condensations

Janvier



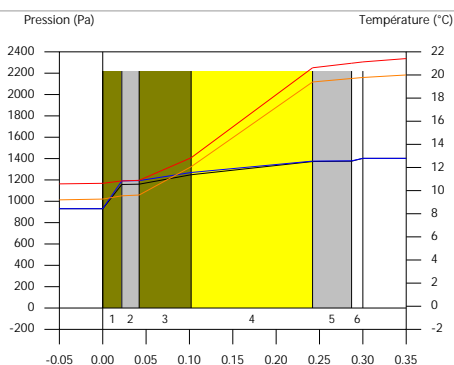
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Février



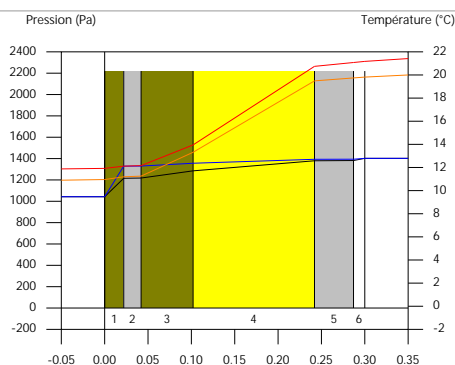
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Mars



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

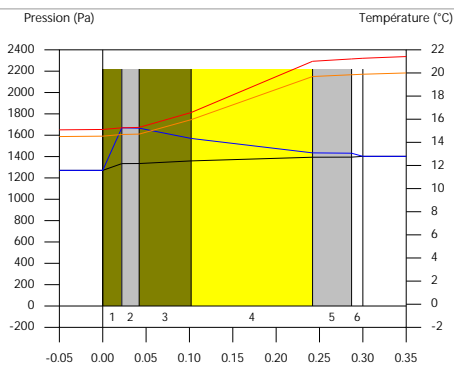
Avril



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

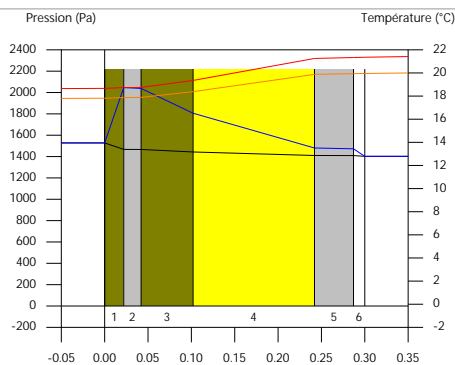
Condensations

Mai



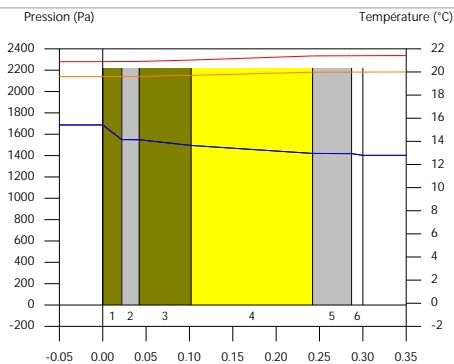
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Juin



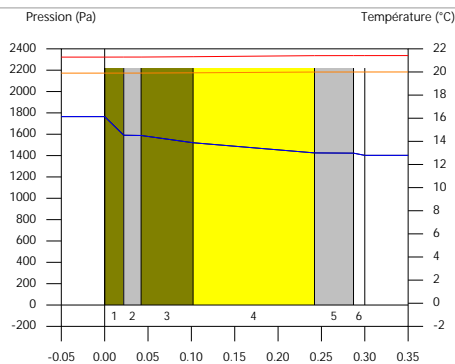
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Juillet



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

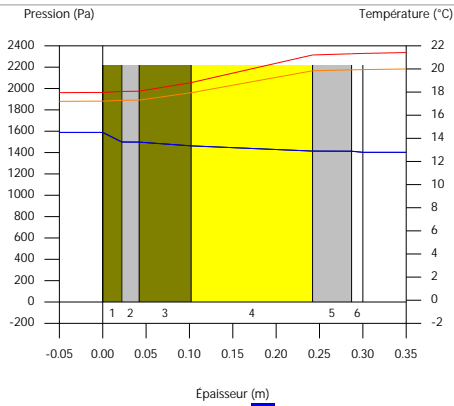
Août



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

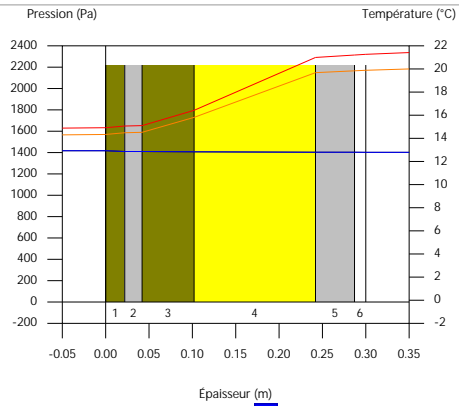
Condensations

Septembre



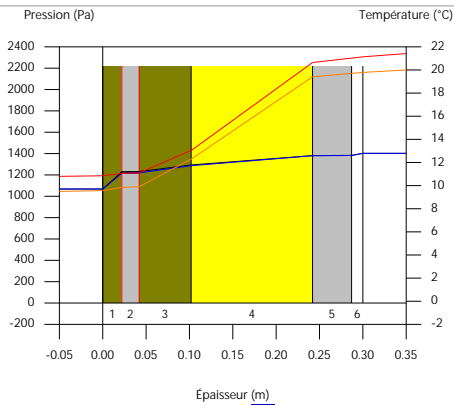
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Octobre



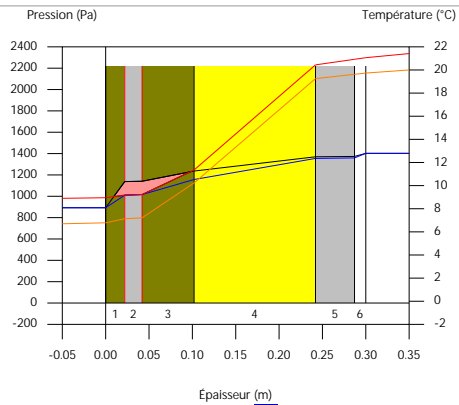
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Novembre



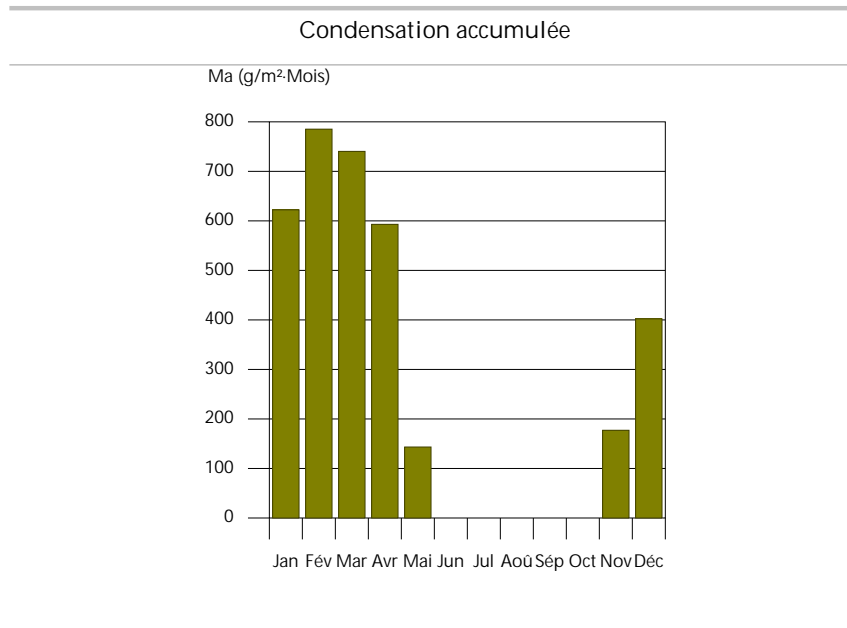
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Décembre



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Condensations



4.2. Paroi mitoyenne isolée

4.2.1. Résultats du calcul des condensations

4.2.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.921 \quad f_{R_{si},min} = 0.755$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.315 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{R_{si},min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Condensations

4.2.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif présente des condensations interstitielles pendant les mois de: novembre, décembre, janvier, février, mars. Néanmoins, la quantité de condensation accumulée pendant chaque période annuelle n'est pas supérieure à la quantité d'évaporation possible pendant la même période.

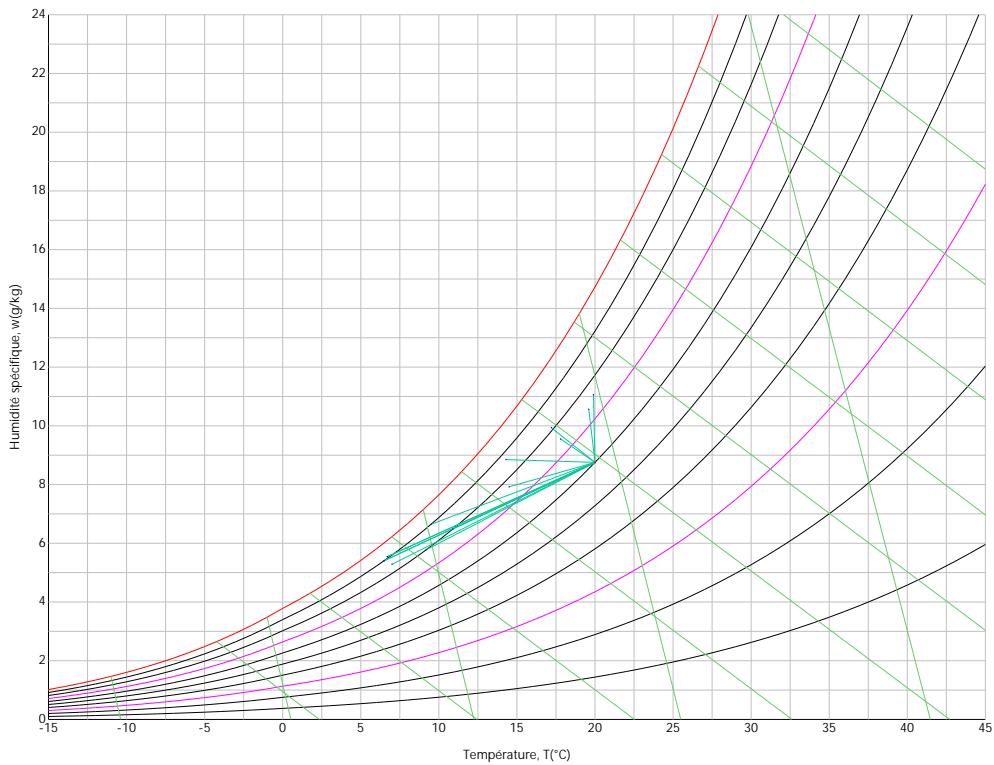
4.2.2. Conditions hygrothermiques de calcul

Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Conditions extérieures												
Température, θ_e (°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, ϕ_e (%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91
Conditions intérieures												
Température, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humidité relative, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

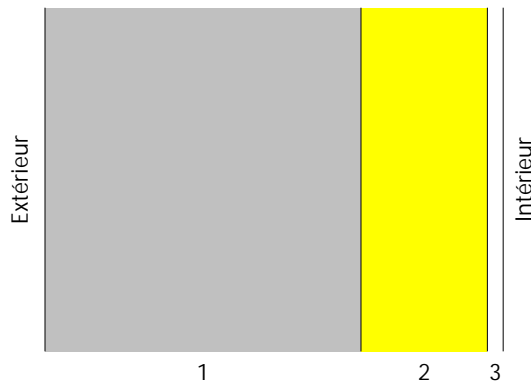
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.

Condensations



4.2.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

Condensations

Paroi mitoyenne isolée		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.13		
1	Bloc béton	20.0	0.952	0.21008	10	2
2	Laines de verre	8.0	0.030	2.66667	1	0.08
3	BA10	1.0	0.250	0.04000	7	0.07
R_{si}				0.13		

où:

e: Épaisseur, cm.

l : Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).

R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.

m: Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.

S_d: Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.

R_{se}: Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, m²·K/W.

R_{si}: Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, m²·K/W.

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e _T	cm	29.0
Résistance thermique totale, R _T	m ² ·K/W	3.1768
Épaisseur d'air équivalente totale, S _{d,T}	m	2.15
Transmittance thermique, U	W/(m ² ·K)	0.315
Facteur de résistance superficielle intérieure, f _{Rsi}	--	0.921

Condensations

où:

E_T : Épaisseur totale de l'élément, cm.

R_T : Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.

S_{at} : Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U : Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, $W/(m^2 \cdot K)$.

f_{Rsi} : Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.315 W/m^2 \cdot K$ et $R_{si} = 0.25 m^2 \cdot K/W$.

4.2.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{Rsi,min}$ se fait comme suit:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Janvier	6.5	90.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.755
Février	7.0	85.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.745
Mars	9.2	80.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.693
Avril	10.9	80.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.636
Mai	14.5	77.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.398
Juin	17.8	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Juillet	19.6	74.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000

Condensations

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Août	19.9	76.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Septembre	17.2	81.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octobre	14.3	87.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.419
Novembre	9.5	90.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.685
Décembre	6.7	91.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.751

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.921 > f_{Rsi,min} = 0.755$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

Condensations

4.2.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	7.05	1004.950	870.728	86.6	--	--
Interphase 1-2	7.95	1068.214	1068.214	100.0	1139.731	2603.998
Interphase 2-3	19.28	2234.468	1246.324	55.8	--	--
Face intérieure	19.45	2258.221	1402.171	62.1	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Janvier)

Condensations

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Février.

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	7.00	1001.338	851.137	85.0		
Face extérieure	7.53	1038.508	851.137	82.0	--	--
Interphase 1-2	8.39	1101.148	1101.148	100.0	910.497	3514.496
Interphase 2-3	19.30	2238.192	1261.693	56.4	--	--
Face intérieure	19.47	2261.095	1402.171	62.0	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Février)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Mars.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² .mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	9.20	1163.050	930.440	80.0		
Face extérieure	9.64	1198.174	930.440	77.7	--	--
Interphase 1-2	10.36	1256.911	1256.911	100.0	431.310	3945.806
Interphase 2-3	19.42	2254.644	1334.383	59.2	--	--
Face intérieure	19.56	2273.779	1402.171	61.7	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Mars)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Avril.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	10.90	1303.316	1042.653	80.0		
Face extérieure	11.27	1335.956	1042.653	78.0	--	--
Interphase 1-2	11.87	1390.221	1390.221	100.0	-48.793	3897.013
Interphase 2-3	19.51	2267.429	1396.594	61.6	--	--
Face intérieure	19.63	2283.622	1402.171	61.4	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Avril)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Mai.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² .mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	14.50	1650.313	1270.741	77.0		
Face extérieure	14.73	1674.474	1270.741	75.9	--	--
Interphase 1-2	15.09	1714.175	1714.175	100.0	-1232.999	2664.014
Interphase 2-3	19.71	2294.713	1547.773	67.4	--	--
Face intérieure	19.77	2304.591	1402.171	60.8	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Mai)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Juin.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	17.80	2037.033	1527.775	75.0		
Face extérieure	17.89	2048.610	1527.775	74.6	--	--
Interphase 1-2	18.04	2067.441	2067.441	100.0	-2439.056	224.957
Interphase 2-3	19.88	2319.975	1712.630	73.8	--	--
Face intérieure	19.91	2323.960	1402.171	60.3	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Juin)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Juillet.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	19.60	2279.712	1686.987	74.0		
Face extérieure	19.62	2282.030	1686.987	73.9	--	--
Interphase 1-2	19.64	2285.780	2285.780	100.0	-224.957	--
Interphase 2-3	19.98	2333.857	1814.522	77.7	--	--
Face intérieure	19.98	2334.584	1402.171	60.1	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Juillet)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Août.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² ·mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	19.90	2322.525	1765.119	76.0		
Face extérieure	19.90	2323.114	1765.119	76.0	--	--
Interphase 1-2	19.91	2324.065	1427.493	61.4	--	--
Interphase 2-3	19.99	2336.177	1413.988	60.5	--	--
Face intérieure	20.00	2336.359	1402.171	60.0	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Août)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Septembre.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	17.20	1961.329	1588.677	81.0		
Face extérieure	17.31	1975.593	1588.677	80.4	--	--
Interphase 1-2	17.50	1998.836	1415.183	70.8	--	--
Interphase 2-3	19.85	2315.364	1408.243	60.8	--	--
Face intérieure	19.89	2320.427	1402.171	60.4	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Septembre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Octobre.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² ·mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	14.30	1629.101	1417.318	87.0		
Face extérieure	14.53	1653.864	1417.318	85.7	--	--
Interphase 1-2	14.91	1694.580	1403.227	82.8	--	--
Interphase 2-3	19.69	2293.190	1402.664	61.2	--	--
Face intérieure	19.77	2303.421	1402.171	60.9	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Octobre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Novembre.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² .mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	9.50	1186.792	1068.112	90.0		
Face extérieure	9.93	1221.539	1068.112	87.4	--	--
Interphase 1-2	10.62	1279.585	1279.585	100.0	368.842	368.842
Interphase 2-3	19.44	2256.895	1344.964	59.6	--	--
Face intérieure	19.57	2275.513	1402.171	61.6	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Novembre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Décembre.

Condensations

Paroi mitoyenne isolée	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.70	980.898	892.617	91.0		
Face extérieure	7.24	1018.257	892.617	87.7	--	--
Interphase 1-2	8.12	1081.282	1081.282	100.0	1095.426	1464.267
Interphase 2-3	19.29	2235.957	1252.423	56.0	--	--
Face intérieure	19.46	2259.370	1402.171	62.1	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Décembre)

Évolution annuelle de la condensation accumulée.

Sont données ci-après les quantités totales d'eau condensée dans l'élément constructif pour chaque situation de calcul, ainsi que l'évolution de l'humidité accumulée au long de l'année.

Le premier mois de condensation dans l'une des interphases est novembre, bien que

Condensations

la quantité nette annuelle soit nulle, puisque l'évaporation est suffisante pendant les mois suivants.

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Évolution de la quantité d'eau condensée.												
g_c g/(m ² ·mois)	1139.731	910.497	431.310	--	--	--	--	--	--	--	368.842	1095.426
g_{ev} g/(m ² ·mois)	--	--	--	48.793	1232.999	2439.056	224.957	--	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	2603.998	3514.496	3945.806	3897.013	2664.014	224.957	--	--	--	--	368.842	1464.267

où:

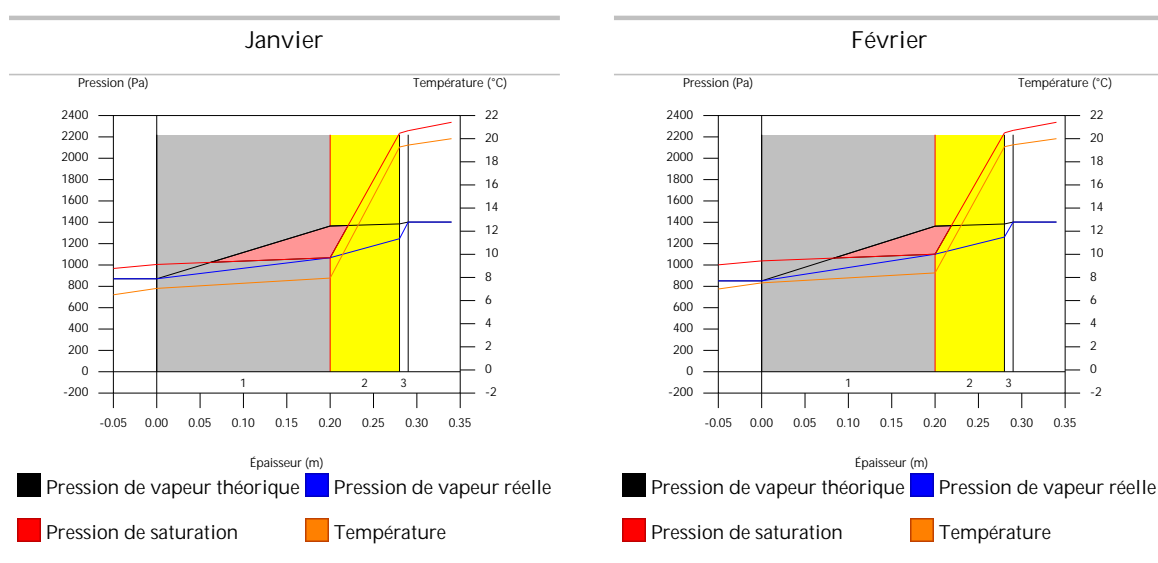
g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

g_{ev} : Densité de flux d'évaporation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

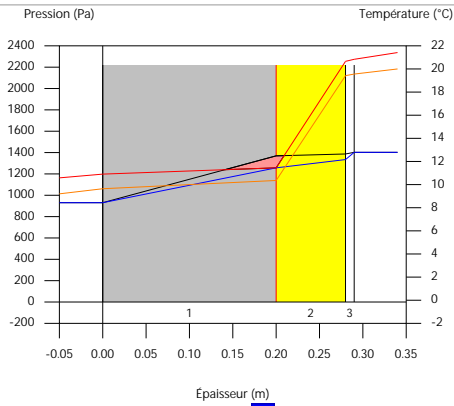
>> Représentation graphique (Condensation accumulée)

4.2.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues



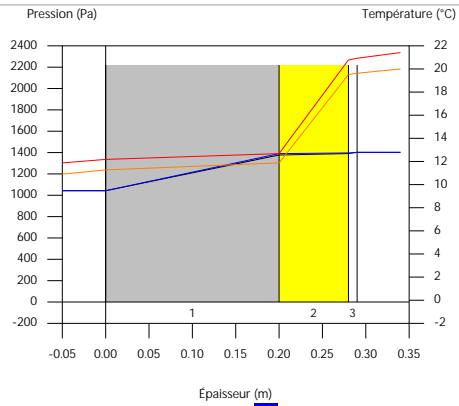
Condensations

Mars



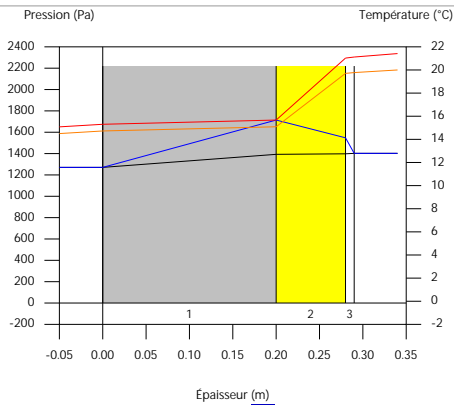
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Avril



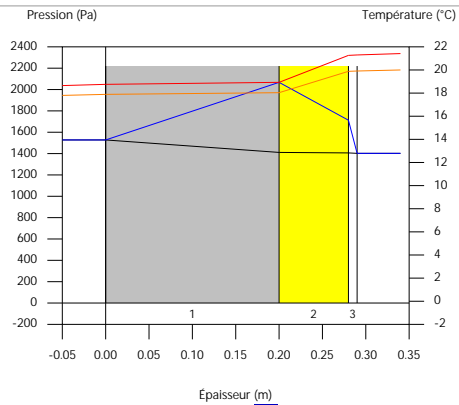
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Mai



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

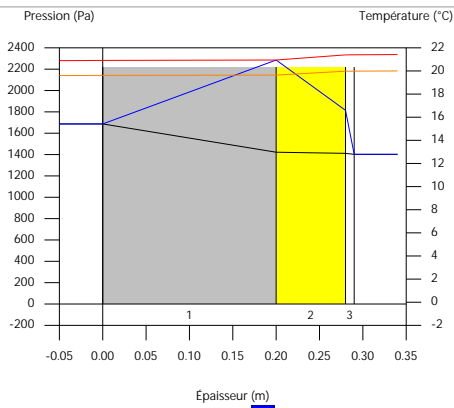
Juin



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

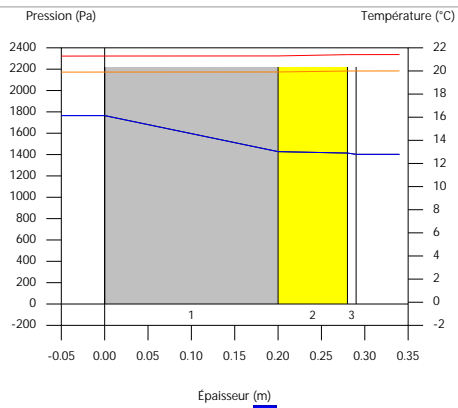
Condensations

Juillet



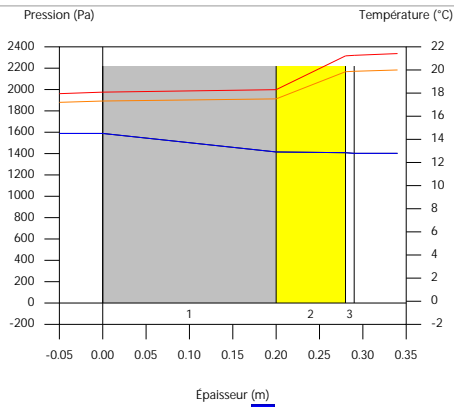
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Août



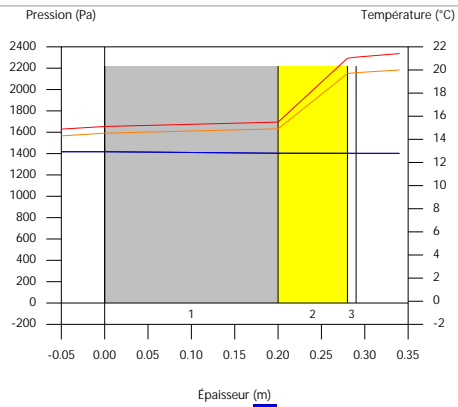
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Septembre



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

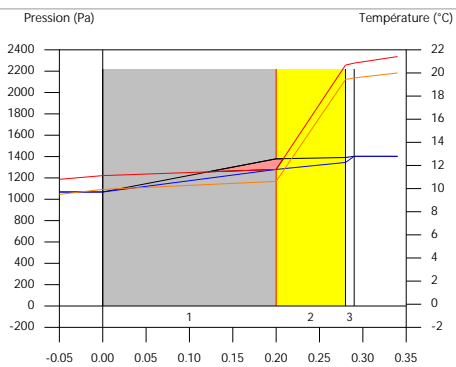
Octobre



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

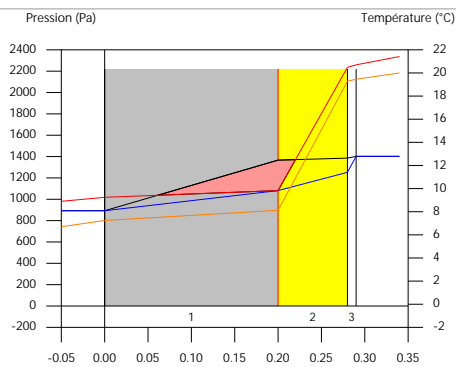
Condensations

Novembre



Pression de vapeur théorique
 Pression de vapeur réelle
 Pression de saturation
 Température

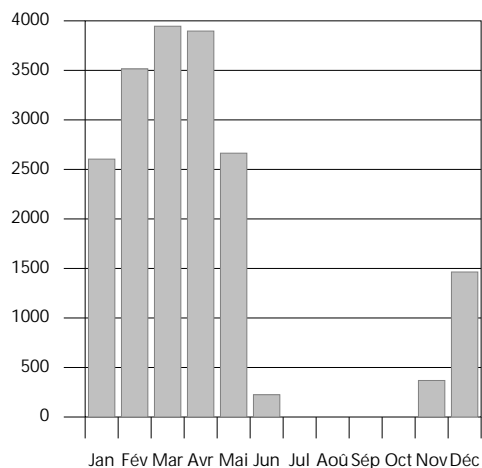
Décembre



Pression de vapeur théorique
 Pression de vapeur réelle
 Pression de saturation
 Température

Condensation accumulée

Ma (g/m²-Mois)



Condensations

4.3. Couverture

4.3.1. Résultats du calcul des condensations

4.3.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.975 \text{ } ^3 \text{ } f_{R_{si,min}} = 0.755$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.098 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{R_{si,min}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

4.3.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif présente des condensations interstitielles pendant les mois de: novembre, décembre, janvier, février, mars, avril, mai, juillet. Néanmoins, la quantité de condensation accumulée pendant chaque période annuelle n'est pas supérieure à la quantité d'évaporation possible pendant la même période.

4.3.2. Conditions hygrothermiques de calcul

Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Conditions extérieures													
Température, θ_e	(°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, ϕ_e	(%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91

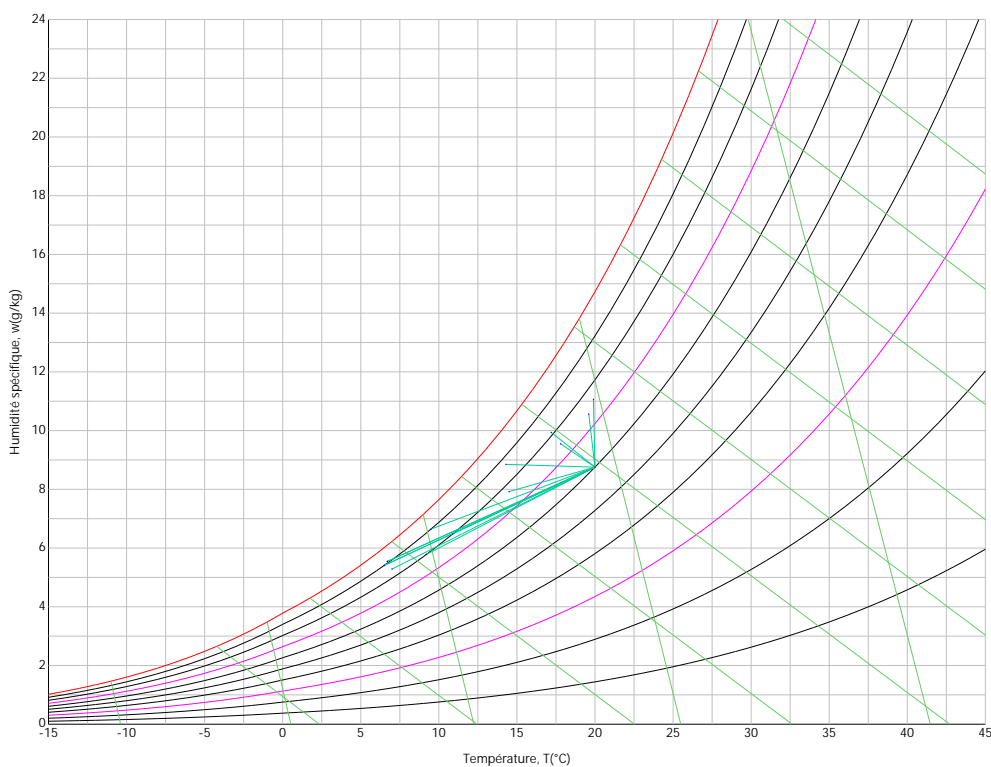
Condensations

Jan Fév Mar Avr Mai Jun Jul Aoû Sép Oct Nov Déc

Conditions intérieures

Température, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humidité relative, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

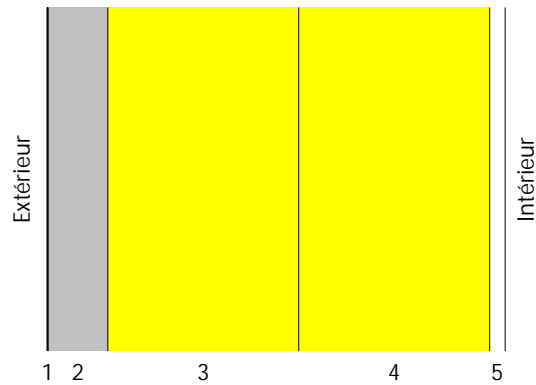
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.



4.3.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:

Condensations



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

	Couverture	e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.1	110.000	0.00001	1000000	1000
2	Lame d'air	5.0		0.00000		0.01
3	Laines de verre	16.0	0.032	5.00000	1	0.16
4	Laines de verre	16.0	0.032	5.00000	1	0.16
5	BA13	1.3	0.250	0.05200	7	0.091
R_{si}				0.10		

où:

e: Épaisseur, cm.

l: Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).

R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.

m: Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.

Condensations

S_d : Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.

R_{se} : Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, $m^2 \cdot K/W$.

R_{si} : Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, $m^2 \cdot K/W$.

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e_T	cm	38.4
Résistance thermique totale, R_T	$m^2 \cdot K/W$	10.1920
Épaisseur d'air équivalente totale, $S_{d,T}$	m	1000.42
Transmittance thermique, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.098
Facteur de résistance superficielle intérieure, f_{Rsi}	--	0.975

où:

E_T : Épaisseur totale de l'élément, cm.

R_T : Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.

$S_{d,T}$: Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U: Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, $W/(m^2 \cdot K)$.

f_{Rsi} : Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.098 \text{ W}/m^2 \cdot K$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot K/W$.

4.3.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Condensations

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{R,si,min}$ se fait comme suit:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Janvier	6.5	90.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.755
Février	7.0	85.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.745
Mars	9.2	80.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.693
Avril	10.9	80.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.636
Mai	14.5	77.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.398
Juin	17.8	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Juillet	19.6	74.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Août	19.9	76.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Septembre	17.2	81.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octobre	14.3	87.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.419
Novembre	9.5	90.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.685
Décembre	6.7	91.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.751

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

Condensations

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.975 > f_{Rsi,min} = 0.755$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

4.3.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	6.55	971.016	870.728	89.7	--	--
Interphase 1-2	6.55	971.016	971.016	100.0	--	--
Interphase 2-3	6.55	971.016	971.016	100.0	561.948	1373.921
Interphase 3-4	13.18	1514.261	1138.862	75.2	--	--
Interphase 4-5	19.80	2307.985	1306.708	56.6	--	--
Face intérieure	19.87	2317.859	1402.171	60.5	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

Condensations

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Janvier)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Février.

Couverture	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² .mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	7.00	1001.338	851.137	85.0		
Face extérieure	7.05	1004.851	851.137	84.7	--	--
Interphase 1-2	7.05	1004.852	1004.852	100.0	--	--
Interphase 2-3	7.05	1004.852	1004.852	100.0	467.734	1841.655
Interphase 3-4	13.43	1539.442	1159.526	75.3	--	--
Interphase 4-5	19.81	2309.052	1314.200	56.9	--	--
Face intérieure	19.87	2318.564	1402.171	60.5	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q : Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

Condensations

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Février)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Mars.

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	9.20	1163.050	930.440	80.0		
Face extérieure	9.24	1166.378	930.440	79.8	--	--
Interphase 1-2	9.24	1166.379	1166.379	100.0	--	--
Interphase 2-3	9.24	1166.379	1166.379	100.0	307.321	2148.975
Interphase 3-4	14.54	1654.656	1258.172	76.0	--	--
Interphase 4-5	19.84	2313.753	1349.964	58.3	--	--
Face intérieure	19.89	2321.667	1402.171	60.4	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Mars)

Condensations

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Avril.

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	10.90	1303.316	1042.653	80.0		
Face extérieure	10.94	1306.416	1042.653	79.8	--	--
Interphase 1-2	10.94	1306.416	1306.416	100.0	--	--
Interphase 2-3	10.94	1306.416	1306.416	100.0	120.776	2269.752
Interphase 3-4	15.40	1748.796	1343.693	76.8	--	--
Interphase 4-5	19.86	2317.391	1380.970	59.6	--	--
Face intérieure	19.91	2324.067	1402.171	60.3	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Avril)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Mai.

Condensations

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	14.50	1650.313	1270.741	77.0		
Face extérieure	14.52	1652.617	1270.741	76.9	--	--
Interphase 1-2	14.52	1652.617	1402.115	84.8	0.134	0.134
Interphase 2-3	14.52	1652.617	1652.617	100.0	-326.626	1943.125
Interphase 3-4	17.22	1963.785	1555.120	79.2	--	--
Interphase 4-5	19.92	2325.112	1457.622	62.7	--	--
Face intérieure	19.95	2329.156	1402.171	60.2	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Mai)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Juin.

Condensations

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	17.80	2037.033	1527.775	75.0		
Face extérieure	17.81	2038.141	1527.775	75.0	--	--
Interphase 1-2	17.81	2038.141	2038.141	100.0	-0.134	--
Interphase 2-3	17.81	2038.141	2038.141	100.0	-802.158	1140.967
Interphase 3-4	18.89	2180.842	1790.561	82.1	--	--
Interphase 4-5	19.97	2332.209	1542.982	66.2	--	--
Face intérieure	19.98	2333.831	1402.171	60.1	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m²·mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Juin)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Juillet.

Condensations

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	19.60	2279.712	1686.987	74.0		
Face extérieure	19.60	2279.934	1686.987	74.0	--	--
Interphase 1-2	19.60	2279.934	1402.291	61.5	0.470	0.470
Interphase 2-3	19.60	2279.934	2279.934	100.0	-1140.967	--
Interphase 3-4	19.80	2307.862	1938.226	84.0	--	--
Interphase 4-5	19.99	2336.088	1596.517	68.3	--	--
Face intérieure	20.00	2336.383	1402.171	60.0	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Juillet)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Août.

Condensations

Couverture	t (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² .mois))	M_a (g/m ²)
Air extérieur	19.90	2322.525	1765.119	76.0		
Face extérieure	19.90	2322.581	1765.119	76.0	--	--
Interphase 1-2	19.90	2322.581	2322.581	100.0	-0.470	--
Interphase 2-3	19.90	2322.581	2300.719	99.1	--	--
Interphase 3-4	19.95	2329.649	1950.919	83.7	--	--
Interphase 4-5	20.00	2336.735	1601.119	68.5	--	--
Face intérieure	20.00	2336.809	1402.171	60.0	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

t : Température, °C.

P_{sat} : Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n : Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Août)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Septembre.

Condensations

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	17.20	1961.329	1588.677	81.0		
Face extérieure	17.21	1962.693	1588.677	80.9	--	--
Interphase 1-2	17.21	1962.694	1402.249	71.4	--	--
Interphase 2-3	17.21	1962.694	1402.247	71.4	--	--
Interphase 3-4	18.58	2139.883	1402.217	65.5	--	--
Interphase 4-5	19.96	2330.917	1402.188	60.2	--	--
Face intérieure	19.97	2332.980	1402.171	60.1	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Septembre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Octobre.

Condensations

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	14.30	1629.101	1417.318	87.0		
Face extérieure	14.32	1631.461	1417.318	86.9	--	--
Interphase 1-2	14.32	1631.462	1402.177	85.9	--	--
Interphase 2-3	14.32	1631.462	1402.177	85.9	--	--
Interphase 3-4	17.12	1951.261	1402.174	71.9	--	--
Interphase 4-5	19.91	2324.683	1402.172	60.3	--	--
Face intérieure	19.94	2328.873	1402.171	60.2	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Octobre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Novembre.

Condensations

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	9.50	1186.792	1068.112	90.0		
Face extérieure	9.54	1190.086	1068.112	89.8	--	--
Interphase 1-2	9.54	1190.087	1190.087	100.0	--	--
Interphase 2-3	9.54	1190.087	1190.087	100.0	267.504	267.504
Interphase 3-4	14.69	1670.938	1272.650	76.2	--	--
Interphase 4-5	19.84	2314.395	1355.213	58.6	--	--
Face intérieure	19.90	2322.090	1402.171	60.4	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Novembre)

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Décembre.

Condensations

Couverture	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.70	980.898	892.617	91.0		
Face extérieure	6.75	984.427	892.617	90.7	--	--
Interphase 1-2	6.75	984.428	984.428	100.0	--	--
Interphase 2-3	6.75	984.428	984.428	100.0	544.468	811.972
Interphase 3-4	13.28	1524.290	1147.053	75.3	--	--
Interphase 4-5	19.80	2308.412	1309.678	56.7	--	--
Face intérieure	19.87	2318.141	1402.171	60.5	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Décembre)

Évolution annuelle de la condensation accumulée.

Condensations

Sont données ci-après les quantités totales d'eau condensée dans l'élément constructif pour chaque situation de calcul, ainsi que l'évolution de l'humidité accumulée au long de l'année.

Le premier mois de condensation dans l'une des interphases est novembre, bien que la quantité nette annuelle soit nulle, puisque l'évaporation est suffisante pendant les mois suivants.

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc
Évolution de la quantité d'eau condensée.												
g_c g/(m ² .mois)	561.948	467.734	307.321	120.776	0.134	--	0.470	--	--	--	267.504	544.468
g_{ev} g/(m ² .mois)	--	--	--	--	326.626	802.293	1140.967	0.470	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	1373.921	1841.655	2148.975	2269.752	1943.260	1140.967	0.470	--	--	--	267.504	811.972

où:

g_c : Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

g_{ev} : Densité de flux d'évaporation, g/(m².mois).

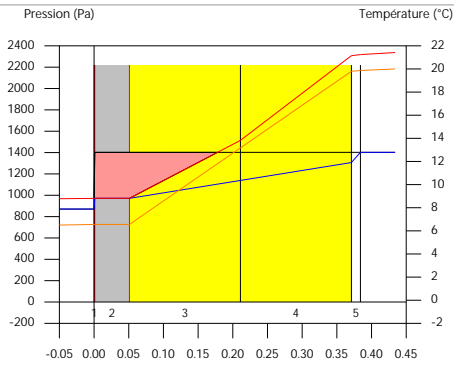
M_a : Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Condensation accumulée)

4.3.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues

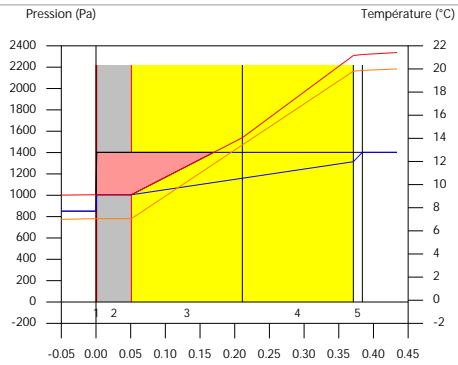
Condensations

Janvier



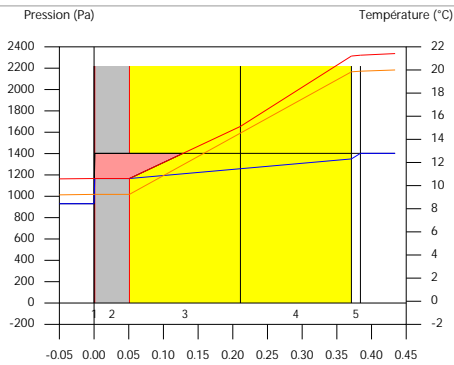
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Février



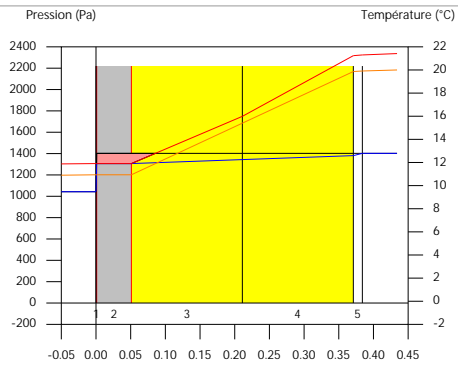
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Mars



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

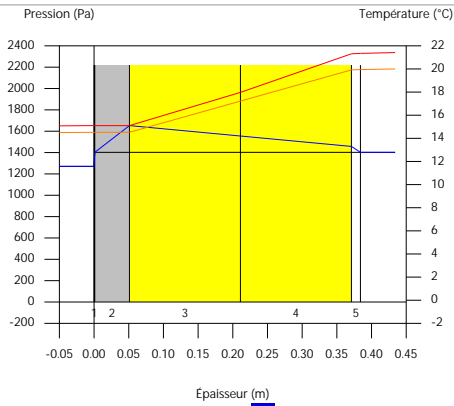
Avril



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

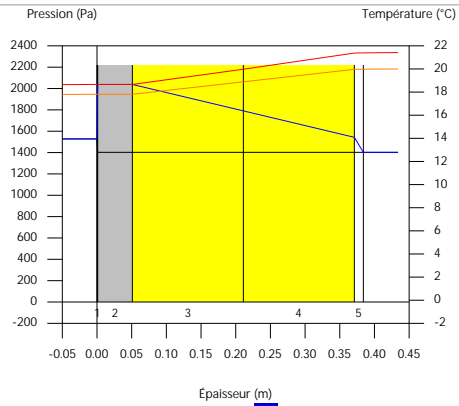
Condensations

Mai



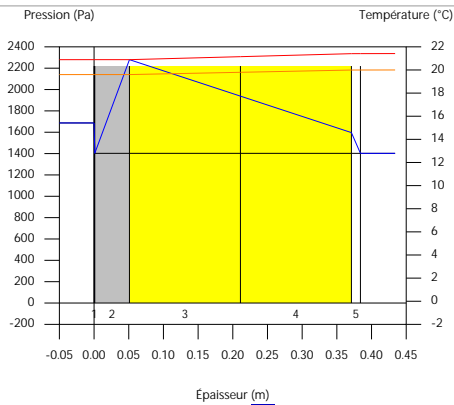
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Juin



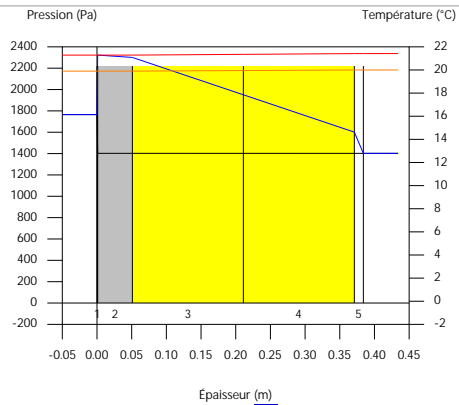
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Juillet



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

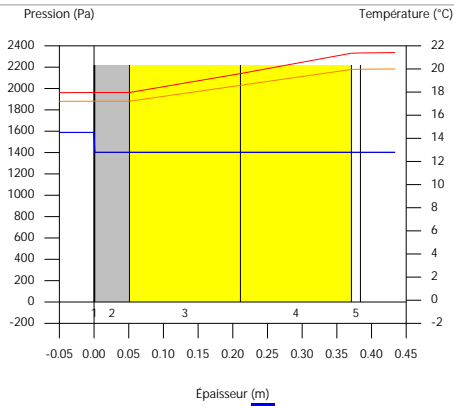
Août



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

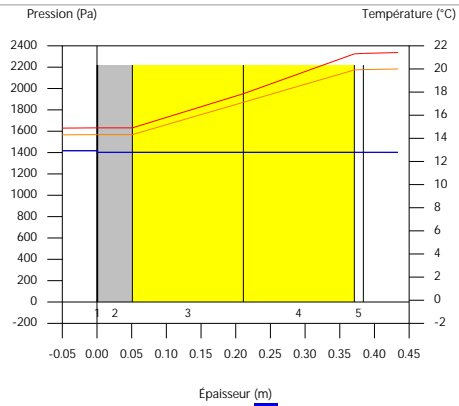
Condensations

Septembre



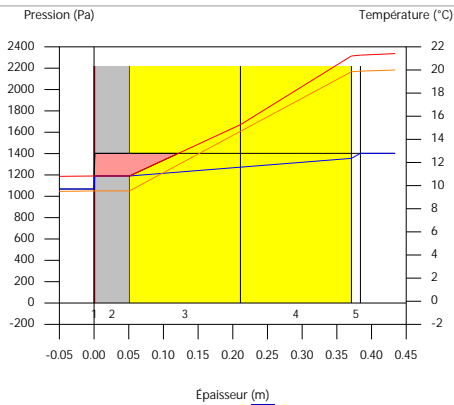
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Octobre



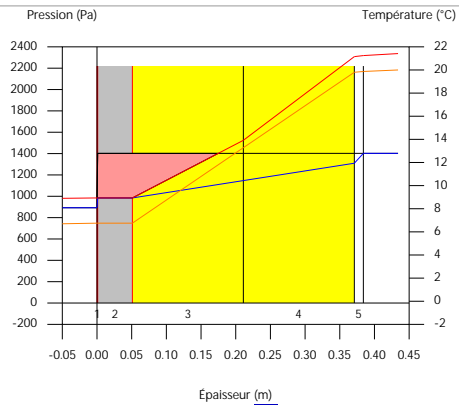
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Novembre



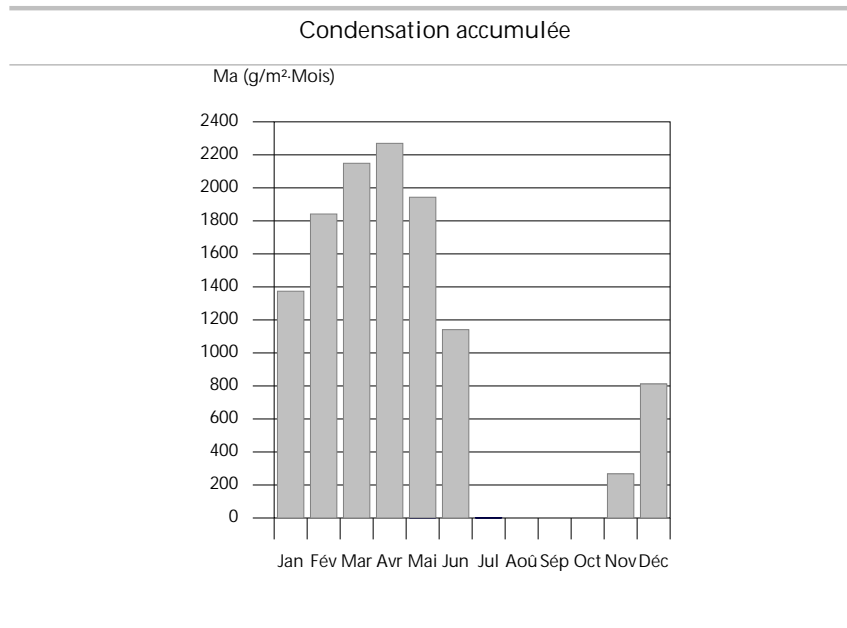
■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Décembre



■ Pression de vapeur théorique ■ Pression de vapeur réelle
 ■ Pression de saturation ■ Température

Condensations



4.4. Dallage

4.4.1. Résultats du calcul des condensations

4.4.1.1. Condensation superficielle

$$f_{R_{si}} = 0.936 \quad f_{R_{si},min} = 0.755$$

L'élément constructif ne présente pas de condensations superficielles.

où:

$f_{R_{si}}$: Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.257 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

$f_{R_{si},min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimum, nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique, calculé en considérant une valeur de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

4.4.1.2. Condensation interstitielle

L'élément constructif ne présente pas de condensations interstitielles.

Condensations

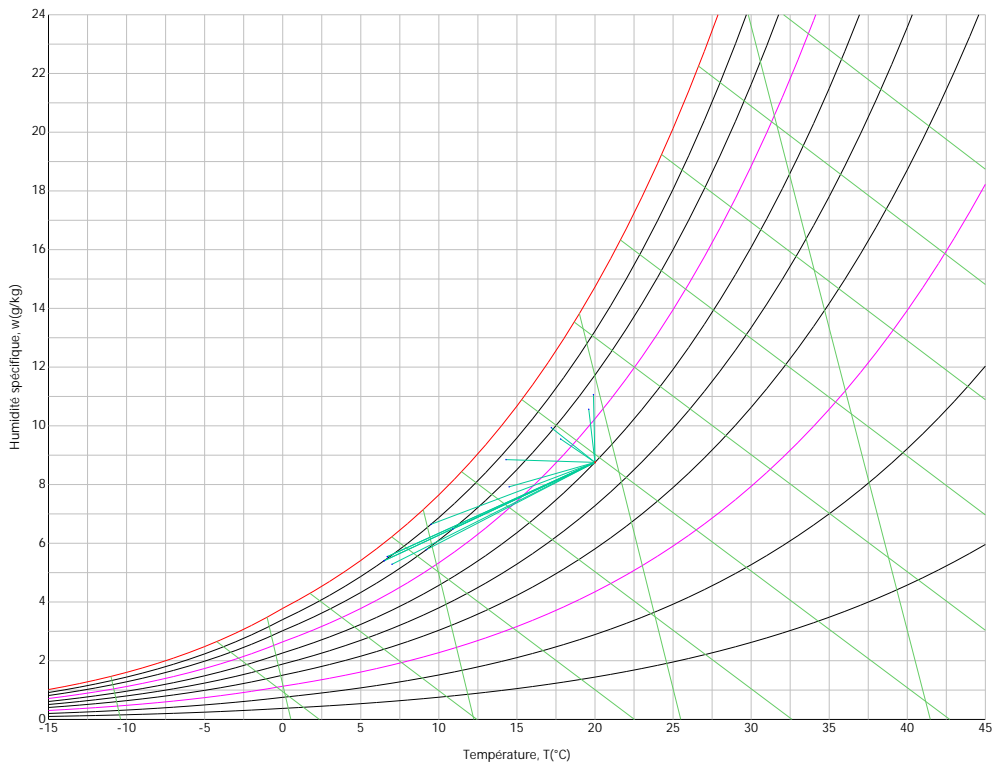
4.4.2. Conditions hygrothermiques de calcul

Les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures utilisées pour réaliser le calcul des condensations sont les suivantes:

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc	
Conditions extérieures													
Température, θ_e	(°C)	6.5	7.0	9.2	10.9	14.5	17.8	19.6	19.9	17.2	14.3	9.5	6.7
Humidité relative, ϕ_e	(%)	90	85	80	80	77	75	74	76	81	87	90	91
Conditions intérieures													
Température, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humidité relative, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

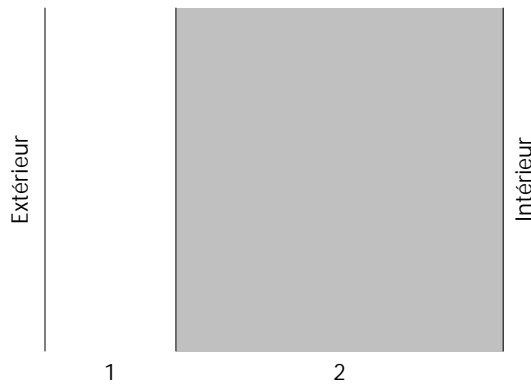
Le diagramme psychrométrique associé à l'emplacement, avec une hauteur au-dessus du niveau de la mer de 19 m, est affiché ci-après, et représente à l'aide de segments de droites les transitions de chaque condition extérieure de calcul vers sa condition intérieure correspondante.

Condensations



4.4.3. Description de l'élément constructif

Le schéma de la composition de l'élément constructif, en section, est le suivant:



Les caractéristiques thermiques et les propriétés de diffusion de la vapeur d'eau des couches homogènes à faces parallèles qui constituent le modèle de calcul de l'élément constructif sont les suivantes:

Condensations

	Dallage	e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R _{se}				0.00		
1	Isolé en sous face	8.0	0.022	3.63636	60	4.8
2	Dallage béton	20.0	2.500	0.08000	105	21
R _{si}				0.17		

où:

e: Épaisseur, cm.

l : Conductivité thermique du matériau, W/(m·K).

R: Résistance thermique du matériau, m²·K/W.

m: Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau du matériau.

S_d: Épaisseur d'air équivalente face à la diffusion de la vapeur d'eau, m.

R_{se}: Résistance thermique superficielle extérieure de l'élément, m²·K/W.

R_{si}: Résistance thermique superficielle intérieure de l'élément, m²·K/W.

Les informations de calcul relatives aux paramètres hygrométriques de l'élément complet, dérivées du modèle des couches homogènes, sont les suivantes:

Grandeur	U.	Valeur
Épaisseur totale de l'élément, e _T	cm	28.0
Résistance thermique totale, R _T	m ² ·K/W	3.8864
Épaisseur d'air équivalente totale, S _{d,T}	m	25.80
Transmittance thermique, U	W/(m ² ·K)	0.257
Facteur de résistance superficielle intérieure, f _{Rsi}	--	0.936

où:

E_T: Épaisseur totale de l'élément, cm.

Condensations

R_T : Résistance thermique totale de l'élément, somme de la résistance thermique de chaque couche, y compris les résistances superficielles R_{se} et R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.

S_{at} : Épaisseur d'air équivalente totale, somme de l'épaisseur équivalente de chaque couche de l'élément, m.

U : Transmittance thermique de l'élément, calculée comme étant l'inverse de la résistance thermique totale, $W/(m^2 \cdot K)$.

f_{Rsi} : Facteur de résistance superficielle intérieure, calculé comme $(1 - U \cdot R_{si})$, où $U = 0.257 W/m^2 \cdot K$ et $R_{si} = 0.25 m^2 \cdot K/W$.

4.4.4. Calcul du facteur de température superficielle intérieure nécessaire pour éviter l'humidité superficielle critique

Afin de prévenir les effets néfastes de l'humidité superficielle critique, l'humidité relative maximale sur la surface intérieure est limitée à $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Étant donné les conditions hygrothermiques extérieures et intérieures, le calcul de $f_{Rsi, min}$ se fait comme suit:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si, min}$ (°C)	$f_{Rsi, min}$
Janvier	6.5	90.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.755
Février	7.0	85.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.745
Mars	9.2	80.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.693
Avril	10.9	80.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.636
Mai	14.5	77.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.398
Juin	17.8	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Juillet	19.6	74.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Août	19.9	76.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000

Condensations

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Septembre	17.2	81.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octobre	14.3	87.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.419
Novembre	9.5	90.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.685
Décembre	6.7	91.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.751

où:

q_e : Température de l'air extérieur, °C.

j_e : Humidité relative de l'air extérieur, %.

q_i : Température de l'air intérieur, °C.

j_i : Humidité relative de l'air intérieur, augmentée d'un coefficient de sécurité 5%, %.

P_i : Pression de vapeur dans l'environnement intérieur, Pa.

$P_{sat}(q_{si})$: Pression de saturation de la vapeur d'eau minimale acceptable pour la surface intérieure, Pa.

$q_{si,min}$: Température superficielle intérieure minimale acceptable, calculée sur la base de la pression de saturation minimale acceptable, °C.

$f_{Rsi,min}$: Facteur de résistance superficielle intérieure minimale.

Étant donné que $f_{Rsi} = 0.936 > f_{Rsi,min} = 0.755$, il ne se produit pas de condensations superficielles dans l'élément constructif.

4.4.5. Calcul des condensations interstitielles

Sont donnés ci-après les résultats obtenus dans le calcul des températures et des pressions pour chacune des interphases formées dans la liaison entre les couches homogènes constituant le modèle de calcul de l'élément constructif.

Condensations

Calcul des condensations interstitielles pendant le mois de Janvier.

Dallage	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mois))	M _a (g/m ²)
Air extérieur	6.50	967.476	870.728	90.0		
Face extérieure	6.50	967.476	870.728	90.0	--	--
Interphase 1-2	19.13	2214.243	969.601	43.8	--	--
Face intérieure	19.41	2252.881	1402.171	62.2	--	--
Air intérieur	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

où:

q: Température, °C.

P_{sat}: Pression de saturation de la vapeur d'eau, Pa.

P_n: Pression de la vapeur d'eau, Pa.

j : Humidité relative, %.

g_c: Densité de flux de condensation, g/(m².mois).

M_a: Contenu accumulé d'humidité par unité de surface, g/m².

>> Représentation graphique (Janvier)

Condensations

4.4.6. Représentation graphique des condensations interstitielles prévues

