

Nom :

Prénom :

Date :

Livret d'exercices

Thème	Rubrique	Sous-rubrique	Sous sous-rubrique
Energétique			

Estimation des déperditions thermiques - Partie 2

Auteurs: Patrick Delpech, Etienne Hoonakker

<https://formation.xpair.com/cours/estimation-deperditions-thermiques.htm>

Principe d'utilisation du livret d'exercices

Ce livret vous permettra de rédiger vos réponses aux exercices du dossier d'Eformation Xpair.com. Vous alternerez ainsi lecture ou audition du dossier en ligne et rédaction dans le livret.

Pour chaque exercice, vous rédigerez votre réponse, puis vous en étudierez la correction en ligne avant de passer à l'exercice suivant.

Si vous ne savez pas traiter un exercice, vous pourrez directement en étudier la correction, mais aussi souvent que possible obligez-vous à une rédaction.

Notez qu'entre 2 exercices, il pourra être nécessaire d'étudier le cours. Pour vous en prévenir, vous trouverez parfois, dans le livret l'indication :

« Etudiez le cours en ligne avant de passer à l'exercice suivant » ou « Etudiez le cours en ligne avant de passer au § suivant ».

N'étudiez que les paragraphes et les exercices relatifs au niveau de difficulté égal ou inférieur à celui prévu pour votre formation.

- Niveau 3 : difficulté CAP
- Niveau 4 : difficulté Bac
- Niveau 5 : difficulté Bac+2

Puis, lorsque vous aurez terminé un dossier, vous pourrez vous évaluer en ligne par un test QCM dans lequel vous ne traiterez que les questions relatives aux thèmes que vous aurez étudiés.

Bon travail.
Les auteurs.

NB : Si vous détectez une coquille ou une erreur dans le présent livret ou dans le dossier en ligne, nous vous serons très reconnaissants de l'indiquer à Xpair sur la messagerie mq@xpair.com.

N°1 – Les postes de déperdition – niv 4

Etudiez le cours en ligne.

On distingue 3 postes de déperdition :

- Les déperditions surfaciques Φ_s
- Les déperditions linéiques Φ_L
- Les déperditions par renouvellement d'air Φ_v

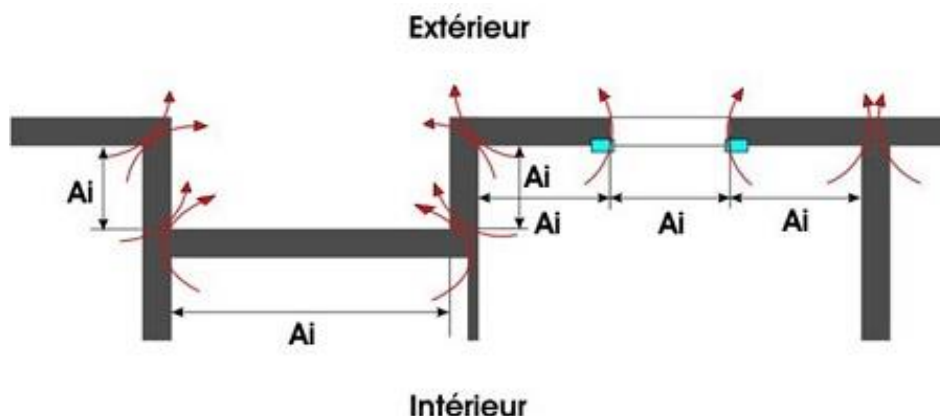
Question Q1 : Que se passerait-il dans un bâtiment si le débit d'entrée d'air extérieur d'aération ne correspondait pas à un débit de sortie d'air équivalent?

Remarque :

Les déperditions par infiltration et renouvellement d'air neuf dues à l'introduction d'air neuf sont de l'ordre de 15 % des déperditions totales dans l'ancien et de 30% dans le neuf.

N°2 – Estimation des déperditions linéiques – niv 4

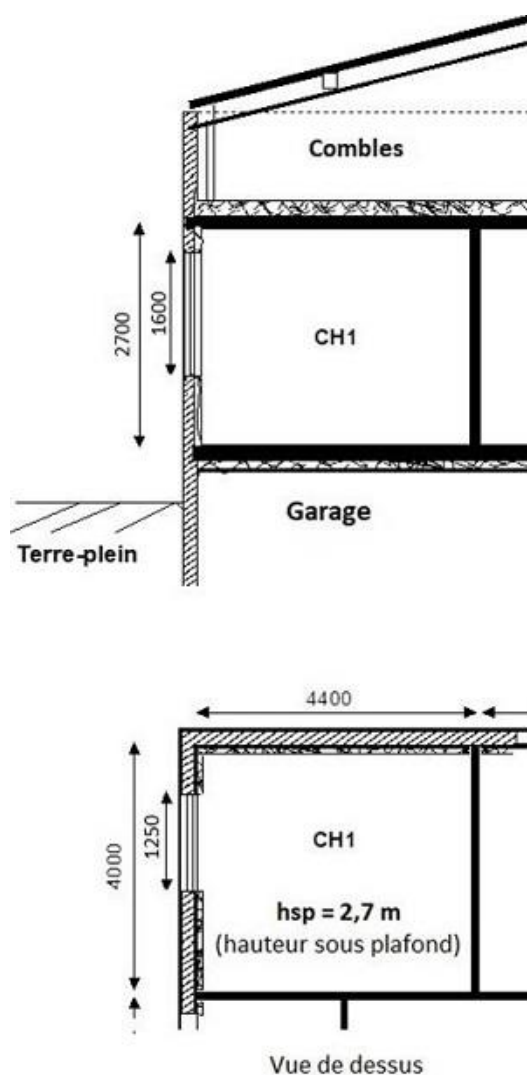
Le calcul exact des déperditions linéiques Φ_L est complexe.



En première approche on se contente d'estimer les déperditions linéiques Φ_L comme un % des déperditions surfaciques, en considérant qu'elles sont de :

- 10% des déperditions surfaciques en construction ancienne mal isolée
- 20% des déperditions surfaciques en construction ancienne rénovée
- 30% des déperditions surfaciques en construction moderne bien isolée

Question Q1 : Pour quelle raison, lorsqu'elles sont exprimées en % des déperditions surfaciques, les déperditions linéiques sont d'autant plus importantes que le local est bien isolé ?



Question Q2 : Les déperditions surfaciques de la chambre n°1 définie ci-dessus ont été déterminées dans le dossier précédent. Le tableau ci-après indique le détail de ces déperditions surfaciques, exprimé en [W/K].

Calculez en [W] les déperditions linéiques de cette pièce sachant qu'elle se trouve dans un pavillon ancien thermiquement rénové et qu'elle est chauffée à 19 [°C] pour une température de base extérieure de -7 [°C].

PAROI chambre n°1	Coeff. U [W/m².K]	Surface A [m²]	Coefficient b	Déperditions en [W/K] $U \times A \times b$
Fenêtres	2	2	100%	4
Mur ext.	0,5	20,7	100%	10,35
Plafond	0,3	17,6	90%	4,75
Plancher	0,5	17,6	70%	6,16
			Total	25,26

Rappelons les ordres de grandeur des "coefficients U de déperdition surfacique". Le tableau ci-dessous a été étudié dans le précédent dossier consacré à l'estimation des déperditions.

Ordre de grandeur des coefficients U de déperdition surfacique	
Type de Paroi	Coefficient U [W/m²K]
Paroi verticale ou horizontale pleine sans isolant (béton, pierre, porte entrée bois plein)	3
Paroi verticale ou horizontale creuse sans isolant (parpaing, brique creuse, béton plus contre cloison etc.)	2,5
Paroi verticale ou horizontale avec couche d'isolant 5 [cm]	0,7
Paroi verticale ou horizontale avec couche d'isolant 10 [cm]	0,5
Paroi verticale ou horizontale avec couche d'isolant 20 [cm]	0,3
Vitrage simple sur châssis métallique	5,5
Vitrage simple sur châssis non métallique (bois, PVC)	5
Vitrage double sur châssis métallique	2,5
Vitrage double sur châssis non métallique	2
Cloison intérieure verticale ou horizontale pleine non isolée	3,5
Cloison intérieure verticale ou horizontale creuse non isolée	2,5
Cloison intérieure verticale ou horizontale creuse isolée	0,5

Rappelons les ordres de grandeur des valeurs forfaitaires des coefficient *b* de réduction des déperditions vers les locaux "moins chauffés". Le tableau ci-dessous a été étudié dans le précédent dossier consacré à l'estimation des déperditions.

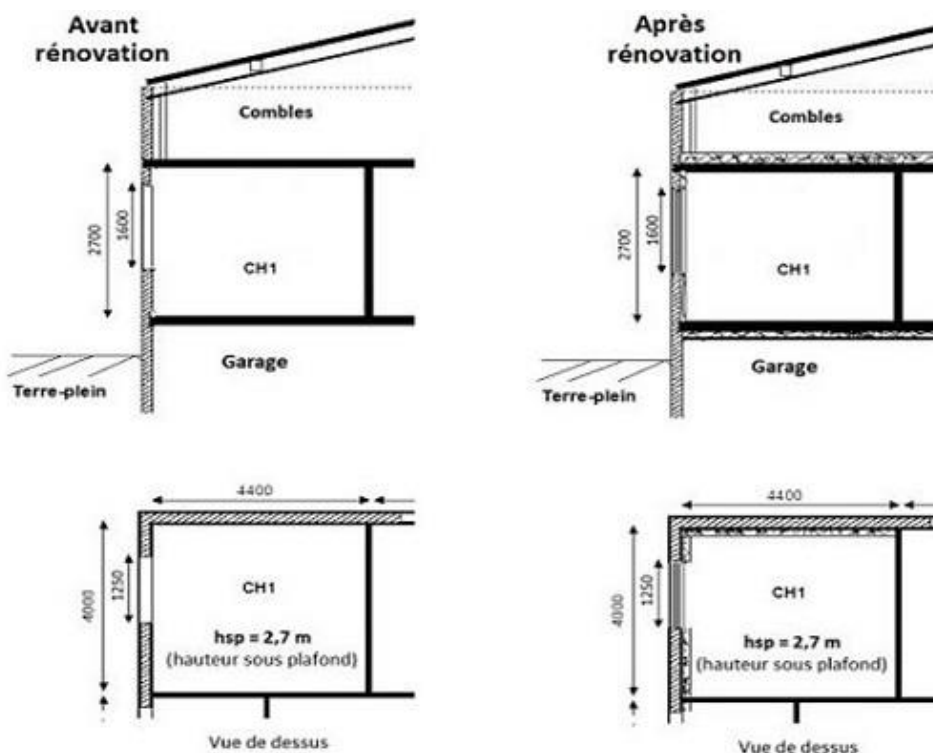
Valeurs forfaitaires des coefficients <i>b</i> Déperditions vers les locaux « non chauffés ou moins chauffés »	
Description du local non chauffé	Coefficient <i>b</i>
Hall d'entrée non chauffé d'un immeuble	0,8 ou 80%
Cage d'escalier centrale non chauffée séparée de l'extérieur par un sas d'entrée non chauffé	0,3 ou 30%
Cage d'escalier centrale donnant directement sur l'extérieur	0,4 ou 40%
Hall d'entrée d'un immeuble chauffé à 15 [°C]	0,2 ou 20%
Cage d'escalier chauffée à 15 [°C]	0,2 ou 20%
Cave, garage, sous-sol d'un bâtiment : A : Très enterré, plancher haut non isolé B : Peu enterré, plancher haut non isolé C : Très enterré, plancher haut isolé D : Peu enterré, plancher haut isolé	0,4 ou 40% 0,6 ou 60% 0,7 ou 70% 0,8 ou 80%
A : Grenier, comble, non chauffé, non isolé vers l'extérieur, séparé des locaux chauffés par une paroi isolée B : Grenier, comble, non chauffé, non isolé vers l'extérieur, séparé des locaux chauffés par une paroi non isolée C : Grenier, comble, non chauffé, isolé vers l'extérieur, séparé des locaux chauffés par une paroi isolée D : Grenier, comble, non chauffé, isolé vers l'extérieur, séparé des locaux chauffés par une paroi non isolée	0,9 ou 90% 0,8 ou 80% 0,7 ou 70% 0,6 ou 60%
Vide sanitaire aéré d'un bâtiment ancien (plancher non isolé)	0,5 ou 50 %
Vide sanitaire aéré d'un bâtiment récent (plancher isolé)	0,7 ou 70%
Vide sanitaire non aéré d'un bâtiment ancien (plancher non isolé)	0,3 ou 30%
Vide sanitaire non aéré d'un bâtiment récent (plancher isolé)	0,5 ou 50%

Question Q3 : Calculez en [W] les déperditions surfaciques et linéiques de la chambre n°1 avant la rénovation thermique du pavillon. Aucune paroi ou cloison n'était alors isolée.

Les murs extérieurs étaient en parpaing creux. Le plafond de la chambre n'était pas isolé mais comportait une lame d'air, et celui du garage très enterré était une simple dalle en béton armé. La fenêtre était en simple vitrage châssis bois.

PAROI chambre n°1	Coeff. U [W/m².K]	Surface A [m²]	Coefficient b	Déperditions en [W/K] $U \times A \times b$
Fenêtres		2		
Mur ext.		20,7		
Plafond		17,6		
Plancher		17,6		
			Total	

Question Q4 : Avant rénovation thermique les déperditions linéiques de la chambre n°1 pouvaient être considérées de 10% des déperditions surfaciques. Après rénovation elles peuvent être considérées de 20 % des déperditions surfaciques. Selon les résultats des exercices précédents les déperditions linéiques de la chambre n°1 ont-elles augmenté ou diminué ?



N°3 – Estimation des débits d'air d'aération – niv 4

Etudiez le cours en ligne.

Le débit d'air neuf peut s'exprimer en $[m^3/h]$ mais aussi par un **taux de brassage** indiqué en $[Vol/h]$ (volume du local par heure).

QUESTION Q1 : Un local de $4 \times 10 \times 3$ [m], est l'objet d'un taux de brassage de 2 $[Vol/h]$.
Quel est le débit d'air introduit en $[m^3/h]$?

QUESTION Q2 : Dans un local de $6 \times 12 \times 2,5$ [m], on introduit un débit d'air de 300 $[m^3/h]$.
Quel est le taux de brassage du local ?

QUESTION Q3 : Dans un local de $8 \times 12 \times 4$ [m] où travaillent 6 personnes, on introduit un débit d'aération de 45 $[m^3/h.p]$ (45 $[m^3]$ par heure et par personne).
Quel est le taux de renouvellement d'air ?

Etudiez le cours en ligne avant de traiter l'exercice suivant.

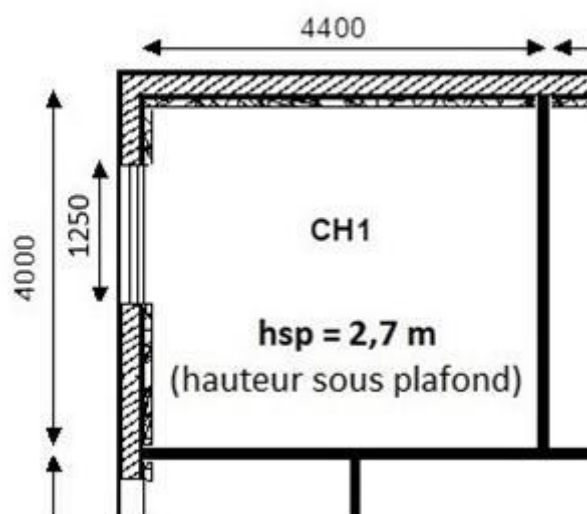
Pour déterminer les déperditions par renouvellement d'air dans les pièces de vie on y estimera les débits d'air extérieur d'aération par :

Taux d'aération des pièces de vie dans les logements équipés d'extraction d'air dans les pièces de service	
Logements récents ou bien rénovés	0,6 $[Vol/h]$
Logements anciens état moyen	1 $[Vol/h]$

Pour les locaux régis par le code du travail, les débits d'air neuf sont fonction du nombre d'occupants et de leur activité : Locaux régis par le code du travail (Article R4222-6 du 7 mars 2008) :

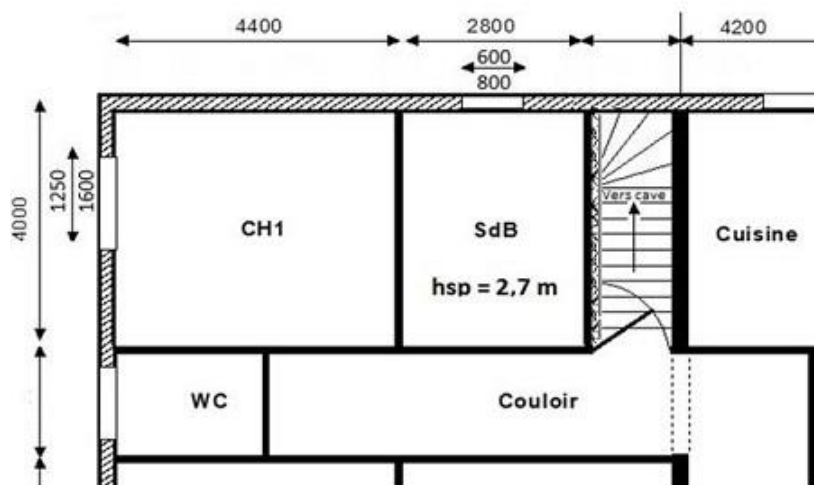
Destination des locaux	Débit minimal d'air neuf [m ³ /h] par occupant
Bureaux, locaux sans travail physique	25
Locaux de restauration, vente, réunions	30
Ateliers et locaux avec travail physique léger	45
Autres ateliers et locaux	60

QUESTION Q4 : Le pavillon étudié est équipé d'une VMC avec extraction de l'air dans la cuisine, la salle de bain et le WC. Les fenêtres sont récentes et en bon état.
Déterminez le débit d'air neuf, source de déperditions par renouvellement d'air, dans la chambre n°1.

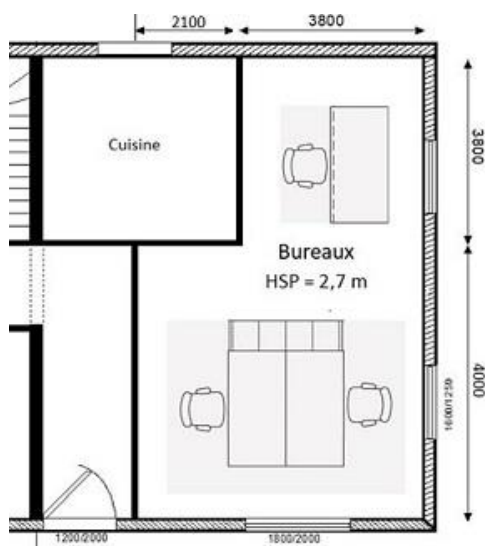


QUESTION Q5 : Le pavillon étudié est équipé d'une VMC avec extraction de l'air dans la cuisine, la salle de bain et le WC. Les fenêtres sont récentes et en bon état.

Déterminez le débit d'air neuf, source de déperditions par renouvellement d'air, dans la salle de bain.



QUESTION Q6 : Selon le code du travail, quel débit d'air neuf devrait recevoir la zone de travail définie ci-dessous. Quel sera alors son taux de renouvellement d'air ?



N°4 – Calculs complets de déperditions – niv 4

Etudiez le cours en ligne.

Si l'on connaît le taux d'aération, on détermine le débit de renouvellement d'air.

Taux d'aération des pièces de vie dans les logements équipés d'extraction d'air dans les pièces de service	
Logements récents ou bien rénovés	0,6 [Vol/h]
Logements anciens état moyen	1 [Vol/h]

Si l'on connaît le débit de renouvellement d'air, on peut calculer les déperditions correspondantes par :

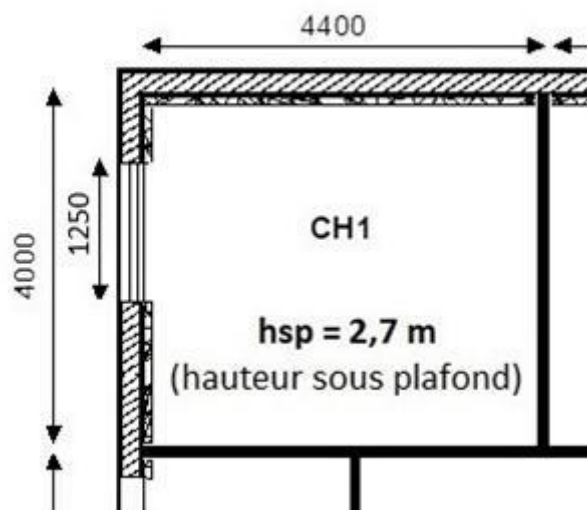
$$\Phi_v = q_{v \text{ air neuf}} \times 0,34$$

Avec :

$q_{v \text{ air neuf}}$: débit d'aération en [m^3/h]

0,34 : Chaleur volumique de l'air en [$\text{Wh}/\text{m}^3 \cdot \text{K}$]

QUESTION Q1 : Calculez en [W] les déperditions totales de la chambre n°1 sachant que les fenêtres du pavillon rénové sont neuves et que le pavillon dispose d'une VMC avec extraction de l'air par les locaux de service. Les déperditions surfaciques ont été calculées dans le dossier « Estimation des déperditions - partie 1 ».

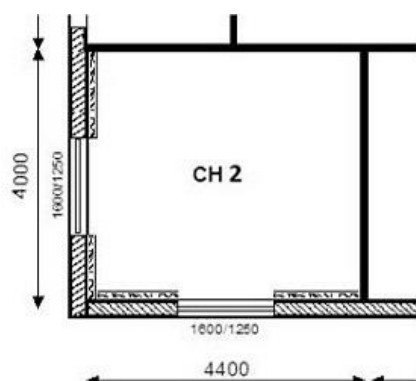


Déperditions de la chambre n°1				
Déperditions surfaciques Φ_s en [W/K]				
PAROI Chambre n°1	Coeff. U [W/m².K]	Surface A [m²]	Coefficient b	Déperditions en [W/K] $U \times A \times b$
Fenêtres	2	2	100%	4
Mur ext.	0,5	20,7	100%	10,35
Plafond	0,3	17,6	90%	4,75
Plancher	0,5	17,6	70%	6,16
Déperditions surfaciques $\Phi_s =$				25,26
Déperditions linéiques Φ_L en [W/K]				
% des déperditions surfaciques				20%
Déperditions linéiques $\Phi_L = \Phi_s \times \%$				5,05
Déperditions par renouvellement d'air Φ_V en [W/K]				
Volume du local V en [m³/h]=				?
Taux d'aération $\tau =$				?
Déperditions par renouvellement d'air = $V \times \tau \times 0,34 =$				?
Déperditions totales Φ en [W/K]				
$\Phi_s + \Phi_L + \Phi_V =$				?
Déperditions totales Φ en [W]				
Température intérieure en [°C]				19
Température extérieure de base en [°C]				-7
ΔT en [K]				?
Déperditions totales Φ en [W] = $(\Phi_s + \Phi_L + \Phi_V) \times \Delta T$				?

Pour mémoire, en première approche les déperditions linéiques HL peuvent être estimées comme un % des déperditions surfaciques en considérant qu'elles sont de :

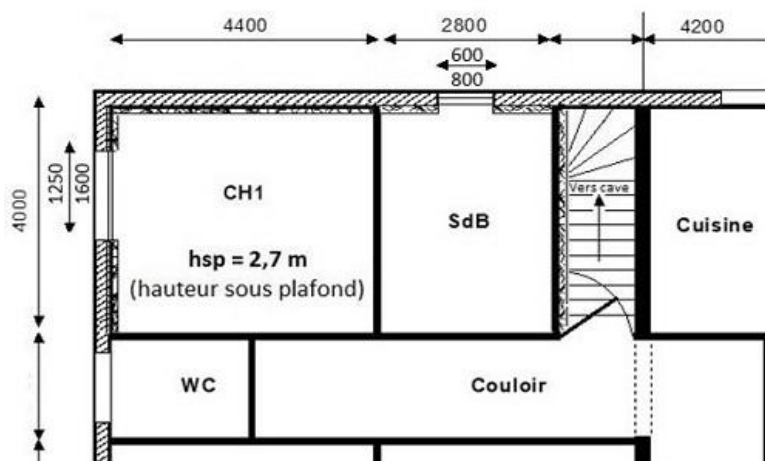
- 10% des déperditions surfaciques en construction ancienne mal isolée
- 20% des déperditions surfaciques en construction ancienne rénovée
- 30% des déperditions surfaciques en construction moderne bien isolée

QUESTION Q2 : Calculez en [W] les déperditions totales de la chambre 2 chauffée à 19 [°C] par -7 [°C] extérieur, sachant que les fenêtres du pavillon rénové sont neuves et que le pavillon dispose d'une VMC avec extraction de l'air par les locaux de service. Les déperditions surfaciques ont été calculées dans le dossier « Estimation des déperdition- partie 1 ».



Déperdition de la chambre n°2				
Déperditions surfacique Φ_s en [W/K]				
PAROI Chambre n°2	Coeff. U . [W/m². K]	Surface A [m²]	Coefficient b	Déperditions en [W/K] $U \times A \times b$
Fenêtres	2	4	100%	8
Mur ext.	0,5	18,7	100%	9,35
Plafond	0,5	17,6	70%	6,16
Plancher	0,7	17,6	70%	8,62
Déperditions surfacique $\Phi_s =$				32,13
Déperditions linéiques Φ_L en [W/K]				
% des déperditions surfaciques				?
Déperditions linéiques $\Phi_L = \Phi_s \times \%$				?
Déperditions par renouvellement d'air Φ_V en [W/K]				
Volume du local V en [m³/h]=				?
Taux d'aération $\tau =$				?
Déperditions par renouvellement d'air = $V \times \tau \times 0,34 =$				?
Déperditions totales Φ en [W/K]				
$\Phi_s + \Phi_L + \Phi_V =$				?
Déperditions totales Φ en [W]				
Température intérieure en [°C]				21
Température extérieure de base en [°C]				-7
ΔT en [K]				?
Déperditions totales Φ en [W] = $(\Phi_s + \Phi_L + \Phi_V) \times \Delta T$				?

QUESTION Q3 : Calculez en [W] les déperditions totales de la salle de bain chauffée à 21 [°C] par -7 [°C] extérieur, sachant que le pavillon dispose d'une VMC avec extraction de l'air par les locaux de service.



Déperdition de la salle de bain				
Déperditions surfaciques Φ_s en [W/K]				
PAROI Salle de bain	Coeff. U [W/m ² .K]	Surface A [m ²]	Coefficient b	Déperditions en [W/K] $U \times A \times b$
Fenêtres	2	0,48	100%	0,96
Mur ext.	0,5	7,08	100%	3,54
Plafond vers combles	0,3	11,2	90%	3,02
Plancher vers caves	0,5	11,2	70%	3,92
Cloison vers cage d'escalier	0,5	10,8	35%	1,89
Cloisons vers locaux chauffés à 19° C (CH1 et couloir)	2,5	18,36	7%	3,21
Déperditions surfaciques $\Phi_s =$				16,54
Déperditions linéiques Φ_L en [W/K]				
% des déperditions surfaciques				?
Déperditions linéiques $\Phi_L = \Phi_s \times \%$				?
Déperditions par renouvellement d'air Φ_v en [W/K]				
Volume du local V en [m ³ /h]=				?
Taux d'aération $\tau =$				?
Déperditions par renouvellement d'air $= V \times \tau \times 0,34 =$				?
Déperditions totales Φ en [W/K]				
HS + HL + HV				?
Déperditions totales Φ en [W]				
Température intérieure en [°C]				21
Température extérieure de base en [°C]				-7
ΔT en [K]				?
Déperditions totales Φ en [W] $= (\Phi_s + \Phi_L + \Phi_v) \times \Delta T$				?

N°5 – La résistance thermique – niv 4 à 5

Etudiez le cours en ligne.

Exemples de coefficients U de déperdition surfacique		
Paroi	Coefficient U [W/m²K]	Résistance thermique R en [m²K / W]
Vitrage simple sur châssis métallique	5,5	0,18
Paroi verticale ou horizontale pleine sans isolant (béton, pierre, porte entrée bois plein)	3	0,33
Vitrage double sur châssis non métallique	2	0,5
Paroi verticale ou horizontale avec couche d'isolant 5 [cm]	0,7	1,4
Paroi verticale ou horizontale avec couche d'isolant 20 [cm]	0,3	3,3

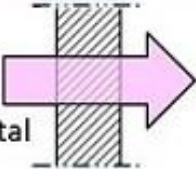
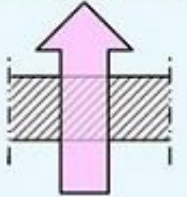
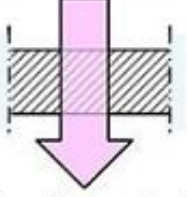
$$R = \frac{e}{\lambda} + \text{Résistance thermique superficielle}$$

e = épaisseur de matériau en mètre

λ = conductivité thermique en W/m.K

R = résistance thermique en m².K/W

Coefficient de conductivité thermique de matériaux	
Matériau	Conductivité W/mK]
Polyuréthane	0,03
Laine de verre	0,04
Bois de sapin	0,15
Plaque de plâtre	0,25
Plâtre carreaux	0,25
Brique pleine	0,74
Pierre	1,7
Béton plein	1,8

Sens du flux de chaleur	Résistance thermique superficielle R [m ² .K/W]
Parois verticale Inclinaison $\geq 60^\circ$  Flux horizontal	0,17
Parois horizontale Inclinaison $< 60^\circ$  Flux ascendant	0,14
 Flux descendant	0,21

QUESTION Q1 : Déterminez le coefficient de déperdition surfacique U d'un mur vertical en béton plein de 20 [cm] d'épaisseur.

Lorsque la paroi est constituée de plusieurs couches, les résistances thermiques des différentes couches s'additionnent.

$$R = \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_i}{\lambda_i} + \text{Résistance thermique superficielle}$$

e = épaisseur de matériau en mètre

λ = conductivité thermique en W/m.K

R = résistance thermique en m².K/W

QUESTION Q2 : Sachant que les résistances thermiques des différentes couches constitutives d'une paroi s'additionnent, déterminez le coefficient de déperdition surfacique U d'un mur vertical constitué d'une couche de béton plein de 20 [cm] d'épaisseur et d'une couche d'isolant de 8 [cm] de type polyuréthane.

Une simple couche d'air est un début d'isolation

Résistance thermique des couches d'air en [m ² .K/W]			
Épaisseur de la couche d'air [en mm]	Sens du flux de chaleur		
	Ascendant	Horizontal	Descendant
$7 \leq d < 10$	0,13	0,13	0,13
$10 \leq d < 15$	0,15	0,15	0,15
$15 \leq d < 25$	0,16	0,17	0,17
$25 \leq d < 50$	0,16	0,18	0,19
$50 \leq d < 100$	0,16	0,18	0,21
$100 \leq d < 300$	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23

QUESTION Q3 : Déterminez le coefficient de déperdition surfacique U du plancher d'un grenier constitué de 2 lames de sapin de 2 [cm] d'épaisseur séparant une lame d'air de 8 [cm].

Après avoir étudié en ligne ce dossier, évaluez-vous par un test

<https://formation.xpair.com/cours/estimation-deperditions-thermiques.htm>

Résultat Test 1	/10
Résultat éventuel Test 2	/10
Résultat éventuel Test 3	/10