

BILAN THERMIQUE : la table des matières

1. Schéma général des 3 chambres et description de leurs utilisations

- 1.1. Schéma général
- 1.2. Résumé de l'utilisation des 3 chambres
- 1.3. Résumé des données chiffrées paramétrables du problème
- 1.4. Correction des différents λ annoncés par le fabricant
 - 1.4.1. Données techniques du fabricant, calculées et annoncées dans le Pohlmann
 - 1.4.2. Variations de λ et de K dues au vieillissement de l'isolant
 - 1.4.3. Correction totale apportée à chaque λ

2. Transfert à travers les parois:

2.1. Mesures des surfaces de déperdition de chacune des parois

2.2. Chambre A : Conservation des Grands Crus (longue durée)

- 2.2.1. Les parois verticales entre la salle A et l'extérieur : soit $A_1 + A_2 + A_3 + A_4$
- 2.2.2. Les parois verticales entre la salle A et B : soit $AB_1 + AB_2 + \text{Porte AB}$
 - 2.2.2.1. Les parois sans la porte
 - 2.2.2.2. La porte AB
 - 2.2.2.3. Total
- 2.2.3. La paroi verticale entre la salle A et C : soit $AC_1 + \text{Porte AC}$
 - 2.2.3.1. La paroi sans la porte
 - 2.2.3.2. La porte AC
 - 2.2.3.3. Total
- 2.2.4. Plafond de la salle A:
- 2.2.5. Sol de la salle A:
- 2.2.6. Total des transferts à travers les parois concernant la salle A:

2.3. Chambre B : Vins rouges à boire

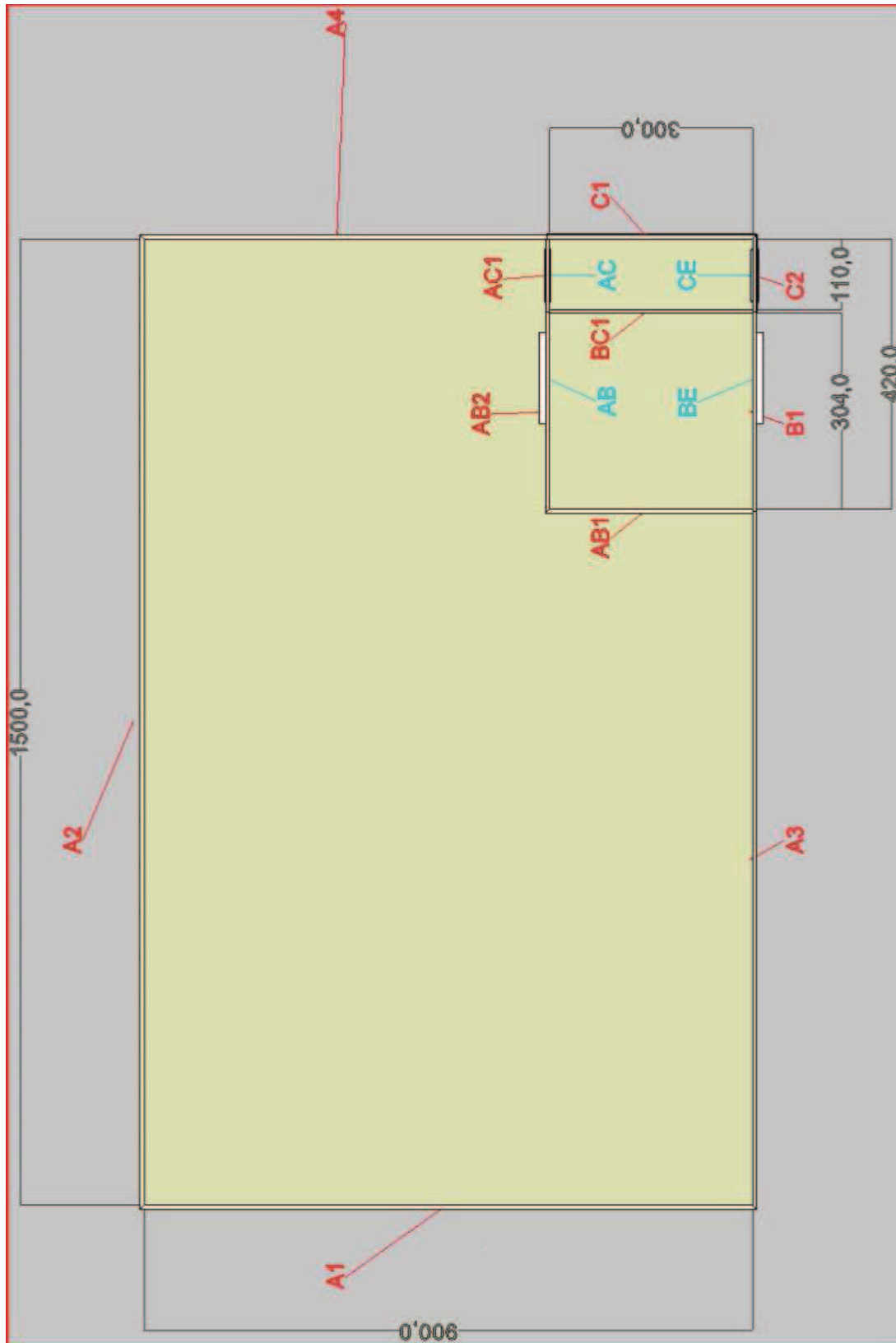
- 2.3.1. Les parois verticales entre la salle B et l'extérieur : soit $B_1 + \text{Porte BE}$
 - 2.3.1.1. La paroi sans la porte
 - 2.3.1.2. La porte BE
 - 2.3.1.3. Total
- 2.3.2. La paroi verticale entre la salle B et C : soit BC_1
- 2.3.3. Les parois verticales entre la salle B et A : soit $AB_1 + AB_2 + \text{Porte AB}$
 - 2.3.3.1. La paroi sans la porte
 - 2.3.3.2. La porte AB
 - 2.3.3.3. Total
- 2.3.4. Plafond de la salle B :
- 2.3.5. Sol de la salle B:
- 2.3.6. Total des transferts à travers les parois de la salle B:

<u>2.4. Chambre C : Champagnes à boire</u>			
2.4.1. Les parois verticales entre la salle C et l'extérieur : soit C 1 + C 2 + Porte CE			
2.4.1.1. Les parois sans la porte			
2.4.1.2. La porte CE			
2.4.1.3. Total			
2.4.2. La paroi verticale entre la salle C et B : soit BC 1			
2.4.3. La paroi verticale entre la salle C et A : soit AC 1 + Porte AC			
2.4.3.1. La paroi sans la porte			
2.4.3.2. La porte AC			
2.4.3.3. Total			
2.4.4. Plafond de la salle C :			
2.4.5. Sol de la salle C:			
2.4.6. Total des transferts à travers les parois de la salle C:			
<u>3. Eclairage</u>			
3.1 Salle A			
3.2 Salle B			
3.3 Salle C			
<u>4. Personnel</u>			
4.1 Salle A			
4.2 Salle B			
4.3 Salle C			
<u>5. Ouvertures de portes</u>			
5.1. Salle A			
5.1.1. Porte AB			
5.1.2. Porte AC			
5.1.3. Total des pertes par ouvertures de portes dans la salle A			
5.2. Salle B			
5.2.1. Porte AB			
5.2.2. Porte BE			
5.2.3. Total des pertes par ouvertures de portes dans la salle B			
5.3. Salle C			
5.3.1. Porte AC			
5.3.2. Porte CE			
5.3.3. Total des pertes par ouvertures de portes dans la salle C			
<u>6. Apports par les denrées</u>			
6.1. Salle A			
6.2. Salle B			
6.3. Salle C			
<u>7. Ventilateurs de régulation de la salle B</u>			
<u>8. VMC de la salle A</u>			
8.1. La formule			
8.2. Les données			
8.2.1. hae = enthalpie de l'air extérieur			
8.2.2. haa = enthalpie de l'air intérieur			
8.2.3. Le débit			
8.2.4. La masse volumique			
8.3. Le calcul			
<u>9. Total de tous les apports</u>			

Cave à vins : bilan thermique

1. Schéma général des 3 chambres et description de leurs utilisations

1.1. Schéma général



1.2. Résumé de l'utilisation des 3 chambres

On sait que l'on aura ces livraisons;

Une livraison annuelle de 100 caisses de grands crus

Une livraison hebdomadaire de 63 caisses de vins (4 palettes)

Entrée et sortie chaque jour de 100 rouges et 50 champagnes de la salle A vers B et C

Mais aussi de B et C vers l'extérieur pour le service.



On conseille de rentrer les livraisons dans A avec un transpalette qui rentre dans B à travers BE que l'on referme derrière soit avant d'ouvrir AB pour entrer dans A

Enfin, on considère que les heures d'ouverture du resto seront à partir de 11h30 pour le midi et jusqu'à 23h30 le soir.



1.3. Résumé des données chiffrées paramétrables du problème

Imposé par l'énoncé	Invariables/Déduits	Variables
Dimensions		Conditions
Extérieur	Longueur = 15,12 mètres largeur = 9,12 mètres Hauteur = 2,65 mètres	T [°] ambiance ext= 25,0 °C H.R. = 85 % Résist therm d'échange= 0,125 m ² .K/W et au-dessus du plafond 0,170 m ² .K/W T [°] du sous-sol 15,0 °C
Salle A	Longueur = 15,00 mètres largeur = 9,00 mètres Hauteur = 2,40 mètres Epaisseur parois = 0,06 mètres Sol Carrelage= 0,03 mètres Sol Béton= 0,10 mètres Sol Isolant= 0,04 mètres Epaisseur Plafond = 0,08 mètres	Température = 13,0 °C H.R. = 70 % λ parois = 0,021 W/m.K Résist therm d'échange= 0,040 m ² .K/W λ carrelage = 2,910 W/m.K λ béton = 1,700 W/m.K λ isolant = 0,027 W/m.K λ plafond= 0,021 W/m.K Eclairage = 10 Puissance = 25 Watts
Salle B	Longueur = 3,04 mètres largeur = 3,00 mètres Hauteur = 2,40 mètres Epaisseur parois = 0,06 mètres Sol Carrelage= 0,03 mètres Sol Béton= 0,10 mètres Sol Isolant= 0,04 mètres Epaisseur Plafond = 0,08 mètres	Température = 17,0 °C H.R. = 70 % λ parois= 0,021 W/m.K Résist therm d'échange= 0,040 m ² .K/W λ carrelage = 2,910 W/m.K λ béton = 1,700 W/m.K λ isolant = 0,027 W/m.K λ plafond= 0,021 W/m.K Eclairage = 1 Puissance = 25 Watts
Salle C	Longueur = 3,00 mètres largeur = 1,10 mètres Hauteur = 2,40 mètres Epaisseur parois = 0,06 mètres Sol Carrelage= 0,03 mètres Sol Béton= 0,10 mètres Sol Isolant= 0,04 mètres Epaisseur Plafond = 0,08 mètres	Température = 8,0 °C H.R. = 70 % λ parois= 0,021 W/m.K Résist therm d'échange= 0,040 m ² .K/W λ carrelage = 2,910 W/m.K λ béton = 1,700 W/m.K λ isolant = 0,027 W/m.K λ plafond= 0,021 W/m.K Eclairage = 1 Puissance = 25 Watts
	largeur = 1,40 mètres Hauteur = 2,01 mètres Epaisseur parois = 0,08 mètres	λ porte= 0,022 W/m.K
	largeur = 0,80 mètres Hauteur = 2,01 mètres Epaisseur = 0,10 mètres	λ porte= 0,021 W/m.K
Fréquences		Entrées bouteilles
		Nombre quotidienne = -150 bouteilles livrées en 0,25 heures hebdomadaire = 750 bouteilles livrées en 0,25 heures annuelle = 1200 bouteilles livrées en 2,00 heures
		+ Eclairage = 2 + Puissance = 10 Watts
		quotidienne = 100 bouteilles livrées en 0,17 heures service = -100 bouteilles ouverture de porte = 10 secondes
		quotidienne = 50 bouteilles livrées en 0,08 heures service = -50 bouteilles ouverture de porte = 10 secondes

1.4. Correction des différents λ annoncés par le fabricant

1.4.1. Données techniques du fabricant, calculées et annoncées dans le Pohlmann (ancienne et nouvelle édition)

Comparaison des valeurs K annoncées par le constructeur
et des valeurs K obtenues par calculs sur base des valeurs λ extraites de "POHLMANN"

Fabricant				
λ	Epaisseur	R	K calculé	K donné
0,0210 W/m.K	0,06 m	2,8571 m ² .K/W	0,3500 W/m ² .K	0,3720 W/m ² .K
	0,08 m	3,8095 m ² .K/W	0,2625 W/m ² .K	0,2790 W/m ² .K
	0,10 m	4,7619 m ² .K/W	0,2100 W/m ² .K	0,2230 W/m ² .K
	0,14 m	6,6667 m ² .K/W	0,1500 W/m ² .K	0,1590 W/m ² .K

Calcul à partir du λ donné par Pohlmann ancienne édition			
λ	Epaisseur	R	K
0,0290 W/m.K	0,06 m	2,0690 m ² .K/W	0,4833 W/m ² .K
	0,08 m	2,7586 m ² .K/W	0,3625 W/m ² .K
	0,10 m	3,4483 m ² .K/W	0,2900 W/m ² .K
	0,14 m	4,8276 m ² .K/W	0,2071 W/m ² .K

Calcul à partir du λ donné par Pohlmann nouvelle édition p77			
λ	Epaisseur	R	K
0,0310 W/m.K	0,06 m	1,9355 m ² .K/W	0,5167 W/m ² .K
	0,08 m	2,5806 m ² .K/W	0,3875 W/m ² .K
	0,10 m	3,2258 m ² .K/W	0,3100 W/m ² .K
	0,14 m	4,5161 m ² .K/W	0,2214 W/m ² .K

Si l'on fait une moyenne des trois valeurs (fabricant, Pohlmann ancienne et nouvelle édition) cela représente une correction de **22,22%** du λ de départ **0,0270 W/m.K**

Calcul à partir du λ moyen			
λ	Epaisseur	R	K
0,0270 W/m.K	0,06 m	2,2222 m ² .K/W	0,4500 W/m ² .K
	0,08 m	2,9630 m ² .K/W	0,3375 W/m ² .K
	0,10 m	3,7037 m ² .K/W	0,2700 W/m ² .K
	0,14 m	5,1852 m ² .K/W	0,1929 W/m ² .K

1.4.2. Variations de λ et de K dues au vieillissement de l'isolant

Moment M	Altération du pouvoir isolant en % *	λ au moment M
Année 0	0 %	0,0210 W/m.K
Année 1	20 %	0,0252 W/m.K
Année 2	25 %	0,0263 W/m.K
Année 3	28 %	0,0269 W/m.K
Année 4	30 %	0,0273 W/m.K
Année 5	32 %	0,0277 W/m.K
Année 6	33 %	0,0279 W/m.K
Année 7	34 %	0,0281 W/m.K
Année 8	35 %	0,0284 W/m.K
Année 9	36 %	0,0286 W/m.K
Année 10	37 %	0,0288 W/m.K
Année 11	38 %	0,0290 W/m.K
Année 12	38 %	0,0290 W/m.K
Année 13	39 %	0,0292 W/m.K
Année 14	39 %	0,0292 W/m.K
Année 15	40 %	0,0294 W/m.K

lambda moyen sur 10 ans 0,0269 W/m.K

c'est une correction de 21,99%

lambda moyen sur 15 ans 0,0276 W/m.K

du λ de départ
c'est une correction de 23,95%
du λ de départ

* Données Pohlmann
(ancienne édition)

1.4.3. Correction totale apportée à chaque λ

Par facilité j'ai choisi d'opérer les 2 corrections en utilisant les % calculés en 1.4.1. et 1.4.2. pour chaque isolants avant de commencer le calcul du bilan

		λ constructeur	λ corrigé (Pohlmann) + 22,22%	λ corrigé (Vieillessement) + 21,99%
Salle A	Parois	0,021 W/m.K	0,026 W/m.K	0,031 W/m.K
	Sol	0,027 W/m.K	0,033 W/m.K	0,040 W/m.K
	Plafond	0,021 W/m.K	0,026 W/m.K	0,031 W/m.K
Salle B	Parois	0,021 W/m.K	0,026 W/m.K	0,031 W/m.K
	Sol	0,027 W/m.K	0,033 W/m.K	0,040 W/m.K
	Plafond	0,021 W/m.K	0,026 W/m.K	0,031 W/m.K
Salle C	Parois	0,021 W/m.K	0,026 W/m.K	0,031 W/m.K
	Sol	0,027 W/m.K	0,033 W/m.K	0,040 W/m.K
	Plafond	0,021 W/m.K	0,026 W/m.K	0,031 W/m.K
Porte AB		0,022 W/m.K	0,026 W/m.K	0,032 W/m.K
Porte AC		0,021 W/m.K	0,026 W/m.K	0,031 W/m.K
Porte BE		0,022 W/m.K	0,026 W/m.K	0,032 W/m.K
Porte CE		0,021 W/m.K	0,026 W/m.K	0,031 W/m.K

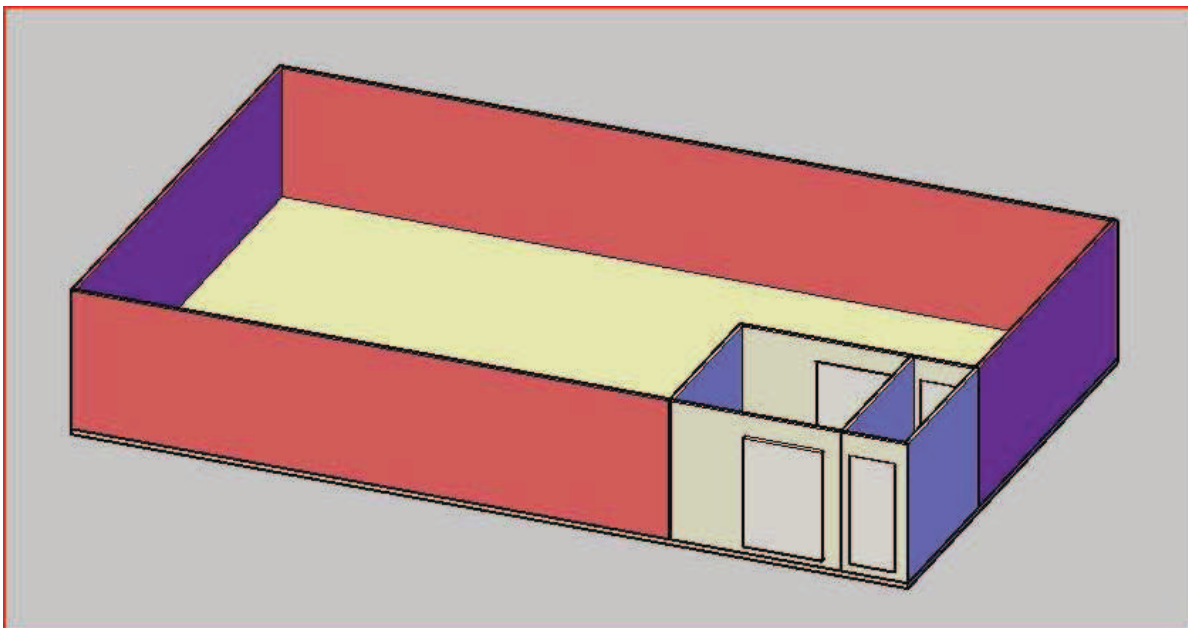
2. Transfert à travers les parois:

2.1. Mesures des surfaces de déperdition de chacune des parois

<u>A 1</u>	Largeur = 9,06 m Hauteur = 2,59 m Surface = 23,47 m ²	<u>AB 2</u>	Largeur = 3,10 m Hauteur = 2,59 m Surface = 8,03 m ²
<u>A 2</u>	Longueur = 15,06 m Hauteur = 2,59 m Surface = 39,01 m ²	<u>BC 1</u>	Longueur = 3,06 Hauteur = 2,59 m Surface = 7,93 m ²
<u>A 3</u>	Longueur = 10,83 m Hauteur = 2,59 m Surface = 28,05 m ²	<u>B 1</u>	Longueur = 3,10 m Hauteur = 2,59 m Surface = 8,03 m ²
<u>A 4</u>	Largeur = 6,00 Hauteur = 2,59 m Surface = 15,54 m ²	<u>C 1</u>	Largeur = 3,06 m Hauteur = 2,59 m Surface = 7,93 m ²
<u>AC 1</u>	Longueur = 1,16 m Hauteur = 2,59 m Surface = 3,00 m ²	<u>C 2</u>	Largeur = 1,16 m Hauteur = 2,59 m Surface = 3,00 m ²
<u>AB 1</u>	Largeur = 3,06 m Hauteur = 2,59 m Surface = 7,93 m ²		
<u>Plafond/Sol Total</u>	Longueur = 15,06 m Largeur = 9,06 m Surface = 136,44 m ²	<u>Plafond/Sol Salle B</u>	Longueur = 3,10 m Largeur = 3,06 m Surface = 9,49 m ²
<u>Plafond/Sol Salle</u>	Longueur = 3,06 m Largeur = 1,16 m Surface = 3,55 m ²	<u>Plafond/Sol Salle A</u>	Plafond/Sol Total = 136,44 m ² Plafond/Sol B+C = 13,04 m ² Surface A = Total-(B+C) = 123,41 m ²
<u>Porte AB</u>	Hauteur = 2,01 mètres Largeur = 1,40 mètres Surface = 2,81 m ²	<u>Porte BE</u>	Hauteur = 2,01 mètres Largeur = 1,40 mètres Surface = 2,81 m ²
<u>Porte AC</u>	Hauteur = 2,01 mètres Largeur = 0,80 mètres Surface = 1,61 m ²	<u>Porte CE</u>	Hauteur = 2,01 mètres Largeur = 0,80 mètres Surface = 1,61 m ²

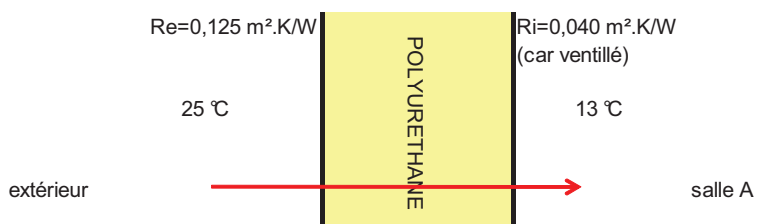
2.2. Chambre A : Conservation des Grands Crus (longue durée)

2.2.1. Les parois verticales entre la salle A et l'extérieur : soit A 1 + A 2 + A 3 + A 4



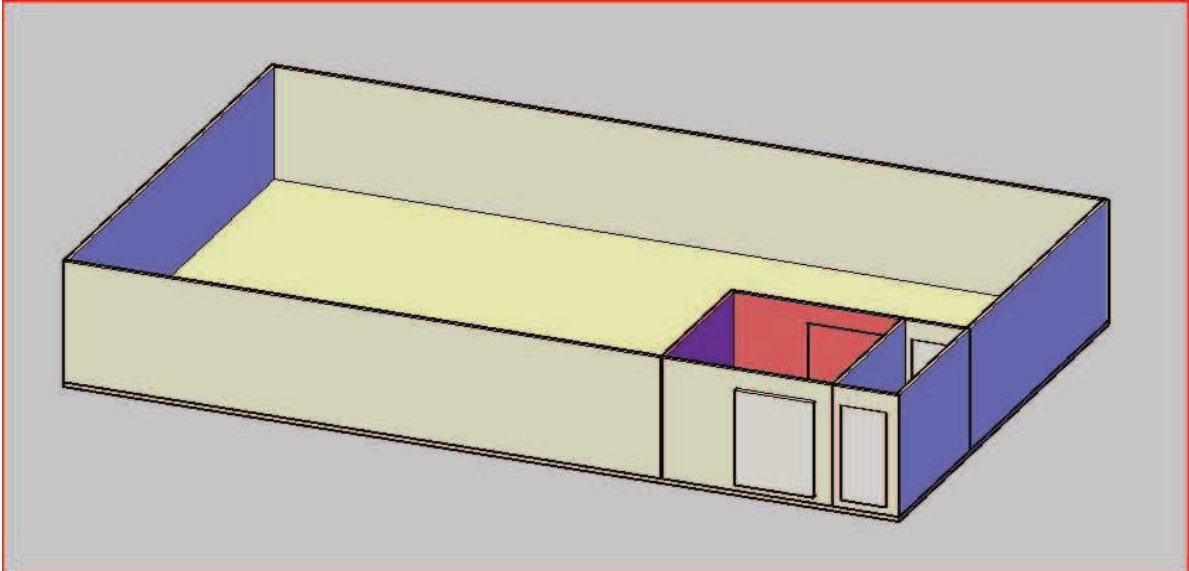
Pour les conditions suivantes

$\lambda=0,031 \text{ W/m.K}$
épaisseur=0,06 m



Résistance	$R_{\text{paroi}} = e/\lambda =$	1,916 m ² .K/W
	$R_e =$	0,125 m ² .K/W
	$R_i =$	0,040 m ² .K/W
	$R_{\text{total}} =$	2,081 m ² .K/W
Flux de chaleur	$Q = 1/R =$	0,480 W/m ² .K
Total des surfaces	$A_1 + A_2 + A_3 + A_4 =$	106,06 m ²
Perte par les parois entre A et l'extérieur	$Q \times \text{Surface} \times \Delta t =$	611,49 Watts

2.2.2. Les parois verticales entre la salle A et B : soit AB 1 + AB 2 + Porte AB



2.2.2.1. Les parois sans la porte

Pour les conditions suivantes

		$\lambda=0,031 \text{ W/m.K}$ épaisseur=0,06 m		
	$Re=0,040 \text{ m}^2.\text{K/W}$ (car ventilé)	POLYURETHANE	$Ri=0,040 \text{ m}^2.\text{K/W}$ (car ventilé)	
	17 °C		13 °C	
Salle B	→		←	Salle A
Résistance			$R \text{ paroi} = e/\lambda =$	1,916 m ² .K/W
			$Re =$	0,040 m ² .K/W
			$Ri =$	0,040 m ² .K/W
			$R \text{ total} =$	1,996 m ² .K/W
Flux de chaleur			$Q = 1/R =$	0,501 W/m ² .K
Total des surfaces		$AB 1 + (AB 2 - \text{Porte AB}) =$		13,14 m ²
Transfert par les parois de B vers A			$Q \times \text{Surface} \times \Delta t =$	26,33 Watts

2.2.2.2. La porte AB

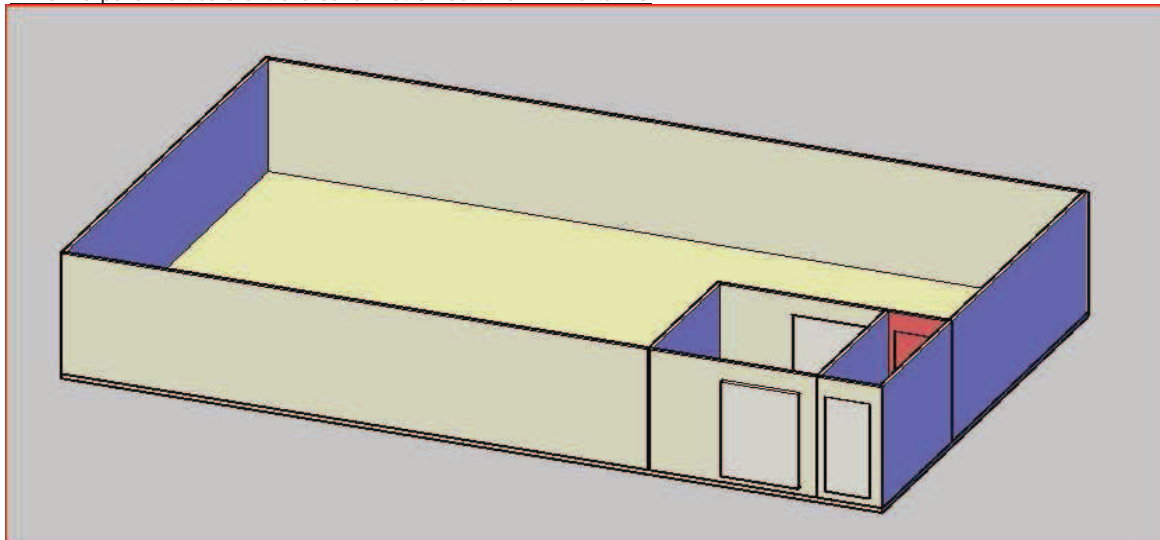
Pour les conditions suivantes

		$\lambda=0,032 \text{ W/m.K}$ épaisseur=0,08 m		
	$Re=0,040 \text{ m}^2.\text{K/W}$ (car ventilé)	POLYURETHANE	$Ri=0,040 \text{ m}^2.\text{K/W}$ (car ventilé)	
	17 °C		13 °C	
Salle B	→		←	Salle A
Résistance			$R \text{ paroi} = e/\lambda =$	2,484 m ² .K/W
			$Re =$	0,040 m ² .K/W
			$Ri =$	0,040 m ² .K/W
			$R \text{ total} =$	2,564 m ² .K/W
Flux de chaleur			$Q = 1/R =$	0,390 W/m ² .K
La surface			Porte AB =	2,81 m ²
Transfert par la porte de B vers A			$Q \times \text{Surface} \times \Delta t =$	4,39 Watts

2.2.2.3. Total

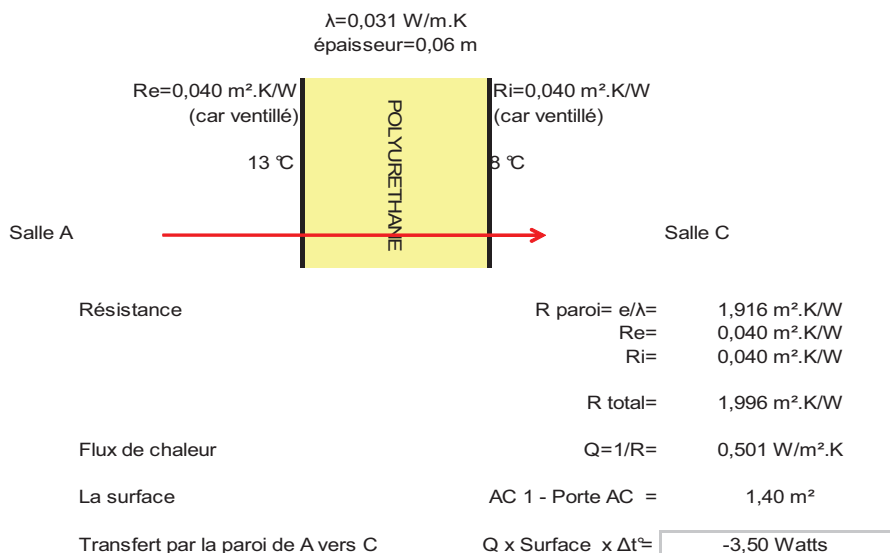
Transfert total de B vers A AC 1 + AC 2 + Porte AC = 30,72 Watts

2.2.3. La paroi verticale entre la salle A et C : soit AC 1 + Porte AC



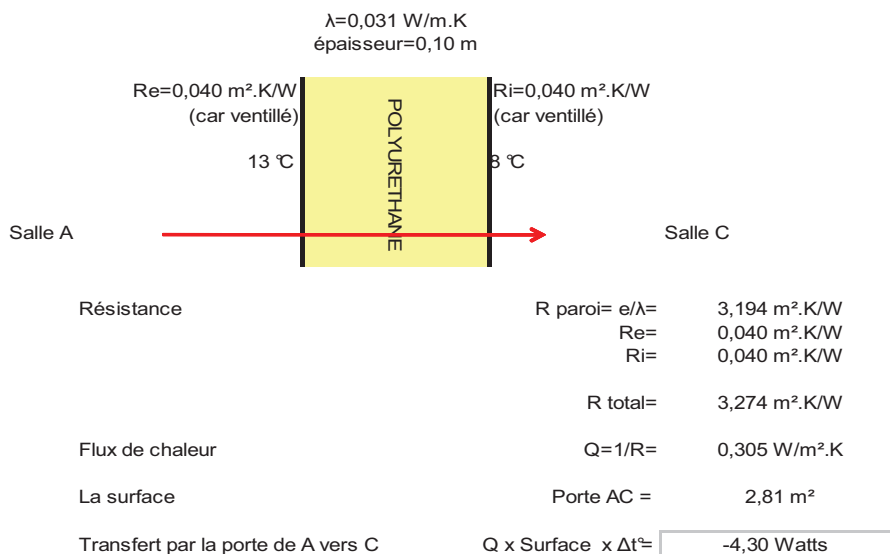
2.2.3.1. La paroi sans la porte

Pour les conditions suivantes



2.2.3.2. La porte AC

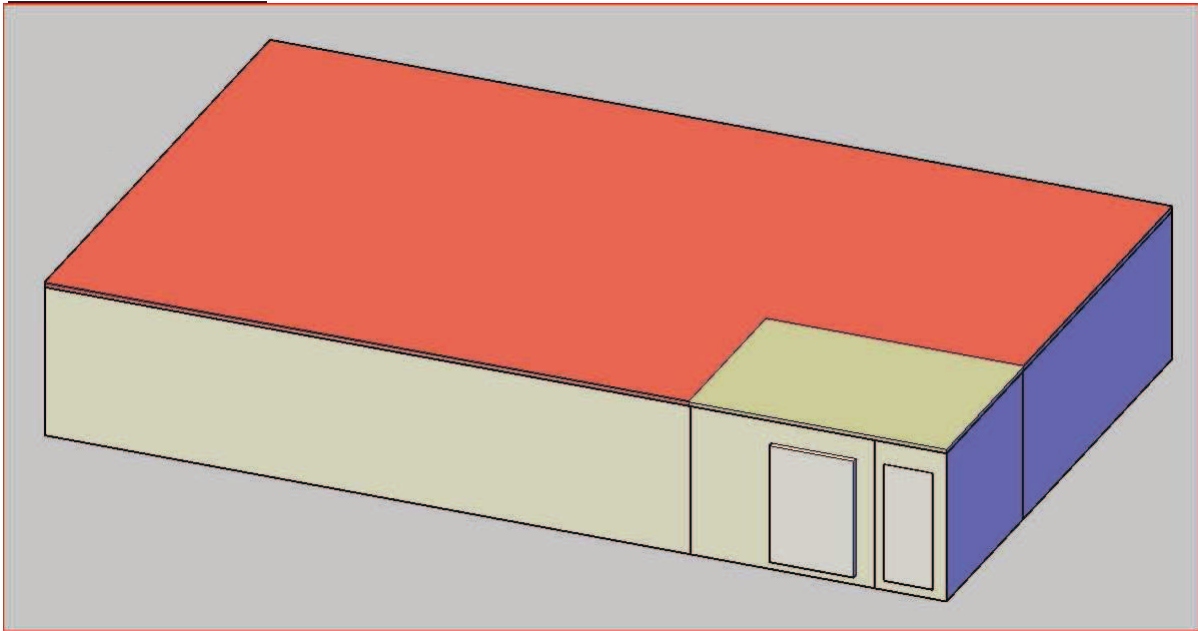
Pour les conditions suivantes



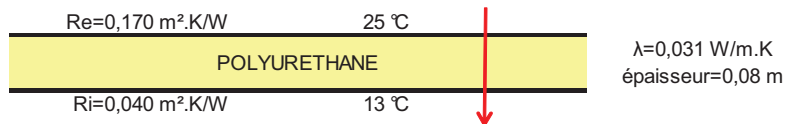
2.2.3.3. Total

Transfert total de A vers C $AC 1 + \text{Porte AC} =$ -7,80 Watts

2.2.4. Plafond de la salle A:

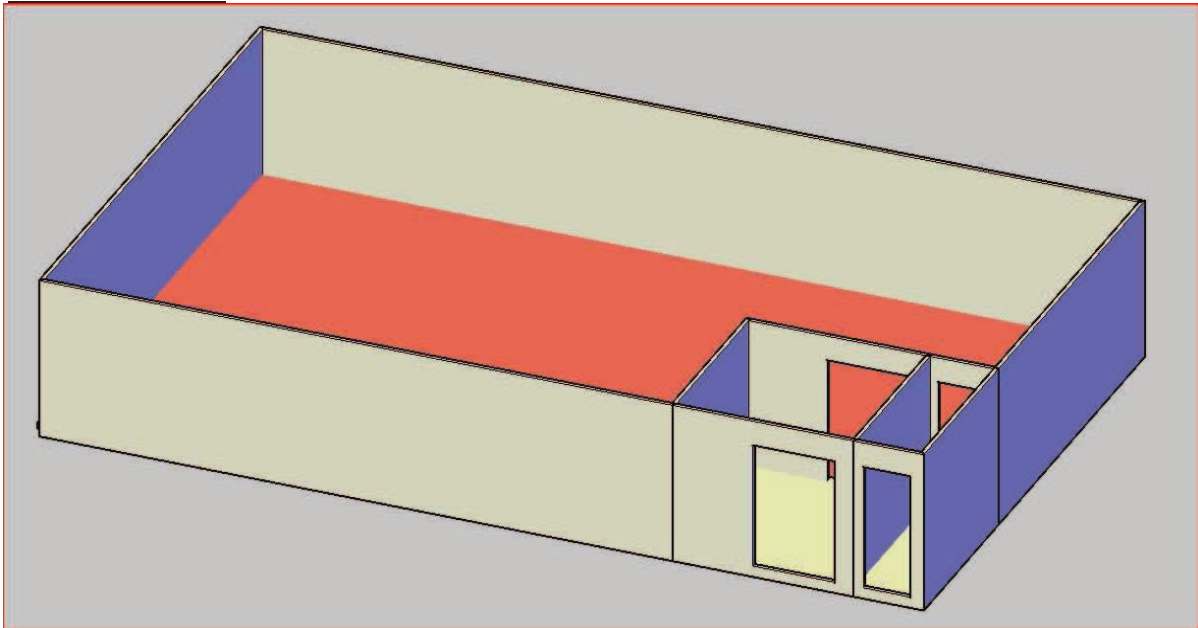


Pour les conditions suivantes



Résistance	$R \text{ plafond} = e/\lambda =$	2,555 $\text{m}^2.K/W$
	$Re =$	0,170 $\text{m}^2.K/W$
	$Ri =$	0,040 $\text{m}^2.K/W$
	$R \text{ total} =$	2,765 $\text{m}^2.K/W$
Flux de chaleur	$Q = 1/R =$	0,362 $\text{W/m}^2.K$
Surface du plafond de la salle A		123,41 m^2
Perte par le plafond de A	$Q \times \text{Surface} \times \Delta t =$	535,56 Watts

2.2.5. Sol de la salle A:



Pour les conditions suivantes

$R_i=0,040 \text{ m}^2.\text{K/W}$	$13 \text{ }^\circ\text{C}$	↑		
CARRELAGE			$\lambda=2,910 \text{ W/m.K}$	épaisseur=0,03 m
CHAPE			$\lambda=1,700 \text{ W/m.K}$	épaisseur=0,10 m
POLYSTYRENE EXPANSE			$\lambda=0,040 \text{ W/m.K}$	épaisseur=0,04 m
BETON / HOURDIS			$\lambda=1,700 \text{ W/m.K}$	épaisseur=0,10 m
$R_e=0,125 \text{ m}^2.\text{K/W}$	$15 \text{ }^\circ\text{C}$			

Résistance	$R_i=$	0,040 $\text{m}^2.\text{K/W}$
	$R \text{ carrelage}= e/\lambda=$	0,010 $\text{m}^2.\text{K/W}$
	$R \text{ chape}= e/\lambda=$	0,059 $\text{m}^2.\text{K/W}$
	$R \text{ pyr}= e/\lambda=$	0,994 $\text{m}^2.\text{K/W}$
	$R \text{ beton}= e/\lambda=$	0,059 $\text{m}^2.\text{K/W}$
	$R_e=$	0,125 $\text{m}^2.\text{K/W}$
	$R \text{ total sol}=$	1,287 $\text{m}^2.\text{K/W}$
Flux de chaleur	$Q=1/R=$	0,777 $\text{W/m}^2.\text{K}$
Surface du sol de la salle A		123,41 m^2
Perte par le sol de A	$Q \times \text{Surface} \times \Delta t \approx$	191,83 Watts

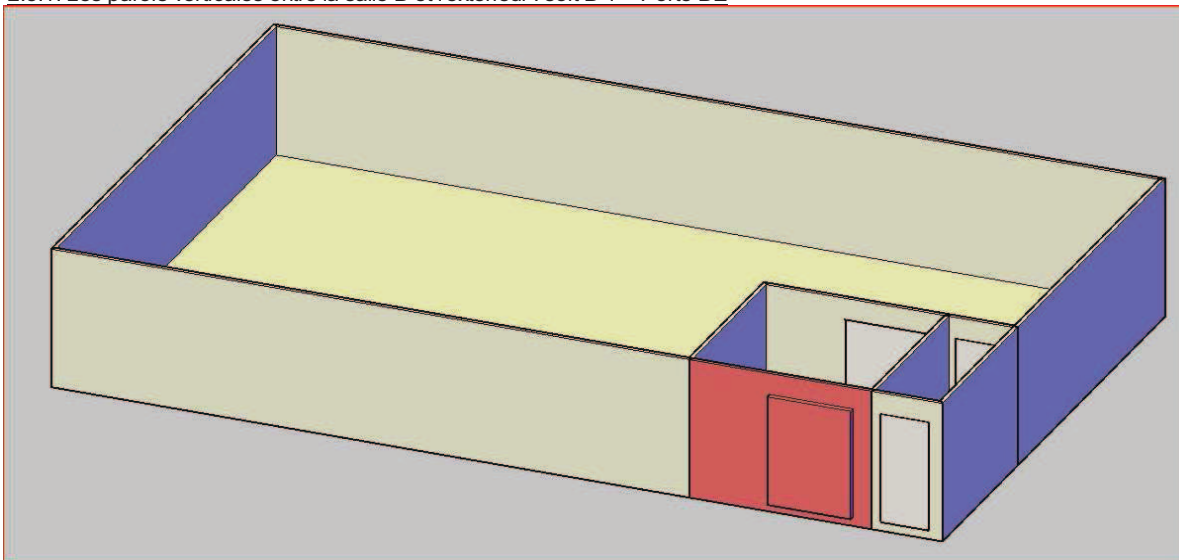
2.2.6. Total des transferts à travers les parois concernant la se parois verticales

A-extérieur	611,49 Watts
A-B	30,72 Watts
A-C	-7,80 Watts
plafond	535,56 Watts
sol	191,83 Watts

TOTAL des transferts par les parois de la salle A = 1361,81 Watts

2.3. Chambre B : Vins rouges à boire

2.3.1. Les parois verticales entre la salle B et l'extérieur : soit B 1 + Porte BE



2.3.1.1. La paroi sans la porte

Pour les conditions suivantes

	$\lambda=0,031 \text{ W/m.K}$ épaisseur=0,06 m	
extérieur	$Re=0,125 \text{ m}^2.\text{K/W}$ $25 \text{ }^\circ\text{C}$ POLYURETHANE $17 \text{ }^\circ\text{C}$ $Ri=0,040 \text{ m}^2.\text{K/W}$ (car ventilé)	salle B
Résistance	$R \text{ paroi} = e/\lambda = 1,916 \text{ m}^2.\text{K/W}$ $Re = 0,125 \text{ m}^2.\text{K/W}$ $Ri = 0,040 \text{ m}^2.\text{K/W}$	
	$R \text{ total} = 2,081 \text{ m}^2.\text{K/W}$	
Flux de chaleur	$Q = 1/R = 0,480 \text{ W/m}^2.\text{K}$	
Total des surfaces	B 1 - Porte BE = 5,22 m ²	
Perte par la paroi	$Q \times \text{Surface} \times \Delta t = 20,04 \text{ Watts}$	

2.3.1.2. La porte BE

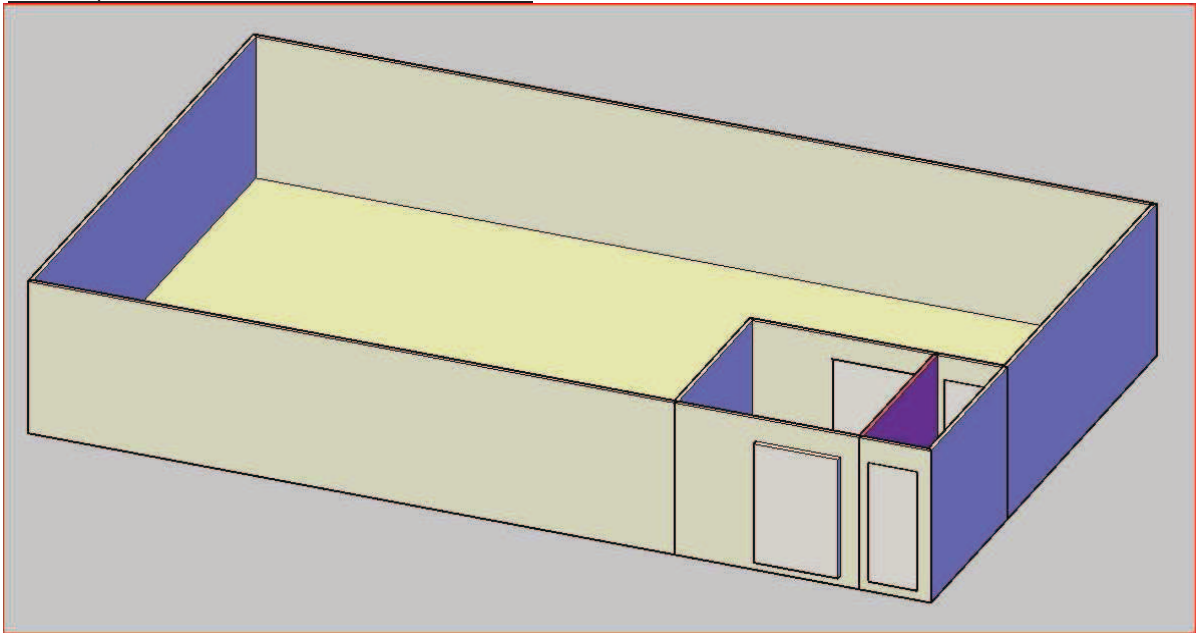
Pour les conditions suivantes

	$\lambda=0,032 \text{ W/m.K}$ épaisseur=0,08 m	
extérieur	$Re=0,125 \text{ m}^2.\text{K/W}$ $25 \text{ }^\circ\text{C}$ POLYURETHANE $17 \text{ }^\circ\text{C}$ $Ri=0,040 \text{ m}^2.\text{K/W}$ (car ventilé)	Salle B
Résistance	$R \text{ paroi} = e/\lambda = 2,484 \text{ m}^2.\text{K/W}$ $Re = 0,125 \text{ m}^2.\text{K/W}$ $Ri = 0,040 \text{ m}^2.\text{K/W}$	
	$R \text{ total} = 2,649 \text{ m}^2.\text{K/W}$	
Flux de chaleur	$Q = 1/R = 0,377 \text{ W/m}^2.\text{K}$	
La surface	Porte BE = 2,81 m ²	
Perte par la porte BE	$Q \times \text{Surface} \times \Delta t = 8,50 \text{ Watts}$	

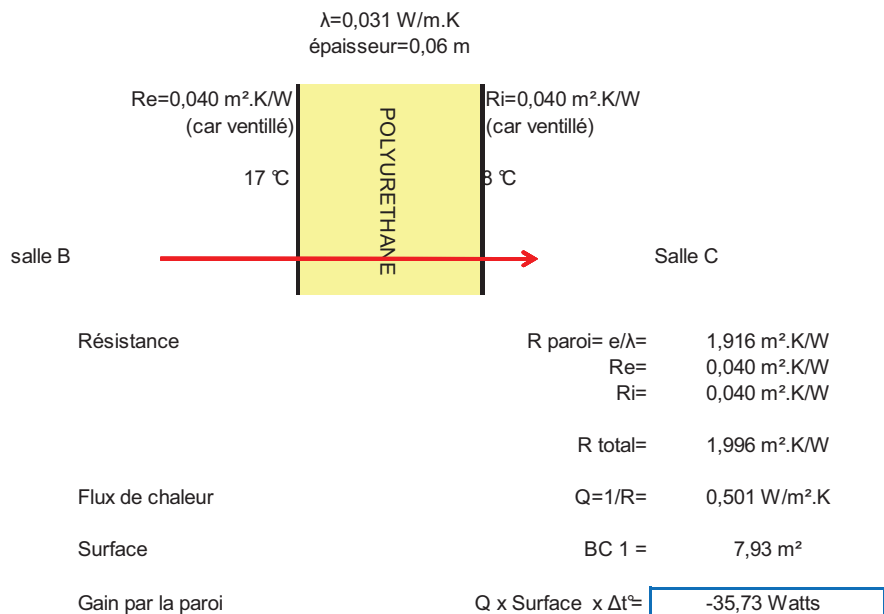
2.3.1.3. Total

Total des pertes entre B et l'extérieur B 1 + Porte BE = 28,54 Watts

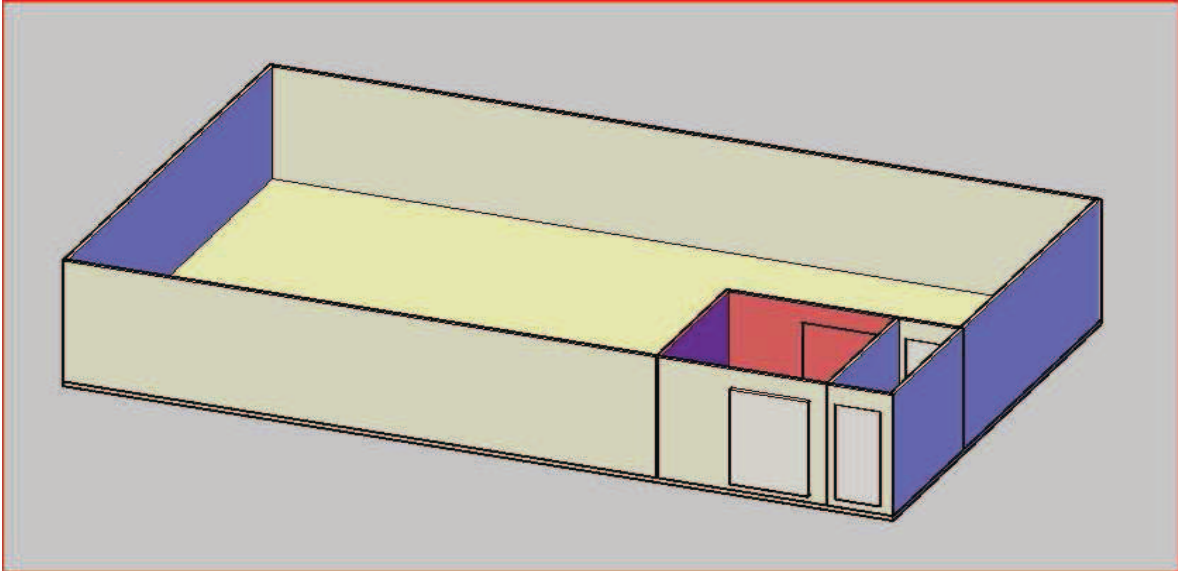
2.3.2. La paroi verticale entre la salle B et C : soit BC 1



Pour les conditions suivantes



2.3.3. Les parois verticales entre la salle B et A : soit AB 1 + AB 2 + Porte AB



2.3.3.1. La paroi sans la porte

Pour les conditions suivantes

		$\lambda=0,031 \text{ W/m.K}$ épaisseur=0,06 m			
	$Re=0,040 \text{ m}^2.\text{K/W}$ (car ventilé)	POLYURETHANE	$Ri=0,040 \text{ m}^2.\text{K/W}$ (car ventilé)		
	17 °C		13 °C		
salle B	→				Salle A
Résistance		$R \text{ paroi} = e/\lambda =$	1,916 $\text{m}^2.\text{K/W}$		
		$Re =$	0,040 $\text{m}^2.\text{K/W}$		
		$Ri =$	0,040 $\text{m}^2.\text{K/W}$		
		$R \text{ total} =$	1,996 $\text{m}^2.\text{K/W}$		
Flux de chaleur		$Q = 1/R =$	0,501 $\text{W/m}^2.\text{K}$		
Total des surfaces		$AB 1 + (AB 2 - \text{Porte AB}) =$	13,14 m^2		
Transfert par les parois de B vers A		$Q \times \text{Surface} \times \Delta t =$	-26,33 Watts		

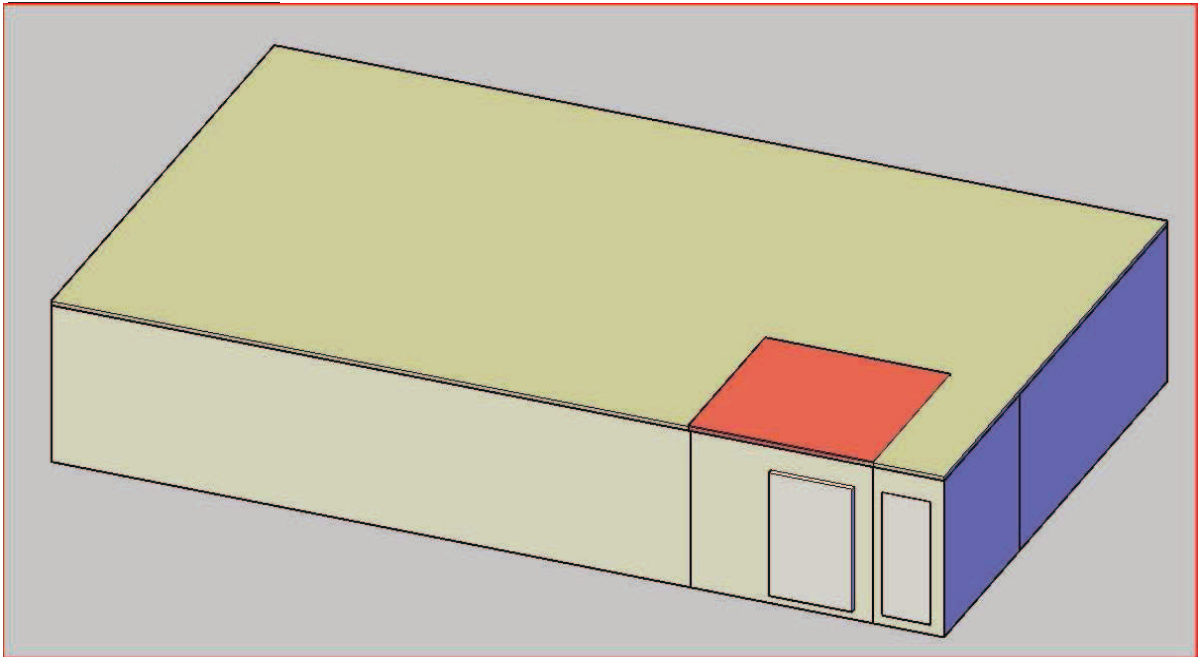
2.3.3.2. La porte AB

Pour les conditions suivantes

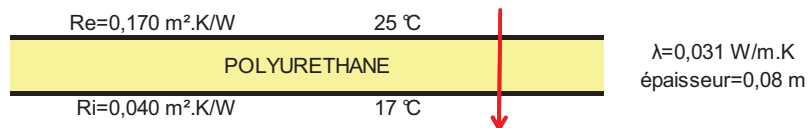
		$\lambda=0,032 \text{ W/m.K}$ épaisseur=0,08 m			
	$Re=0,040 \text{ m}^2.\text{K/W}$ (car ventilé)	POLYURETHANE	$Ri=0,040 \text{ m}^2.\text{K/W}$ (car ventilé)		
	17 °C		13 °C		
Salle B	→				Salle A
Résistance		$R \text{ paroi} = e/\lambda =$	2,484 $\text{m}^2.\text{K/W}$		
		$Re =$	0,040 $\text{m}^2.\text{K/W}$		
		$Ri =$	0,040 $\text{m}^2.\text{K/W}$		
		$R \text{ total} =$	2,564 $\text{m}^2.\text{K/W}$		
Flux de chaleur		$Q = 1/R =$	0,390 $\text{W/m}^2.\text{K}$		
La surface		Porte AB =	2,81 m^2		
Transfert par la porte de B vers A		$Q \times \text{Surface} \times \Delta t =$	-4,39 Watts		
Transfert total de B vers A		$AB 1 + \text{Porte AB} =$	-30,72 Watts		

2.3.3.3. Total

2.3.4. Plafond de la salle B :



Pour les conditions suivantes



Résistance	$R_{\text{plafond}}= e/\lambda=$	2,555 $\text{m}^2.\text{K/W}$
	$R_e=$	0,170 $\text{m}^2.\text{K/W}$
	$R_i=$	0,040 $\text{m}^2.\text{K/W}$

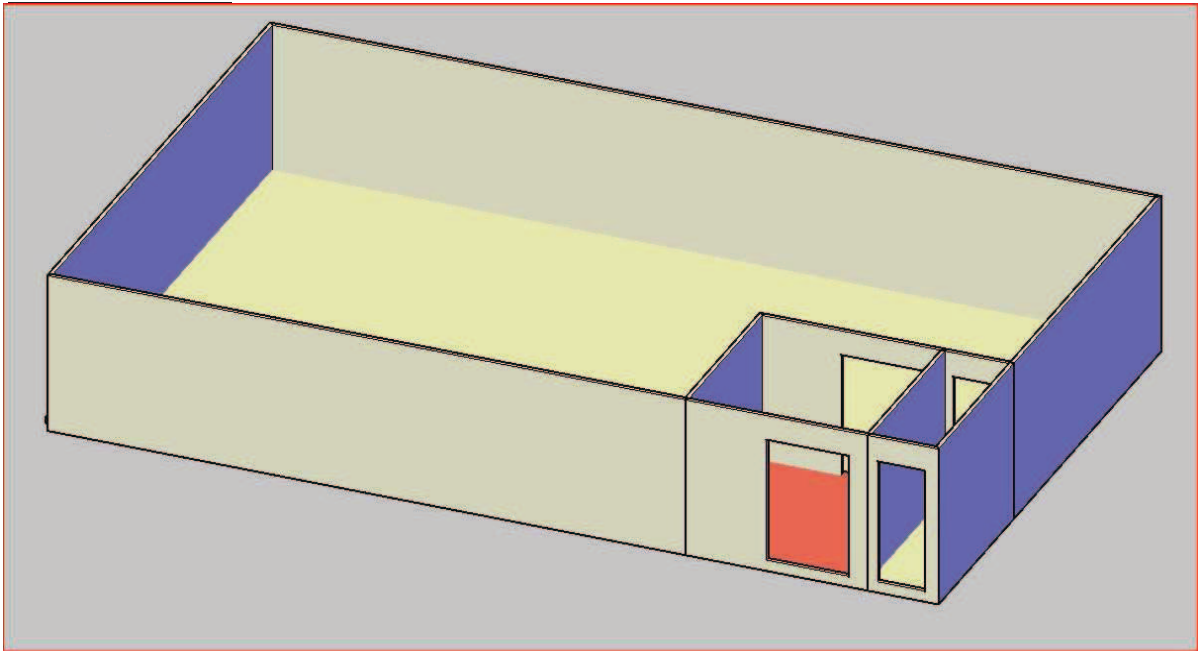
$R_{\text{total}}= 2,765 \text{ m}^2.\text{K/W}$

Flux de chaleur	$Q=1/R=$	0,362 $\text{W/m}^2.\text{K}$
-----------------	----------	-------------------------------

Surface du plafond de la salle B	9,49 m^2
----------------------------------	-------------------

Perte par le plafond	$Q \times \text{Surface} \times \Delta t^{\circ}=$	27,44 Watts
----------------------	--	-------------

2.3.5. Sol de la salle B:



Pour les conditions suivantes

	Ri=0,040 m ² .K/W	17 °C	
	CARRELAGE		λ=2,910 W/m.K épaisseur=0,03 m
	CHAPE		λ=1,700 W/m.K épaisseur=0,10 m
	POLYSTYRENE EXPANSE		λ=0,040 W/m.K épaisseur=0,04 m
	BETON / HOURDIS		λ=1,700 W/m.K épaisseur=0,10 m
	Re=0,125 m ² .K/W	15 °C	
Résistance			Ri= 0,040 m ² .K/W R carrelage= e/λ= 0,010 m ² .K/W R chape= e/λ= 0,059 m ² .K/W R pyr= e/λ= 0,994 m ² .K/W R beton= e/λ= 0,059 m ² .K/W Re= 0,125 m ² .K/W
			R total sol= 1,287 m ² .K/W
Flux de chaleur			Q=1/R= 0,777 W/m ² .K
Surface du sol de la salle B			9,49 m ²
Perte par le sol			Q x Surface x Δt= -14,75 Watts

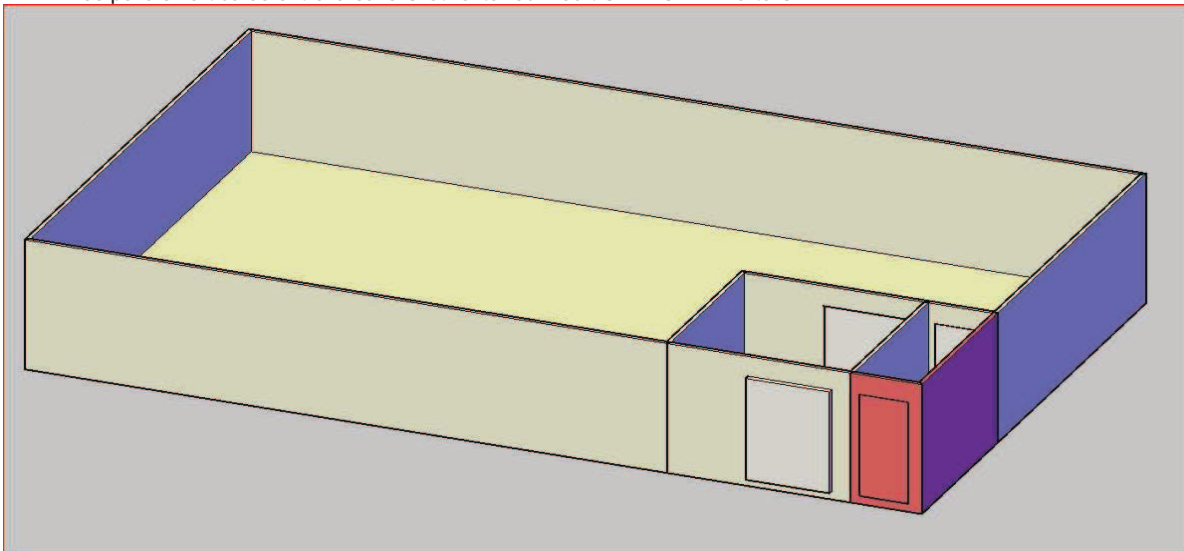
2.3.6. Total des transferts à travers les parois de la salle B:

parois verticales	B-Extérieur	28,54 Watts
	B-C	-35,73 Watts
	B-A	-30,72 Watts
	plafond	27,44 Watts
	sol	-14,75 Watts

TOTAL des transferts par les parois de la salle B = -25,21 Watts

2.4. Chambre C : Champagnes à boire

2.4.1. Les parois verticales entre la salle C et l'extérieur : soit C 1 + C 2 + Porte CE



2.4.1.1. Les parois sans la porte

Pour les conditions suivantes

$\lambda=0,031 \text{ W/m.K}$ épaisseur=0,06 m		
Re=0,125 m ² .K/W 25 °C extérieur		Ri=0,040 m ² .K/W (car ventilé) 3 °C salle C
Résistance	R paroi= e/λ=	1,916 m ² .K/W
	Re=	0,125 m ² .K/W
	Ri=	0,040 m ² .K/W
	R total=	2,081 m ² .K/W
Flux de chaleur	Q=1/R=	0,480 W/m ² .K
Les surfaces	C 1 + (C 2 - Porte CE) =	9,32 m ²
Perte par les parois	Q x Surface x Δt°=	76,14 Watts

2.4.1.2. La porte CE

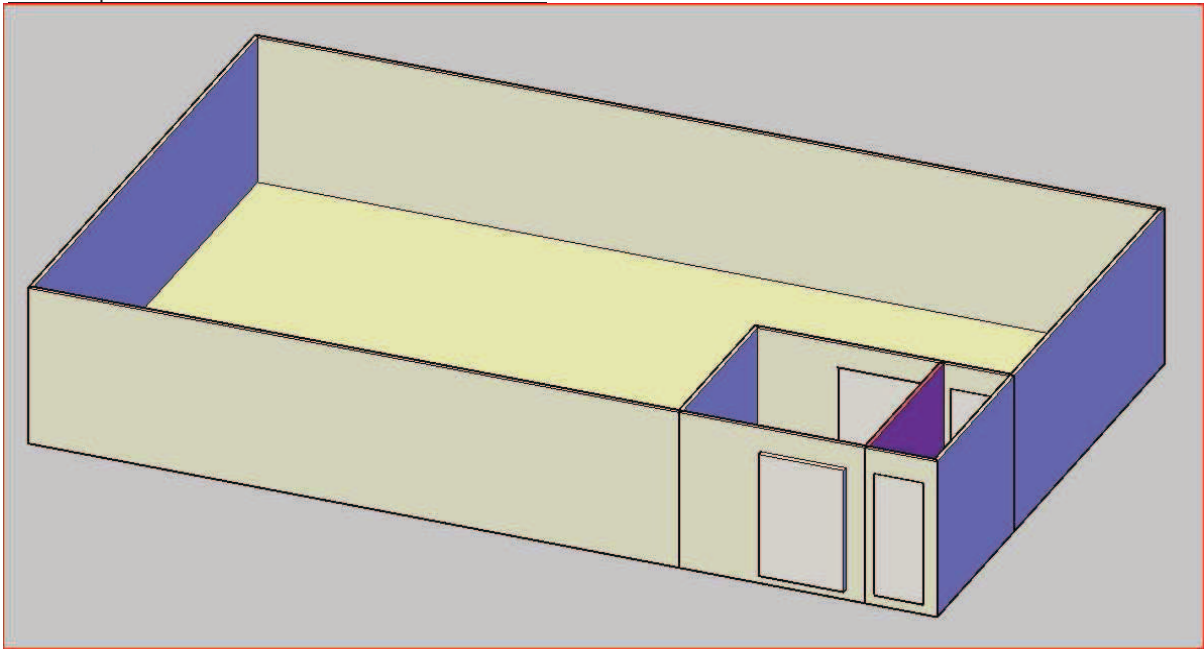
Pour les conditions suivantes

$\lambda=0,031 \text{ W/m.K}$ épaisseur=0,10 m		
Re=0,125 m ² .K/W 25 °C extérieur		Ri=0,040 m ² .K/W (car ventilé) 3 °C salle C
Résistance	R paroi= e/λ=	3,194 m ² .K/W
	Re=	0,125 m ² .K/W
	Ri=	0,040 m ² .K/W
	R total=	3,359 m ² .K/W
Flux de chaleur	Q=1/R=	0,298 W/m ² .K
La surface	Porte CE =	1,61 m ²
Perte par la porte	Q x Surface x Δt°=	8,14 Watts

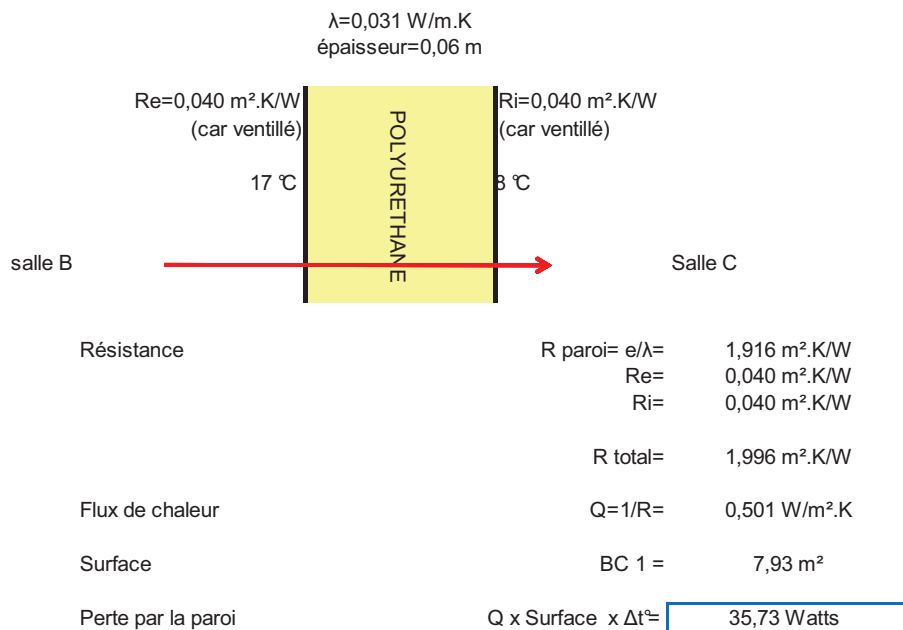
2.4.1.3. Total

Total des pertes pour les surfaces	C 1 + C 2 + Porte CE =	84,28 Watts
------------------------------------	------------------------	-------------

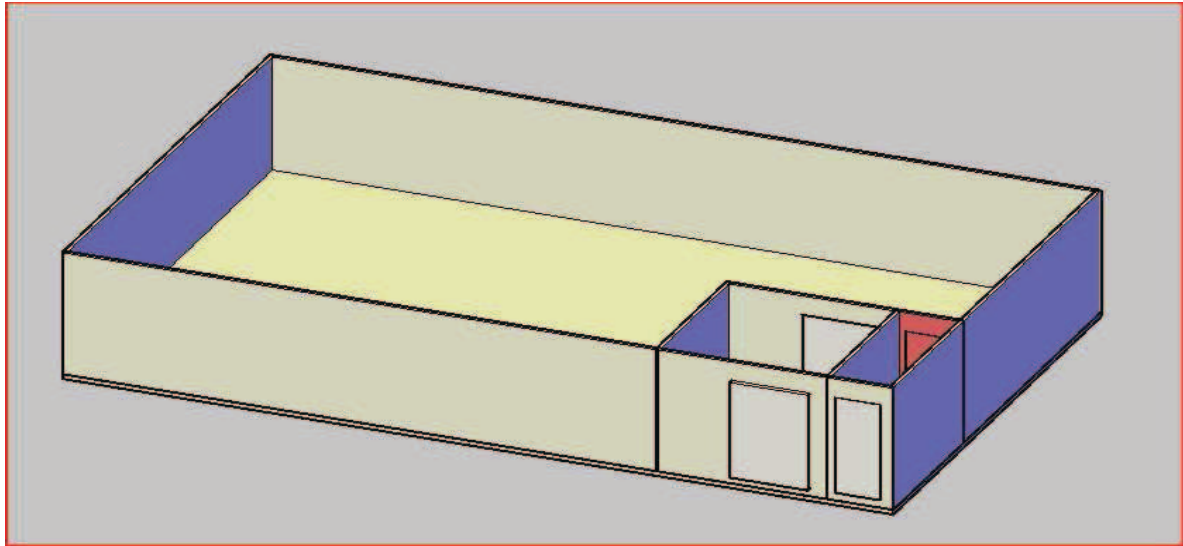
2.4.2. La paroi verticale entre la salle C et B : soit BC 1



Pour les conditions suivantes

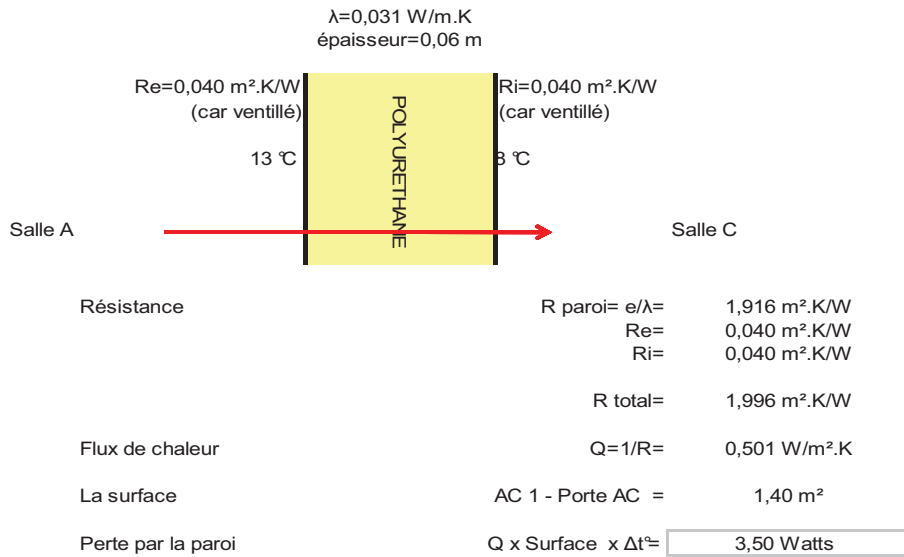


2.4.3. La paroi verticale entre la salle C et A : soit AC 1 + Porte AC



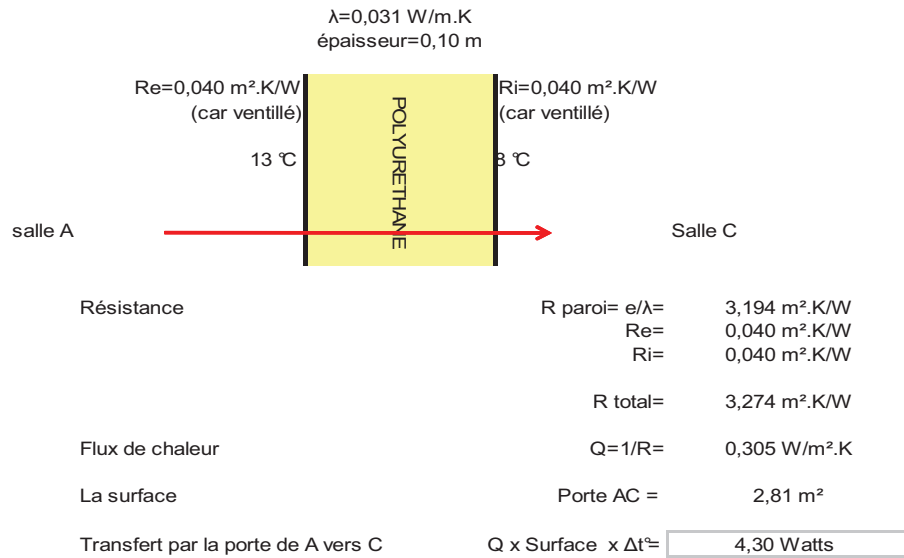
2.4.3.1. La paroi sans la porte

Pour les conditions suivantes



2.4.3.2. La porte AC

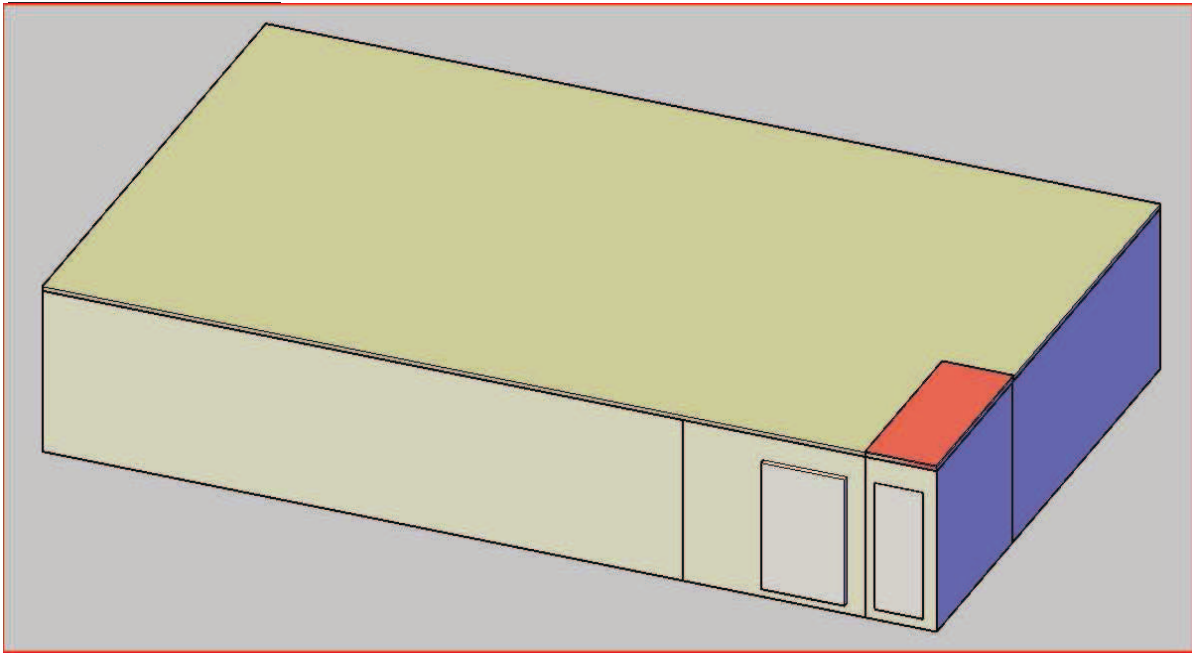
Pour les conditions suivantes



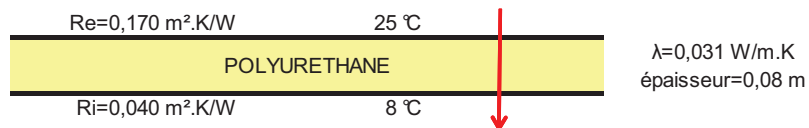
2.4.3.3. Total

Transfert total de A vers C AC 1 + Porte AC = **7,80 Watts**

2.4.4. Plafond de la salle C :

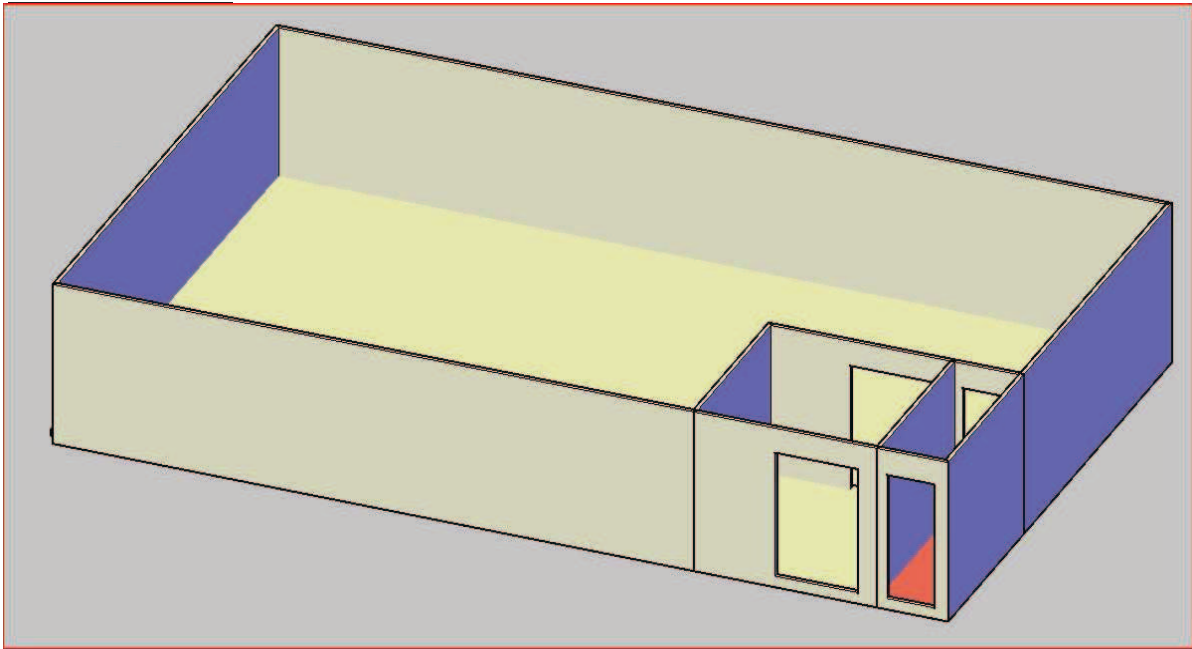


Pour les conditions suivantes



Résistance	R plafond= $e/\lambda=$	2,555 m ² .K/W
	Re=	0,170 m ² .K/W
	Ri=	0,040 m ² .K/W
	R total=	2,765 m ² .K/W
Flux de chaleur	Q=1/R=	0,362 W/m ² .K
Surface du plafond de la salle C		3,55 m ²
Perte par le plafond de C	Q x Surface x Δt° =	21,82 Watts

2.4.5. Sol de la salle C:



Pour les conditions suivantes

$R_i = 0,040 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	$8 \text{ }^\circ\text{C}$	
CARRELAGE		$\lambda = 2,910 \text{ W/m.K}$ épaisseur = $0,03 \text{ m}$
CHAPE		$\lambda = 1,700 \text{ W/m.K}$ épaisseur = $0,10 \text{ m}$
POLYSTYRENE EXPANSE		$\lambda = 0,040 \text{ W/m.K}$ épaisseur = $0,04 \text{ m}$
BETON / HOURDIS		$\lambda = 1,700 \text{ W/m.K}$ épaisseur = $0,10 \text{ m}$
$R_e = 0,125 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	$15 \text{ }^\circ\text{C}$	

Résistance	$R_i =$	$0,040 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
	$R_{\text{carrelage}} = e/\lambda =$	$0,010 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
	$R_{\text{chape}} = e/\lambda =$	$0,059 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
	$R_{\text{pyr}} = e/\lambda =$	$0,994 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
	$R_{\text{beton}} = e/\lambda =$	$0,059 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
	$R_e =$	$0,125 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
	$R_{\text{total sol}} =$	$1,287 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Flux de chaleur	$Q = 1/R =$	$0,777 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
Surface du sol de la salle C		$3,55 \text{ m}^2$
Perte par le sol	$Q \times \text{Surface} \times \Delta t =$	19,31 Watts

2.4.6. Total des transferts à travers les parois de la salle C:	parois verticales	C-Extérieur	84,28 Watts
		C-B	35,73 Watts
		C-A	7,80 Watts
		C-Plafond	21,82 Watts
		C-Sol	19,31 Watts

TOTAL des transferts par les parois de la salle C = **168,94 Watts**

3. Eclairage

3.1 Salle A

Pour	10	tubes néons, chacun d'une puissance de	25 Watts		
et	2	tubes néons, chacun d'une puissance de	10 Watts		
		d'une puissance totale =	270 Watts		
qui fonctionneront en moyenne chaque jour		0,25 heures	(chargement quotidien)		
qui fonctionneront en moyenne chaque semaine		0,25 heures	(livraison hebdomadaire)		
qui fonctionneront en moyenne chaque année		2,00 heures	(livraison annuelle de septembre)		
irée moyenne/jour =	0,25 heures	+	$\frac{0,25 \text{ heures}}{7 \text{ jours}}$	+	$\frac{2,00 \text{ heures}}{365 \text{ jours}}$
=	0,29 heures				
<hr/>					
LAMPES x PUISSANCE x DUREE DE FONCTIONNEMENT					
24 HEURES					
=					
3,28 Watts					

3.2 Salle B

Pour	1	tubes néons, chacun d'une puissance de	25 Watts		
qui fonctionneront en moyenne chaque jour		12,17 heures	(de 11h30 à 23h30 + réapprovisionnement)		
qui fonctionneront en moyenne chaque semaine		0,25 heures	(livraison hebdomadaire)		
qui fonctionneront en moyenne chaque année		2,00 heures	(livraison annuelle de septembre)		
irée moyenne/jour =	12,17 heures	+	$\frac{0,25 \text{ heures}}{7 \text{ jours}}$	+	$\frac{2,00 \text{ heures}}{365 \text{ jours}}$
=	12,21 heures				
<hr/>					
LAMPES x PUISSANCE x DUREE DE FONCTIONNEMENT					
24 HEURES					
=					
12,72 Watts					

3.3 Salle C

Pour	1	tubes néons, chacun d'une puissance de	25 Watts		
qui fonctionneront en moyenne chaque jour		12,08 heures	(de 11h30 à 23h30 + réapprovisionnement)		
<hr/>					
LAMPES x PUISSANCE x DUREE DE FONCTIONNEMENT					
24 HEURES					
=					
12,59 Watts					

4. Personnel

4.1 Salle A

Pour 1 travailleur(s) qui dégage(nt) chacun une puissance de 206 Watts **
et qui seront dans la chambre en moyenne chaque jour 0,29 heures *

* le temps des livaisons dans la salle A + réapprovisionnement quotidien

$$\frac{\text{NBRE DE PERS.} \times \text{QTITE DE CHALEUR} \times \text{DUREE DE PRESENCE}}{24 \text{ HEURES}} = 2,50 \text{ Watts}$$

4.2 Salle B

Pour 1 travailleur(s) qui dégage(nt) chacun une puissance de 192 Watts **
et qui seront dans la chambre en moyenne chaque jour 0,57 heures *

* le temps des livaisons dans la salle A + 100x10 secondes (0,28 heure) pour le service

$$\frac{\text{NBRE DE PERS.} \times \text{QTITE DE CHALEUR} \times \text{DUREE DE PRESENCE}}{24 \text{ HEURES}} = 4,55 \text{ Watts}$$

4.3 Salle C

Pour 1 travailleur(s) qui dégage(nt) chacun une puissance de 222 Watts **
et qui seront dans la chambre en moyenne chaque jour 0,22 heures *

$$\frac{\text{NBRE DE PERS.} \times \text{QTITE DE CHALEUR} \times \text{DUREE DE PRESENCE}}{24 \text{ HEURES}} = 2,06 \text{ Watts}$$

* le temps de réapprovisionnement quotidien + 50x10 secondes (0,14 heure) pour le service

** Quantité de chaleur dégagée donnée par "Calcul des chambres froides" de H-J Breidert aux Editions PYC page 25

5. Ouvertures de portes

Par formule suivante;

$$q = [8,0 + (0,067 \cdot \Delta tp)] \cdot \tau p \cdot \rho aa \cdot lp \cdot hp \cdot \sqrt{hp \left(1 - \frac{\rho ae}{\rho aa}\right)} \cdot (hae - haa) \cdot cra \text{ en Watts}$$

5.1. Salle A

5.1.1. Porte AB dans laquelle on a les valeurs suivantes

$\Delta tp =$	4 °C	= différence de t° intérieur/extérieur
$\tau p =$	0,29 heures	= temps d'ouverture de la porte sur 24h
$\rho aa =$	1,20 kg/m ³	= masse volumique de l'air ambiant (intérieur chambre)
$lp =$	1,40 mètres	= largeur de la porte
$hp =$	2,01 mètres	= hauteur de la porte
$\rho ae =$	1,18 kg/m ³	= masse volumique de l'air extérieur
$hae =$	38,00 kJ/kg	= enthalpie de l'air extérieur
$haa =$	30,00 kJ/kg	= enthalpie de l'air ambiant dans la chambre
$cra =$	1	= coefficient de minoration rideau d'air
		Rq = 1 si pas de rideau, 0,25 si porte avec rideau

On obtient donc une perte totale par ouverture de porte de

11,90 Watts

5.1.2. Porte AC La salle A étant plus chaude que la salle C, la puissance perdue par C au point 5.3.1. est gagnée par A
On obtient donc un gain par ouverture de la porte AC de

-4,06 Watts

5.1.3. Total des pertes par ouvertures de portes dans la salle A

7,85 Watts

5.2. Salle B

5.2.1. Porte AB La salle B étant plus chaude que la salle A, la puissance perdue par A au point 5.1.1. est gagnée par B
On obtient donc un gain par ouverture de la porte AB de

-11,90 Watts

5.2.2. Porte BE dans laquelle on a les valeurs suivantes

$\Delta tp =$	8 °C	= différence de t° intérieur/extérieur
$\tau p =$	0,45 heures	= temps d'ouverture de la porte sur 24h
$\rho aa =$	1,18 kg/m ³	= masse volumique de l'air ambiant (intérieur chambre)
$lp =$	1,40 mètres	= largeur de la porte
$hp =$	2,01 mètres	= hauteur de la porte
$\rho ae =$	1,15 kg/m ³	= masse volumique de l'air extérieur
$hae =$	68,00 kJ/kg	= enthalpie de l'air extérieur
$haa =$	38,00 kJ/kg	= enthalpie de l'air ambiant dans la chambre
$cra =$	1	= coefficient de minoration rideau d'air
		Rq = 1 si pas de rideau, 0,25 si porte avec rideau

On obtient donc une perte totale par ouverture de porte de

86,48 Watts

5.2.3. Total des pertes par ouvertures de portes dans la salle B

74,58 Watts

5.3. Salle C

5.3.1. Porte AC dans laquelle on a les valeurs suivantes

$\Delta t_p =$	5 °C	= différence de t° intérieur/extérieur
$\tau_p =$	0,14 heures	= temps d'ouverture de la porte sur 24h
$\rho_{aa} =$	1,23 kg/m ³	=masse volumique de l'air ambiant (intérieur chambre)
$l_p =$	0,80 mètres	=largeur de la porte
$h_p =$	2,01 mètres	=hauteur de la porte
$\rho_{ae} =$	1,20 kg/m ³	=masse volumique de l'air extérieur
$h_{ae} =$	30,00 kJ/kg	=enthalpie de l'air extérieur
$h_{aa} =$	22,00 kJ/kg	=enthalpie de l'air ambiant dans la chambre
$c_{ra} =$	1	=coefficient de minoration rideau d'air
		Rq =1 si pas de rideau, 0,25 si porte avec rideau

On obtient donc une perte totale par ouverture de porte de

4,06 Watts

5.3.2. Porte CE dans laquelle on a les valeurs suivantes

$\Delta t_p =$	17 °C	= différence de t° intérieur/extérieur
$\tau_p =$	0,14 heures	= temps d'ouverture de la porte sur 24h
$\rho_{aa} =$	1,23 kg/m ³	=masse volumique de l'air ambiant (intérieur chambre)
$l_p =$	0,80 mètres	=largeur de la porte
$h_p =$	2,01 mètres	=hauteur de la porte
$\rho_{ae} =$	1,15 kg/m ³	=masse volumique de l'air extérieur
$h_{ae} =$	68,00 kJ/kg	=enthalpie de l'air extérieur
$h_{aa} =$	22,00 kJ/kg	=enthalpie de l'air ambiant dans la chambre
$c_{ra} =$	1	=coefficient de minoration rideau d'air
		Rq =1 si pas de rideau, 0,25 si porte avec rideau

On obtient donc une perte totale par ouverture de porte de

41,75 Watts

5.3.3. Total des pertes par ouvertures de portes dans la salle C

45,81 Watts

6. Apports par les denrées

6.1. Salle A

Par formule suivante;

$$q = \frac{m \cdot C1(t1-t2)}{86400} \quad \text{en kW}$$

dans laquelle on a les valeurs suivantes

m=	156 kilos/jour	= masse des bouteilles introduites en moyenne par jour
c1=	2,529 kJ/kg.K	= capacité therm massique moy entre t1 & t2 des bouteilles
t1=	16 °C	=température initiale des bouteilles introduites
t2=	13 °C	=température finale des bouteilles introduites
	86400	=nombre de seconde dans une journée

On obtient donc une puissance totale pour refroidir les bouteilles de 0,014 kW

ou **13,72 Watts**

Petit calcul pour trouver la capacité moyenne d'une bouteille de vin rouge			
capacité thermique			
Verre =	0,720 kJ/kg.K	* représente	44 % ** du poids total d'une bouteille
Vin =	4,186 kJ/kg.K	* représente	56 % ** du poids total d'une bouteille
pour les bouteilles de vins rouges, on a donc une capacité thermique moyenne de:			2,659 kJ/kg.K
Petit calcul pour trouver la capacité moyenne d'une bouteille de champagne			
capacité thermique			
Verre =	0,720 kJ/kg.K	* représente	56 % ** du poids total d'une bouteille
Vin =	4,186 kJ/kg.K	* représente	44 % ** du poids total d'une bouteille
pour les bouteilles de champagnes, on a donc une capacité thermique moyenne de:			2,258 kJ/kg.K
Petit calcul pour trouver la capacité moyenne des bouteilles qui rentrent dans la salle A			
Vins rouges =	2,659 kJ/kg.K	représente	68 % du nombre total de bouteilles
Champagnes =	2,258 kJ/kg.K	représente	32 % du nombre total de bouteilles
on a donc comme capacité une moyenne de:			2,529 kJ/kg.K

- * Sources http://www.verreonline.fr/v_plat/prop_therm1.php
 Capacité thermique du verre : 720 J/kg/K
<http://www.matevi-france.com/visualisation.asp?rub=5&ch=83&pg=176>
 Habituellement on assimile la capacité thermique massique du moût et du vin à celle de l'eau (1 kcal/kg/°C)

** Données mesurées

Poids des bouteilles	Total	Verre (Vidange)	Vin
Vins Rouges	1,305 kg	0,575 kg	0,730 kg
Champagnes	1,645 kg	0,915 kg	0,730 kg

6.2. Salle B

dans laquelle on a les valeurs suivantes

m=	93 kilos/jour	= masse des bouteilles introduites en moyenne par jour
c1=	2,659 kJ/kg.K	= capacité therm massique moy entre t1 & t2 des bouteilles
t1=	13 °C	=température initiale des bouteilles introduites
t2=	17 °C	=température finale des bouteilles introduites
	86400	=nombre de seconde dans une journée

On obtient donc une puissance totale pour refroidir les bouteilles de -0,011 kW

ou -11,47 Watts

6.3. Salle C

dans laquelle on a les valeurs suivantes

m=	59 kilos/jour	= masse des bouteilles introduites en moyenne par jour
c1=	2,258 kJ/kg.K	= capacité therm massique moy entre t1 & t2 des bouteilles
t1=	13 °C	=température initiale des bouteilles introduites
t2=	8 °C	=température finale des bouteilles introduites
	86400	=nombre de seconde dans une journée

On obtient donc une puissance totale pour refroidir les bouteilles de 0,008 kW

ou 7,68 Watts

7. Ventilateurs de la salle B

a) Le ventilateur de bras Puissance 30 Watts et il tourne en permanence (Voir point 3.4. du TFE 30,00 Watts)

b) Les ventilateurs de régulation de la salle B

Pour faire nos petits calculs concernant les ventilateurs qui vont réguler

la t° de la chambre B, il va falloir affiner le bilan thermique pour cette chambre.

En effet, pour chaque poste, la puissance nécessaire est calculée sur 24 heures.

Mais ici, on a deux tranches de 12 heures radicalement différentes (la nuit et les heures d'ouverture du resto).

On pourrait donc simplifier en doublant les postes calculés sur 24 h et qui sont en fait dépensés en 12 h.

En conservant évidemment une moyenne identique, cela donnerait ceci;

	Salle B *	Nuit	Jour	* Voir point 1.5 ou 8 de ce bilan thermique
Parois	-27,61 Watts	-27,61 Watts	-27,61 Watts	
Eclairage	12,72 Watts	0,00 Watts	25,44 Watts	
Personnel	4,55 Watts	0,00 Watts	9,10 Watts	
Brassage	30,00 Watts	30,00 Watts	30,00 Watts	
Ouvertures de portes	74,58 Watts	0,00 Watts	149,16 Watts	
Marchandise	-11,47 Watts	-22,94 Watts	0,00 Watts	
	82,77 Watts	-20,55 Watts	186,09 Watts	

Cela est donc très important dans ce cas car il est nécessaire de refroidir la chambre en journée et la réchauffer la nuit !!!

Le problème est de calculer ici si la puissance de mes ventilateurs sera suffisante pour apporter ou retirer cette énergie à B

Nous calculerons ici aussi la chaleur dégagée par ces 4 ventilateurs de manière à en tenir compte dans le bilan thermique

Nous avons les données suivantes :

Puissance des ventilos	19,0	Watts		
Débit d'air des ventilos	160,0	m³/h		
Puissance des ventilos	12,0	Watts		
Débit d'air des ventilos	48,0	m³/h		
Enthalpies de l'air de	30,0	kJ/kgaz	Rq: 1 kJ = 0,27777777	Watt.h
Enthalpies de l'air de l	38,0	kJ/kgaz		
Enthalpies de l'air ex	68,0	kJ/kgaz		
Masse volumique de l'air	1,20	kg/m³		
Masse volumique de l'air	1,18	kg/m³		
Masse volumique de l'air	1,15	kg/m³		

Commençons par convertir les kJ/kgaz en Watt.h/m³

Enthalpies de l'air de A	30,0	X	0,27777777	X	1,20	=	10,00	Watt.h/m³
Enthalpies de l'air de B	38,0	X	0,27777777	X	1,18	=	12,46	Watt.h/m³
Enthalpies de l'air ext	68,0	X	0,27777777	X	1,15	=	21,72	Watt.h/m³

1) La nuit en ventilant entre B et l'extérieur, nous allons donc avoir:

enthalpie B - ext {Watt.h/m³}	X	débit {m³/h}	=	puissance {Watt}
-9,27	X	48,0	=	-444,80 Watts

Nous pouvons donc dire approximativement que les ventilateurs tourneront 4,62% du temps

et qu'ils dégageront donc

24,0	X	4,62%	=	1,11 Watts
------	---	-------	---	------------

2) La jour en ventilant entre B et A, nous allons donc avoir:

enthalpie B - A {Watt.h/m³}	X	débit {m³/h}	=	puissance {Watt}
2,46	X	160,0	=	392,89 Watts

Nous pouvons donc dire approximativement que les ventilateurs tourneront 47,36% du temps

et qu'ils dégageront donc

38,0	X	47,36%	=	18,00 Watts
------	---	--------	---	-------------

Moyenne jour/nuit = 9,55 Watts

Total = 39,55 Watts

8. VMC de la salle A

8.1. La formule

On utilisera cette formule;

$$\begin{array}{ccccccc} \text{(hae - haa)} & \times & \text{débit de volume} & \times & \text{masse volumique} & = & \text{puissance} \\ \frac{\text{kJ}}{\text{Kg}} & \times & \frac{\text{m}^3}{\text{s}} & \times & \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} & = & \frac{\text{kJ}}{\text{s}} \end{array}$$

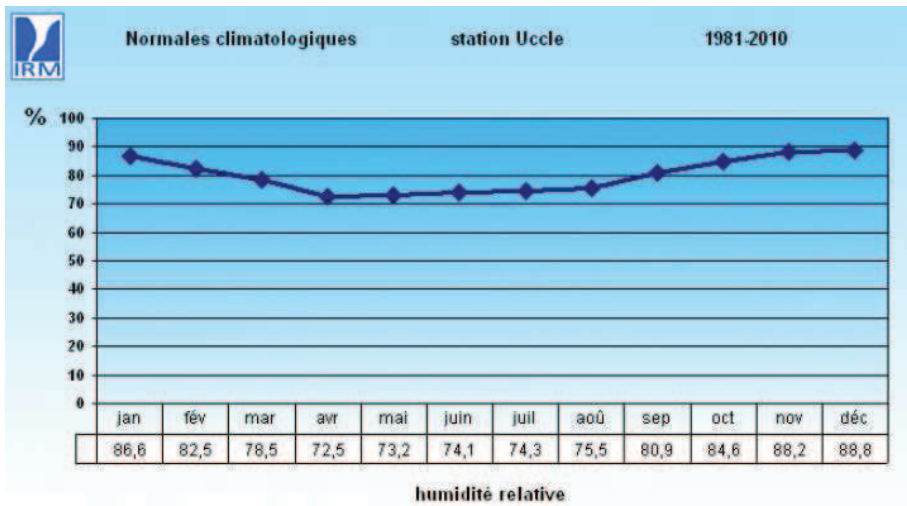
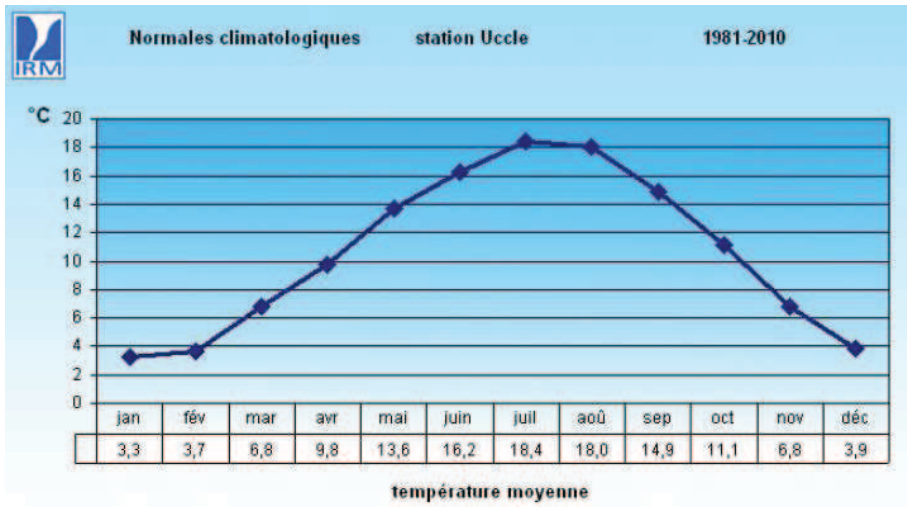
8.2. Les données

8.2.1. hae = enthalpie de l'air extérieur

C'est la valeur qui va nous poser le plus de problèmes.

En effet, on prend l'air extérieur et il n'est pas à température et hygrométrie constante.

Je vais simplifier le calcul en prenant une température et une hygrométrie moyenne par mois.



Voici les valeurs d'enthalpie que cela nous permet de calculer;

Janvier	15,32 kJ/kg
Février	16,07 kJ/kg
Mars	22,22 kJ/kg
Avril	28,79 kJ/kg
Mai	38,17 kJ/kg
Juin	45,38 kJ/kg
Juillet	52,08 kJ/kg
Août	50,82 kJ/kg
Septembre	41,70 kJ/kg
Octobre	31,87 kJ/kg
Novembre	22,23 kJ/kg
Décembre	16,45 kJ/kg

8.2.2. h_{aa} = enthalpie de l'air intérieur

Ici c'est relativement simple puisque nous avons des conditions stables et constantes.

On peut dire que h_{aa} = 30,00 kJ/kg

8.2.3. Le débit

On a décidé qu'un renouvellement du volume 4 x/jour était suffisant

Cela fait 1176,35 m³ par jour

En m³/s cela nous donne 0,01362 m³/s

8.2.4. La masse volumique

Cette valeur aussi va nous poser problème.

Faisons donc la même démarche que pour h_{ae} et simplifions grâce aux valeurs de température et d'humidité relative moyennes.

Voici les valeurs de masse volumique que cela nous permet de calculer;

Janvier	1,27 kg/m ³
Février	1,26 kg/m ³
Mars	1,24 kg/m ³
Avril	1,23 kg/m ³
Mai	1,20 kg/m ³
Juin	1,19 kg/m ³
Juillet	1,18 kg/m ³
Août	1,18 kg/m ³
Septembre	1,20 kg/m ³
Octobre	1,22 kg/m ³
Novembre	1,25 kg/m ³
Décembre	1,26 kg/m ³

8.3. Le calcul

On utilisera cette formule;

$$22,08 \text{ kJ/kg} \times 0,01362 \text{ m}^3/\text{s} \times 1,18 \text{ kg/m}^3 = 0,354 \text{ kJ/s ou kW}$$

ou **353,67 Watts**

9. Total de tous les apports

	Salle A	Salle B	Salle C	Toute l'installation
Parois	1361,81 Watts	-25,21 Watts	168,94 Watts	1505,54 Watts
Eclairage	3,28 Watts	12,72 Watts	12,59 Watts	28,58 Watts
Personnel	2,06 Watts	4,55 Watts	2,06 Watts	8,66 Watts
Ouvertures de portes	7,85 Watts	74,58 Watts	45,81 Watts	128,24 Watts
Marchandise	13,72 Watts	-11,47 Watts	7,68 Watts	9,93 Watts
Ventilateurs de B	- - -	39,55 Watts	- - -	39,55 Watts
Ventilation de la salle A	353,67 Watts	- - -	- - -	353,67 Watts

TOTAUX	1742,39 Watts	94,72 Watts	237,07 Watts	2074,18 Watts
--------	----------------------	--------------------	---------------------	----------------------