

B.3.3. Refroidissement par évaporation

Le refroidissement par évaporation (ou refroidissement adiabatique) consiste en principe d'une méthode qui refroidit l'air de ventilation d'un bâtiment par injection de l'eau. Il existe de nombreuses variantes de cette technologie, avec des prétraitements et des techniques de récupération différentes. La performance des systèmes de refroidissement par évaporation est fortement variable en fonction du type de conception de ces systèmes.

Si de l'eau ordinaire est injectée dans l'air de ventilation amené ou l'air de ventilation extrait, alors la méthode suivante peut être appliquée. Pour tous les autres systèmes plus complexes, le facteur $\Gamma_{\text{precool,zone } z,m}$ devra être déterminé sur base du principe d'équivalence.

B.3.3.1 Efficacité $e_{\text{precool},m}$ du système de pré-refroidissement

Pour du refroidissement par évaporation, la valeur par défaut pour l'efficacité vaut :

$$e_{\text{precool},m} = 0,8 \cdot w_{\text{evap},m} \quad [-]$$

avec :

$w_{\text{evap},m}$ un facteur mensuel qui tient compte du temps de fonctionnement du refroidissement par évaporation (-) :

si $Q_{\text{cool,net},m} \leq 0$ alors $w_{\text{evap},m} = 0$

si $Q_{\text{cool,net},m} > 0$ alors $w_{\text{evap},m} = 1$

où :

$$Q_{\text{cool,net},m} = \sum Q_{\text{cool,net,seci},m} \quad [\text{MJ}]$$

avec :

$Q_{\text{cool,net,seci},m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement d'un secteur énergétique i , déterminés sans prendre en compte le système de refroidissement par évaporation considéré, en MJ.

Il faut faire la somme sur tous les secteurs énergétiques i de la zone de ventilation z qui sont reliés au refroidissement par évaporation.

B.3.3.2 Température de référence pour l'abaissement de température maximal $\theta_{\text{precool,ref,max},m}$

Si de l'eau ordinaire est injectée dans l'air de ventilation amené ou l'air de ventilation extrait, alors la température de référence est la température humide du débit d'air concerné. La valeur par défaut de $\theta_{\text{precool,ref,max},m}$ est égale à la température moyenne mensuelle humide, donnée au Tableau [21].

Tableau [21] : Température mensuelle moyenne humide

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
°C	1,9	1,7	3,0	5,9	9,3	12,7	14,6	14,7	12,0	9,7	4,8	2,3

Annexe C : l'ensoleillement mensuel

C.1 Introduction

La présente annexe décrit les algorithmes de calcul de l'ensoleillement mensuel d'une surface quelconque j . L'ensoleillement est calculé pour les fenêtres, les systèmes d'énergie solaire passive, les capteurs solaires thermiques et les installations photovoltaïques. Pour l'utilisateur, seul le § C.2, où l'on définit comment l'ombrage est caractérisé, est intéressant.

La pente θ_j du plan j est l'angle, exprimé en degrés, entre la verticale et la normale au plan j . Pour une surface horizontale, la pente est de 0° , pour une surface verticale, elle est de 90° .

L'orientation ϕ_j du plan j est l'angle, exprimé en degrés, entre le sud et la projection horizontale de la normale sur le plan j . En direction de l'ouest, l'orientation est positive tandis qu'elle est négative en direction de l'est.

C.2 Schématisation de l'ombrage

Généralités

Une surface ensoleillée j peut être ombragée par des éléments environnants étrangers au bâtiment, appelés obstacles, et par des éléments liés au bâtiment, appelés saillies horizontales et verticales. Les obstacles font écran au rayonnement solaire direct si le soleil descend en dessous d'une hauteur déterminée. Les saillies horizontales font écran au rayonnement solaire direct si le soleil se trouve au-dessus d'une hauteur déterminée et les saillies latérales font écran au rayonnement solaire direct si l'angle horaire est inférieur ou supérieur à une valeur déterminée. Les obstacles comprennent les bâtiments, arbres et collines environnants. Les saillies comprennent les débords de toiture, balcons, auvents horizontaux et prolongements de murs latéraux.

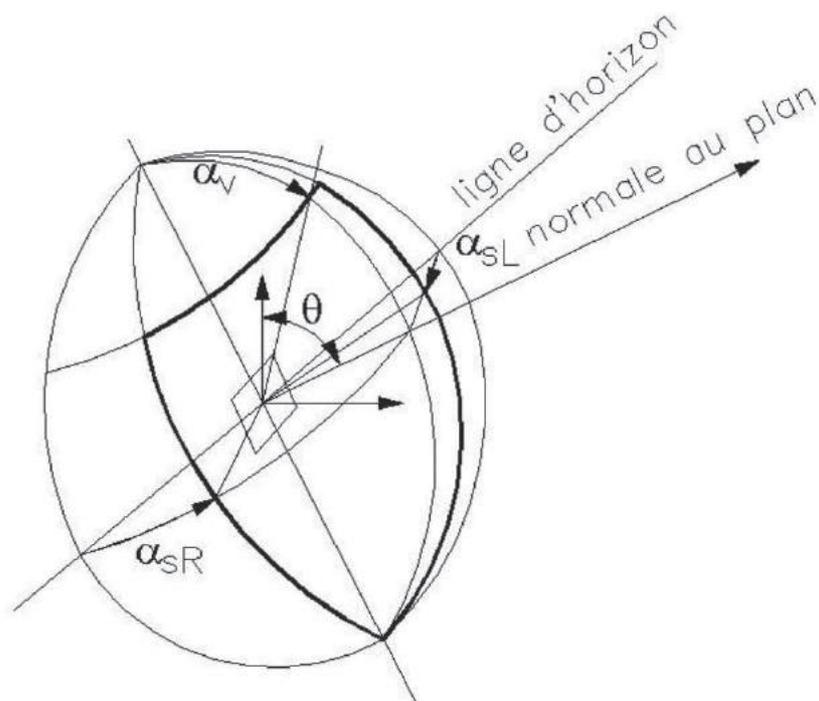
Géométrie d'un obstacle

Les obstacles sont schématisés par un seul plan appelé plan d'obstacle vertical. L'angle d'obstruction α_h est l'angle entre l'horizontal et la ligne reliant le point central de la surface ensoleillée au bord supérieur du plan d'obstacle vertical.

Géométrie des saillies

Les saillies sont schématisées par 1 saillie horizontale et 2 saillies verticales définies à l'aide d'un angle de saillie dans le plan vertical α_v (0° en l'absence de saillie horizontale, valeur maximale 180°), à l'aide d'un angle de saillie à gauche α_{sL} (0° en l'absence de saillie à gauche, valeur maximale 180°) et à l'aide d'un angle de saillie à droite α_{sR} (0° en l'absence de saillie à droite, valeur maximale 180°) tel qu'indiqué à la figure ci-dessous.

Explication: les limites des saillies horizontales et verticales forment un rectangle sur une photo prise au grand angle (fish-eye) depuis le centre du plan considéré dans la direction normale à celui-ci. Ce rectangle, appelé plan de ciel, correspond à la partie du ciel visible à partir du plan.



Valeurs par défaut

Lorsqu'elles sont utilisées, les valeurs par défaut doivent s'appliquer à l'ensemble des angles de la surface ensoleillée (fenêtre ou capteur).

Les valeurs par défaut à utiliser pour les angles relatifs aux obstacles sont les suivantes :

- pour les calculs de chauffage et pour les capteurs solaires :
 - angle d'obstruction α_h : 25°
 - angle de saillie à gauche α_{sL} , à droite α_{sR} et verticale α_v : 0°
- pour les besoins de refroidissement et l'indicateur du risque de surchauffe :
 - angle d'obstruction α_h : 15°
 - angle de saillie à gauche α_{sL} , à droite α_{sR} et verticale α_v : 0°

Pour rappel, pour des installations photovoltaïques, le calcul par défaut ne s'applique pas et il est obligatoire de toujours indiquer l'ombrage de manière détaillée (voir 12.1).

C.3 Ensoleillement mensuel d'un plan non ombragé

Ensoleillement total

On suppose l'ensoleillement mensuel d'un plan j quelconque non ombragé égal à la somme des ensoleillements mensuels directs, diffus et réfléchis.

$$I_{s,m,j,unshad} = I_{s,dir,m,j,unshad} + I_{s,dif,m,j,unshad} + I_{s,refl,m,j,unshad} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

avec:

$I_{s,dir,m,j,unshad}$ l'ensoleillement direct pour le mois considéré sur le plan j , en MJ/m²;
 $I_{s,dif,m,j,unshad}$ l'ensoleillement diffus pour le mois considéré sur le plan j , en MJ/m²;
 $I_{s,refl,m,j,unshad}$ l'ensoleillement réfléchi pour le mois considéré sur le plan j , en MJ/m²;

Les différents termes sont calculés aux paragraphes suivants.

Ensoleillement direct

Le calcul de l'ensoleillement mensuel direct s'effectue à l'aide d'un jour caractéristique du mois. Il s'agit du 15 de chaque mois. Le numéro du jour caractéristique indique le nombre de jours à partir du 1^{er} janvier (365 jours), voir Tableau [1].

– On détermine l'ensoleillement direct mensuel d'un plan non ombragé comme suit:

$$I_{s,dir,m,j,unshad} = \left[I_{s,tot,m,hor} - I_{s,dif,m,hor} \right] \frac{Q_{s,dir,char,j}}{Q_{s,dir,char,hor}} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

avec:

$I_{s,tot,m,hor}$ l'ensoleillement mensuel d'un plan horizontal non ombragé pour l'année de référence à Uccle en MJ/m², voir Tableau [1];

$I_{s,dif,m,hor}$ l'ensoleillement mensuel diffus d'un plan horizontal non ombragé pour l'année de référence à Uccle en MJ/m², voir Tableau [1];

$Q_{s,dir,char,j}$ l'ensoleillement direct journalier d'un plan non ombragé j pour le jour caractéristique du mois considéré, en J/(m².jour);

$Q_{s,dir,char,hor}$ l'ensoleillement direct journalier d'un plan horizontal non ombragé j pour le jour caractéristique du mois considéré, en J/(m².jour);

– On calcule l'ensoleillement direct journalier d'un plan non ombragé et l'ensoleillement direct journalier d'un plan horizontal non ombragé pour le jour caractéristique du mois considéré comme suit:

$$Q_{s,dir,char,j} = 240 \sum_{\omega_1}^{\omega_2} \max \{0, [q_{s,dir,n} \cos \chi_{s,j} \Delta\omega]\} \quad (\text{J/(m}^2 \cdot \text{jour)})$$

$$Q_{s,dir,char,hor} = 240 \sum_{\omega_3}^{\omega_4} \max \{0, [q_{s,dir,n} \cos \chi_{s,hor} \Delta\omega]\} \quad (\text{J/(m}^2 \cdot \text{jour)})$$

avec :

$q_{s,dir,n}$ l'ensoleillement direct d'un plan perpendiculaire à la direction du soleil pour le jour caractéristique du mois, en W/m², tel que calculé ci-dessous;

ω l'angle horaire (180° à minuit, 90° à 6 h, 0° à midi, -90° à 18 h);

$\Delta\omega$ le pas dans l'angle horaire en ° (1 heure = 15°);

ω_1 le plus petit angle horaire (le matin) pour lequel $\cos \chi_{s,hor}$ et $\cos \chi_{s,j}$ sont supérieurs à zéro;

ω_2 le plus grand angle horaire (le soir) pour lequel $\cos \chi_{s,hor}$ et $\cos \chi_{s,j}$ sont encore supérieurs à zéro;

ω_3 le plus petit angle horaire (le matin) pour lequel $\cos \chi_{s,hor}$ est supérieur à zéro;

ω_4 le plus grand angle horaire (le soir) pour lequel $\cos \chi_{s,hor}$ est encore supérieur à zéro;

$\chi_{s,j}$ l'angle d'incidence par pas $\Delta\omega$ du soleil sur le plan j , en °, tel que calculé ci-dessous;

$\chi_{s,hor}$ l'angle d'incidence par pas $\Delta\omega$ du soleil sur le plan horizontal, en $^{\circ}$, tel que calculé ci-dessous ;

240 facteur de conversion de l'angle horaire en s.

On prend comme pas de temps, pour le calcul, un angle horaire de 15° .

– On détermine l'ensoleillement direct d'un plan perpendiculaire à la direction du soleil pour le jour caractéristique de chaque mois par heure comme suit:

$$q_{s,dtr,n} = \max\left[0, 1353\left[1 + 0.033 \cos\left[\frac{360d}{365}\right]\right] \exp(-md_R T_L)\right] \quad (\text{W/m}^2)$$

avec:

d le numéro de chacun des jours caractéristiques, voir Tableau [1] ;

m le facteur de chemin en m^{-1} ;

d_R le chemin optique en m ;

T_L le facteur de trouble de l'atmosphère (-) ;

Le facteur de chemin, le chemin optique et le facteur de trouble sont donnés par :

$$m = \frac{0.992}{\sin(\beta) + 0.15(\pi\beta/180 + 3.885)^{-1.253}} \quad (\text{m}^{-1})$$

$$d_R = 1.4899 - 2.1099 \cos(\beta) + 0.6322 \cos(2\beta) + 0.0253 \cos(3\beta) \\ - 1.0022 \sin(\beta) + 1.0077 \sin(2\beta) - 0.2606 \sin(3\beta) \quad (\text{m})$$

$$T_L = 3.372 + 0.053(\pi\beta/180) - 0.296 \cos(30m) \quad (-)$$

avec :

β l'angle d'élévation du soleil en $^{\circ}$;

m le rang du mois (1 pour janvier, 2 pour février, etc.), l'argument du cos est exprimé en $^{\circ}$;

Cet angle d'élévation du soleil est égal à:

$$\beta = \max\left[0, 90 - \arccos\left[\cos \varphi \cos \delta \cos \omega + \sin \varphi \sin \delta\right]\right] \quad (^{\circ})$$

avec:

φ la latitude, pour Uccle, $+50.8^{\circ}$

δ l'inclinaison pour chacun des jours caractéristiques, en $^{\circ}$, égal à

$$\delta = \arcsin\left[-\sin(23.45) \cos\left(\frac{360}{365}(d+10)\right)\right] \quad (^{\circ})$$

avec:

d le numéro de chacun des jours caractéristiques, voir, Tableau [1] ;

– On détermine l'angle d'incidence du soleil sur le plan j et sur le plan horizontal comme suit:

$$\cos \chi_{s,j} = 0.775\left[\sin \delta \cos \theta_j + \cos \delta \sin \theta_j \cos \phi_j \cos \omega\right] \\ - 0.632\left[\sin \delta \sin \theta_j \cos \phi_j - \cos \delta \cos \theta_j \cos \omega\right] \\ + \cos \delta \sin \theta_j \sin \phi_j \sin \omega$$

$$\chi_{s,hor} = 90 - \beta$$

Ensoleillement diffus

On détermine l'ensoleillement diffus mensuel d'un plan non ombragé comme suit:

$$I_{s,dif,m,junshad} = I_{s,dif,m,hor} c_m \left(\frac{1 + \cos \theta_j}{2} \right) \quad (\text{MJ/m}^2)$$

avec:

$I_{s,dif,m,hor}$ l'ensoleillement mensuel diffus d'un plan horizontal non ombragé pour l'année de référence à Uccle en MJ/m², voir Tableau [1] ;

c_m un facteur de correction pour le caractère anisotrope du rayonnement diffus, voir Tableau [22] ci-dessous.

Tableau [22] - Facteur de correction c_m pour le caractère anisotrope du rayonnement diffus

		Orientation (°)								
		0 (S)	22.5	45	67.5	90 (E/O)	112.5	135	157.5	180 (N)
Pente (°)	0 (H)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	22.5	1.03	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96
	45	1.05	1.04	1.03	1.01	0.99	0.96	0.94	0.92	0.92
	67.5	1.06	1.05	1.03	0.99	0.94	0.90	0.86	0.84	0.83
	90 (V)	1.06	1.04	1.00	0.94	0.87	0.81	0.76	0.73	0.71
	112.5	0.98	0.97	0.92	0.85	0.76	0.68	0.63	0.60	0.60
	135	0.80	0.78	0.74	0.67	0.59	0.53	0.49	0.47	0.47
	157.5	0.58	0.56	0.51	0.48	0.46	0.43	0.41	0.40	0.34
	180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Pour les pentes et les orientations intermédiaires, on commence par interpoler dans le tableau selon l'orientation à pente constante. Ensuite, on interpole dans un second temps selon la pente à orientation constante.

Ensoleillement réfléchi

On détermine l'ensoleillement réfléchi mensuel d'un plan non ombragé comme suit:

$$I_{s,refl,m,junshad} = 0.2 I_{s,tot,m,hor} \left(\frac{1 - \cos \theta_j}{2} \right) \quad (\text{MJ/m}^2)$$

avec:

$I_{s,tot,m,hor}$ l'ensoleillement mensuel total d'un plan horizontal non ombragé pour l'année de référence à Uccle en MJ/m², voir Tableau [1].

C.4 Ensoleillement mensuel d'un plan ombragé

C.4.1 Pour un angle d'obstruction $\alpha_h \leq 60^\circ$

Ensoleillement total

On suppose l'ensoleillement mensuel d'un plan ombragé j quelconque égal à la somme des ensoleillements mensuels directs, diffus et réfléchis:

$$I_{s,m,j,shad} = I_{s,dir,m,j,shad} + I_{s,dif,m,j,shad} + I_{s,refl,m,j,shad} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

avec:

$I_{s,dir,m,j,shad}$ l'ensoleillement direct pour le mois considéré sur le plan j, en MJ/m²;

$I_{s,dif,m,j,shad}$ l'ensoleillement diffus pour le mois considéré sur le plan j, en MJ/m²;

$I_{s,refl,m,j,shad}$ l'ensoleillement réfléchi pour le mois considéré sur le plan j, en MJ/m²;

Les différents termes sont calculés aux paragraphes suivants.

Ensoleillement direct

On détermine l'ensoleillement mensuel direct du plan ombragé ($I_{s,dir,m,j,shad}$) de la même manière que pour un plan non ombragé. On applique les règles suivantes pour le calcul de l'ensoleillement direct journalier du plan considéré pour le jour caractéristique du mois considéré pour chaque angle horaire où le soleil se trouve au-dessus de l'horizon:

- Pour les angles horaires compris entre ω_1 et ω_2 , pour lesquels l'élévation du soleil β est inférieure à l'angle d'obstacle α_h , on suppose l'ensoleillement direct égal à zéro;
- Pour les autres angles horaires, on pratique une transformation des coordonnées sphériques pour l'angle azimutal du soleil γ_s et la hauteur du soleil β en un système d'axes pour lequel les obstacles sont définis. On obtient comme résultat les angles transformés γ'_s et β' ;
- Si le point (γ'_s , β') tombe en-dehors du plan du ciel, l'ensoleillement direct est supposé égal à zéro. Sinon, l'ensoleillement direct est supposé égal à la valeur non ombragée.

L'angle azimutal du soleil γ_s est donné par:

$$\gamma_s = -\text{signe}(\omega) \arccos \left(\frac{\cos \chi_{s,hor} \sin \varphi - \sin \delta}{\sin \chi_{s,hor} \cos \varphi} \right)$$

Ensoleillement diffus

On détermine l'ensoleillement diffus mensuel d'un plan ombragé comme suit :

$$I_{s,dif,m,j,shad} = I_{s,dif,m,hor} \left(\frac{1 + \cos \theta_j}{2} \right) c_m c_n \quad (\text{MJ/m}^2)$$

$$c_n = \frac{\left(\frac{180 - \theta_j}{90} (1 - \sin \alpha_h) - (1 - \cos \alpha_h) \right) (180 - \alpha_{sL} - \alpha_{sR})}{2(180 - \theta_j)}$$

avec:

$I_{s,dif,m,hor}$ l'ensoleillement mensuel diffus d'un plan horizontal non ombragé à Uccle, en MJ/m², voir Tableau [1] ;

Si la formule pour la détermination de c_n conduit à une valeur négative, alors $c_n = 0$.

Ensoleillement réfléchi

On calcule l'ensoleillement réfléchi mensuel d'un plan quelconque comme suit:

$$I_{s,refl,m,j,shad} = 0,2 I_{s,tot,m,hor} \left(\frac{1 - \cos \theta_j}{2} \right) \quad (\text{MJ/m}^2)$$

avec:

$I_{s,tot,m,hor}$ l'ensoleillement mensuel total d'un plan horizontal non ombragé à Uccle, en MJ/m², voir Tableau [1].

C.4.2 Pour un angle d'obstruction $\alpha_h > 60^\circ$

Pour un angles d'obstruction $\alpha_h > 60^\circ$, une distinction est faite entre obstacles liés au bâtiment et obstacles environnants.

L'ensoleillement mensuel d'un plan ombragé j se calcule alors suivant la relation suivante :

$$I_{s,m,j,shad} = F_{s,m,j,env\ obst} \cdot I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$$

avec :

$F_{s,m,j,env\ obst}$ le facteur d'ombrage dû aux obstacles environnants [-] ;
 $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$ l'ensoleillement de la fenêtre j pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage dû aux obstacles liés au bâtiment [MJ/m²].

Ensoleillement $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$

L'ensoleillement $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$ de la fenêtre j pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage dû aux obstacles liés au bâtiment, se calcule comme ci-dessous :

On suppose donc l'ensoleillement $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$ égal à la somme des ensoleillements mensuels directs, diffus et réfléchis mais en ne prenant en compte que les obstacles liés au bâtiment (angle d'obstruction $\alpha_h = 0^\circ$):

$$I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build} = I_{s,dir,m,j,shad} + I_{s,dif,m,j,shad} + I_{s,refl,m,j,shad}$$

avec :

- $I_{s,dir,m,j,shad}$ l'ensoleillement direct pour le mois considéré sur le plan j , en MJ/m²;
- $I_{s,dif,m,j,shad}$ l'ensoleillement diffus pour le mois considéré sur le plan j , en MJ/m²;
- $I_{s,refl,m,j,shad}$ l'ensoleillement réfléchi pour le mois considéré sur le plan j , en MJ/m².

Facteur d'ombrage

Le facteur d'ombrage $F_{s,m,j,env\ obst}$ est calculé par interpolation linéaire par la relation suivante :

$$F_{s,m,j,env\ obst} = F_{s,m,j,env\ obst,60^\circ} \cdot (90 - \alpha_h)/30$$

où $F_{s,m,j,env\ obst,60^\circ}$ est le facteur d'ombrage dû aux obstacles environnants d'angle d'obstruction de 60°. Les valeurs de $F_{s,m,j,env\ obst,60^\circ}$ sont reprises dans les tableaux C0, en fonction de l'orientation et de l'inclinaison de la surface vitrée.

Facteur d'ombrage dû aux obstacles environnants d'angle d'obstruction de 60°

Ce paragraphe contient les tableaux C0 reprenant les valeurs mensuelles des facteurs d'ombrage $F_{s,m,j,env\ obst,60^\circ}$ pour une série d'orientations et d'inclinaisons de surface vitrées.

Les valeurs sont données pour l'angle d'obstruction de 60°, angle à partir duquel le mode de prise en compte détaillé de l'ombrage est modifié.

Pour les orientations et les inclinaisons non reprises dans les tableaux, il faut faire une interpolation linéaire, en premier lieu suivant l'orientation, ensuite suivant l'inclinaison.

Pour les inclinaisons supérieures à 90°, les valeurs pour un angle d'inclinaison de 90° sont d'application.

Tableaux C0 : Facteurs d'ombrage – Angle d'obstruction de 60°

Tableau C0 / Orientation $\phi = 0^\circ$ (SUD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
Février	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04
Mars	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05
Avril	0,06	0,05	0,05	0,05	0,07
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10
Juin	0,21	0,21	0,22	0,22	0,20
Juillet	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12
Août	0,06	0,05	0,05	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
Octobre	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03
Novembre	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
Décembre	0,09	0,06	0,05	0,05	0,05

Tableau C0 / Orientation $\phi = 45^\circ$ (SUD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,05	0,05	0,04	0,05
Février	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04
Mars	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Avril	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Juin	0,21	0,21	0,20	0,18	0,14
Juillet	0,11	0,12	0,12	0,11	0,11
Août	0,06	0,05	0,05	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Octobre	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03
Novembre	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
Décembre	0,09	0,06	0,06	0,05	0,05

Tableau C0 / Orientation $\phi = 90^\circ$ (OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07
Février	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Mars	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Avril	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Mai	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07
Juin	0,21	0,14	0,12	0,11	0,08
Juillet	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09
Août	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Octobre	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Novembre	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06
Décembre	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09

Tableau C0 / Orientation $\phi = 135^\circ$ (NORD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,12	0,12	0,12	0,12
Février	0,06	0,11	0,11	0,11	0,11
Mars	0,06	0,09	0,09	0,09	0,10
Avril	0,06	0,08	0,08	0,08	0,09
Mai	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08
Juin	0,21	0,09	0,08	0,08	0,09
Juillet	0,11	0,09	0,09	0,09	0,10
Août	0,06	0,08	0,08	0,08	0,09
Septembre	0,06	0,09	0,09	0,09	0,09
Octobre	0,05	0,08	0,08	0,08	0,08
Novembre	0,08	0,11	0,11	0,11	0,11
Décembre	0,09	0,13	0,13	0,13	0,13

Tableau C0 / Orientation $\phi = 180^\circ$ (NORD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,13	0,13	0,13	0,13
Février	0,06	0,12	0,12	0,12	0,12
Mars	0,06	0,12	0,12	0,12	0,12
Avril	0,06	0,11	0,11	0,12	0,12
Mai	0,08	0,10	0,10	0,10	0,11
Juin	0,21	0,11	0,11	0,11	0,12
Juillet	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12
Août	0,06	0,11	0,11	0,11	0,11
Septembre	0,06	0,12	0,12	0,12	0,12
Octobre	0,05	0,12	0,12	0,12	0,12
Novembre	0,08	0,13	0,13	0,13	0,13
Décembre	0,09	0,13	0,13	0,13	0,13

Tableau C0 / Orientation $\phi = -135^\circ$ (NORD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,12	0,12	0,12	0,12
Février	0,06	0,11	0,11	0,11	0,12
Mars	0,06	0,10	0,10	0,10	0,11
Avril	0,06	0,09	0,09	0,10	0,10
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09
Juin	0,21	0,09	0,09	0,09	0,11
Juillet	0,11	0,09	0,09	0,09	0,10
Août	0,06	0,09	0,09	0,09	0,10
Septembre	0,06	0,10	0,10	0,10	0,11
Octobre	0,05	0,11	0,11	0,11	0,11
Novembre	0,08	0,13	0,13	0,13	0,13
Décembre	0,09	0,13	0,13	0,13	0,13

Tableau C0 / Orientation $\phi = -90^\circ$ (EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09
Février	0,06	0,08	0,07	0,07	0,08
Mars	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Avril	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Mai	0,08	0,06	0,06	0,06	0,07
Juin	0,21	0,15	0,14	0,13	0,11
Juillet	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09
Août	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Septembre	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Octobre	0,05	0,07	0,07	0,07	0,08
Novembre	0,08	0,10	0,09	0,09	0,10
Décembre	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10

Tableau C0 / Orientation $\phi = -45^\circ$ (SUD - EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,06	0,05	0,05	0,06
Février	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Mars	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
Avril	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Juin	0,21	0,22	0,21	0,20	0,17
Juillet	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11
Août	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,06	0,05	0,06	0,07
Octobre	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05
Novembre	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06
Décembre	0,09	0,07	0,06	0,06	0,06

C.5 Facteur d'utilisation $a_{c,m,j}$: tableaux

Cette annexe contient les tableaux reprenant les valeurs mensuelles des facteurs d'utilisation $a_{c,m,j}$ des protections solaires pour une série d'orientations et d'inclinaisons de surfaces ensoleillées.

Pour les orientations et les inclinaisons non reprises dans les tableaux, il faut faire une interpolation linéaire, en premier lieu suivant l'orientation, ensuite suivant l'inclinaison.

Pour les inclinaisons supérieures à 90° , les valeurs pour un angle d'inclinaison de 90° sont d'application.

Tableaux C1 : Facteurs d'utilisation – Commande manuelle (résidentiel et non-résidentiel) – Commande automatique (non-résidentiel, pour calculs de chauffage)

Tableau C1 / Orientation $\phi = 0^\circ$ (SUD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal	Vertical			
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,31	0,46	0,51	0,53
Février	0,10	0,53	0,58	0,62	0,59
Mars	0,46	0,64	0,67	0,68	0,62
Avril	0,57	0,67	0,67	0,65	0,53
Mai	0,67	0,68	0,69	0,68	0,45
Juin	0,70	0,70	0,71	0,67	0,42
Juillet	0,66	0,68	0,66	0,63	0,33
Août	0,63	0,70	0,70	0,67	0,46
Septembre	0,49	0,65	0,66	0,67	0,56
Octobre	0,33	0,65	0,71	0,73	0,72
Novembre	0,00	0,34	0,45	0,51	0,49
Décembre	0,00	0,21	0,36	0,44	0,42

Tableau C1 / Orientation $\phi = 30^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal	Vertical			
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,31	0,43	0,48	0,51
Février	0,10	0,49	0,59	0,62	0,61
Mars	0,46	0,66	0,67	0,69	0,63
Avril	0,57	0,67	0,68	0,66	0,57
Mai	0,67	0,71	0,69	0,66	0,51
Juin	0,70	0,72	0,70	0,66	0,47
Juillet	0,66	0,68	0,66	0,60	0,34
Août	0,63	0,70	0,70	0,65	0,52
Septembre	0,49	0,66	0,69	0,68	0,61
Octobre	0,33	0,68	0,73	0,75	0,76
Novembre	0,00	0,36	0,47	0,51	0,54
Décembre	0,00	0,20	0,27	0,34	0,35

Orientation $\phi = 45^\circ$ (SUD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal	Vertical			
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,29	0,39	0,47	0,45
Février	0,10	0,45	0,56	0,59	0,60
Mars	0,46	0,63	0,67	0,67	0,61
Avril	0,57	0,67	0,66	0,68	0,60
Mai	0,67	0,70	0,70	0,67	0,53
Juin	0,70	0,71	0,71	0,68	0,51
Juillet	0,66	0,68	0,67	0,63	0,37
Août	0,63	0,70	0,69	0,66	0,54
Septembre	0,49	0,65	0,68	0,69	0,63
Octobre	0,33	0,68	0,73	0,76	0,75
Novembre	0,00	0,33	0,47	0,52	0,52
Décembre	0,00	0,18	0,24	0,27	0,29

Orientation $\phi = 60^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal	Vertical			
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,20	0,33	0,40	0,42
Février	0,10	0,43	0,53	0,56	0,57
Mars	0,46	0,63	0,61	0,62	0,57
Avril	0,57	0,64	0,68	0,65	0,59
Mai	0,67	0,71	0,68	0,66	0,57
Juin	0,70	0,72	0,70	0,66	0,55
Juillet	0,66	0,69	0,66	0,60	0,40
Août	0,63	0,68	0,68	0,64	0,54
Septembre	0,49	0,65	0,67	0,66	0,62
Octobre	0,33	0,66	0,70	0,73	0,71
Novembre	0,00	0,32	0,43	0,50	0,49
Décembre	0,00	0,15	0,18	0,22	0,22

Tableau C1 / Orientation $\phi = 90^\circ$ (OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,04	0,08	0,18	0,12
Février	0,10	0,28	0,35	0,38	0,32
Mars	0,46	0,50	0,51	0,49	0,44
Avril	0,57	0,61	0,61	0,59	0,51
Mai	0,67	0,66	0,64	0,62	0,54
Juin	0,70	0,67	0,68	0,66	0,56
Juillet	0,66	0,64	0,60	0,50	0,38
Août	0,63	0,63	0,62	0,57	0,50
Septembre	0,49	0,57	0,59	0,59	0,52
Octobre	0,33	0,55	0,59	0,61	0,64
Novembre	0,00	0,19	0,26	0,30	0,37
Décembre	0,00	0,00	0,03	0,06	0,03

Tableau C1 / Orientation $\phi = 120^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,34	0,31	0,30	0,17
Avril	0,57	0,52	0,50	0,45	0,33
Mai	0,67	0,62	0,59	0,52	0,41
Juin	0,70	0,65	0,64	0,58	0,47
Juillet	0,66	0,59	0,47	0,40	0,29
Août	0,63	0,55	0,50	0,47	0,37
Septembre	0,49	0,40	0,40	0,36	0,28
Octobre	0,33	0,26	0,32	0,35	0,32
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation $\phi = 135^\circ$ (NORD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,13	0,06	0,07	0,04
Avril	0,57	0,47	0,38	0,30	0,20
Mai	0,67	0,58	0,51	0,46	0,34
Juin	0,70	0,62	0,57	0,52	0,40
Juillet	0,66	0,54	0,39	0,33	0,23
Août	0,63	0,49	0,41	0,36	0,25
Septembre	0,49	0,30	0,19	0,17	0,11
Octobre	0,33	0,05	0,06	0,07	0,10
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation $\phi = 150^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,01	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,36	0,18	0,13	0,06
Mai	0,67	0,54	0,43	0,33	0,25
Juin	0,70	0,60	0,48	0,40	0,30
Juillet	0,66	0,50	0,31	0,23	0,15
Août	0,63	0,41	0,29	0,20	0,08
Septembre	0,49	0,09	0,05	0,04	0,01
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation $\phi = 180^\circ$ (NORD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,15	0,00	0,00	0,00
Mai	0,67	0,49	0,00	0,00	0,00
Juin	0,70	0,55	0,11	0,00	0,00
Juillet	0,66	0,44	0,06	0,01	0,00
Août	0,63	0,21	0,00	0,00	0,00
Septembre	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation $\phi = -150^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,28	0,07	0,01	0,00
Mai	0,67	0,51	0,36	0,26	0,08
Juin	0,70	0,57	0,46	0,30	0,10
Juillet	0,66	0,46	0,33	0,25	0,09
Août	0,63	0,34	0,15	0,10	0,03
Septembre	0,49	0,06	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation $\phi = -135^\circ$ (NORD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,08	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,37	0,23	0,14	0,03
Mai	0,67	0,57	0,47	0,38	0,25
Juin	0,70	0,61	0,52	0,43	0,28
Juillet	0,66	0,52	0,43	0,35	0,20
Août	0,63	0,42	0,32	0,26	0,13
Septembre	0,49	0,20	0,07	0,04	0,00
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation $\phi = -120^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,23	0,18	0,15	0,04
Avril	0,57	0,44	0,38	0,31	0,16
Mai	0,67	0,60	0,53	0,47	0,36
Juin	0,70	0,64	0,56	0,54	0,40
Juillet	0,66	0,57	0,48	0,44	0,32
Août	0,63	0,49	0,39	0,35	0,26
Septembre	0,49	0,29	0,24	0,18	0,09
Octobre	0,33	0,02	0,01	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation $\phi = -90^\circ$ (EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,02	0,05	0,08	0,09
Février	0,10	0,26	0,31	0,33	0,29
Mars	0,46	0,44	0,43	0,40	0,33
Avril	0,57	0,55	0,51	0,49	0,37
Mai	0,67	0,66	0,63	0,59	0,46
Juin	0,70	0,67	0,65	0,61	0,49
Juillet	0,66	0,62	0,58	0,53	0,42
Août	0,63	0,58	0,56	0,50	0,39
Septembre	0,49	0,49	0,46	0,43	0,33
Octobre	0,33	0,28	0,28	0,30	0,18
Novembre	0,00	0,02	0,04	0,04	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation $\phi = -60^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,15	0,22	0,24	0,28
Février	0,10	0,39	0,45	0,46	0,48
Mars	0,46	0,56	0,57	0,58	0,48
Avril	0,57	0,62	0,59	0,58	0,47
Mai	0,67	0,69	0,68	0,64	0,50
Juin	0,70	0,70	0,69	0,66	0,53
Juillet	0,66	0,66	0,64	0,59	0,45
Août	0,63	0,63	0,63	0,60	0,43
Septembre	0,49	0,59	0,59	0,60	0,46
Octobre	0,33	0,48	0,53	0,54	0,46
Novembre	0,00	0,14	0,18	0,21	0,16
Décembre	0,00	0,02	0,09	0,17	0,17

Orientation $\phi = -45^\circ$ (SUD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,18	0,26	0,32	0,33
Février	0,10	0,41	0,46	0,48	0,51
Mars	0,46	0,59	0,62	0,60	0,53
Avril	0,57	0,63	0,64	0,60	0,49
Mai	0,67	0,69	0,68	0,65	0,49
Juin	0,70	0,70	0,68	0,67	0,50
Juillet	0,66	0,66	0,64	0,60	0,42
Août	0,63	0,66	0,65	0,61	0,44
Septembre	0,49	0,61	0,64	0,61	0,50
Octobre	0,33	0,55	0,58	0,60	0,54
Novembre	0,00	0,20	0,26	0,30	0,27
Décembre	0,00	0,05	0,28	0,31	0,28

Orientation $\phi = -30^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,21	0,36	0,40	0,39
Février	0,10	0,46	0,53	0,56	0,51
Mars	0,46	0,62	0,63	0,64	0,59
Avril	0,57	0,66	0,65	0,64	0,50
Mai	0,67	0,69	0,70	0,67	0,47
Juin	0,70	0,70	0,69	0,66	0,46
Juillet	0,66	0,67	0,66	0,60	0,40
Août	0,63	0,67	0,66	0,63	0,46
Septembre	0,49	0,63	0,64	0,66	0,55
Octobre	0,33	0,58	0,64	0,65	0,62
Novembre	0,00	0,26	0,33	0,36	0,34
Décembre	0,00	0,12	0,32	0,35	0,38

Tableaux C2 : Facteurs d'utilisation – Commande automatique (résidentiel)

Tableau C2 / Orientation $\phi = 0^\circ$ (SUD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal	Vertical			
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,56	0,62	0,65	0,68
Février	0,34	0,70	0,72	0,73	0,74
Mars	0,64	0,77	0,78	0,78	0,75
Avril	0,74	0,79	0,78	0,76	0,65
Mai	0,79	0,80	0,79	0,75	0,59
Juin	0,81	0,81	0,79	0,75	0,59
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,76	0,55
Août	0,78	0,81	0,82	0,78	0,62
Septembre	0,68	0,78	0,79	0,78	0,72
Octobre	0,56	0,76	0,79	0,81	0,81
Novembre	0,10	0,50	0,60	0,62	0,64
Décembre	0,00	0,41	0,52	0,58	0,56

Tableau C2 / Orientation $\phi = 30^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal	Vertical			
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,50	0,59	0,62	0,63
Février	0,34	0,65	0,69	0,72	0,71
Mars	0,64	0,76	0,77	0,78	0,74
Avril	0,74	0,79	0,78	0,77	0,68
Mai	0,79	0,81	0,79	0,78	0,63
Juin	0,81	0,81	0,79	0,77	0,62
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,75	0,53
Août	0,78	0,81	0,81	0,78	0,64
Septembre	0,68	0,77	0,77	0,79	0,73
Octobre	0,56	0,77	0,81	0,82	0,82
Novembre	0,10	0,51	0,58	0,63	0,64
Décembre	0,00	0,36	0,50	0,58	0,58

Tableau C2 / Orientation $\phi = 45^\circ$ (SUD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal	Vertical			
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,46	0,54	0,57	0,60
Février	0,34	0,60	0,67	0,69	0,68
Mars	0,64	0,74	0,76	0,76	0,70
Avril	0,74	0,78	0,77	0,75	0,67
Mai	0,79	0,80	0,80	0,75	0,65
Juin	0,81	0,80	0,80	0,74	0,61
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,73	0,51
Août	0,78	0,81	0,79	0,77	0,65
Septembre	0,68	0,77	0,77	0,77	0,72
Octobre	0,56	0,74	0,78	0,81	0,82
Novembre	0,10	0,50	0,57	0,61	0,62
Décembre	0,00	0,23	0,41	0,52	0,42

Tableau C2 / Orientation $\phi = 60^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal	Vertical			
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,37	0,48	0,54	0,54
Février	0,34	0,55	0,61	0,64	0,64
Mars	0,64	0,73	0,75	0,71	0,67
Avril	0,74	0,76	0,75	0,72	0,66
Mai	0,79	0,79	0,77	0,75	0,64
Juin	0,81	0,81	0,79	0,77	0,68
Juillet	0,82	0,79	0,77	0,72	0,52
Août	0,78	0,80	0,78	0,76	0,62
Septembre	0,68	0,75	0,76	0,74	0,69
Octobre	0,56	0,75	0,79	0,79	0,80
Novembre	0,10	0,48	0,55	0,59	0,62
Décembre	0,00	0,21	0,28	0,34	0,33

Tableau C2 / Orientation $\phi = 90^\circ$ (OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal	Vertical			
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,14	0,25	0,30	0,27
Février	0,34	0,41	0,46	0,50	0,49
Mars	0,64	0,63	0,63	0,62	0,55
Avril	0,74	0,71	0,69	0,65	0,60
Mai	0,79	0,78	0,75	0,71	0,62
Juin	0,81	0,80	0,77	0,75	0,64
Juillet	0,82	0,78	0,73	0,67	0,50
Août	0,78	0,76	0,74	0,69	0,59
Septembre	0,68	0,70	0,69	0,68	0,62
Octobre	0,56	0,68	0,71	0,72	0,70
Novembre	0,10	0,30	0,38	0,44	0,43
Décembre	0,00	0,02	0,09	0,10	0,09

Tableau C2 / Orientation $\phi = 120^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal	Vertical			
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,09	0,03	0,04	0,00
Mars	0,64	0,45	0,39	0,38	0,30
Avril	0,74	0,65	0,59	0,55	0,41
Mai	0,79	0,73	0,67	0,64	0,51
Juin	0,81	0,78	0,71	0,68	0,55
Juillet	0,82	0,75	0,67	0,56	0,38
Août	0,78	0,71	0,64	0,55	0,45
Septembre	0,68	0,60	0,55	0,51	0,40
Octobre	0,56	0,45	0,47	0,51	0,46
Novembre	0,10	0,00	0,06	0,15	0,16
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation $\phi = 135^\circ$ (NORD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,36	0,25	0,17	0,07
Avril	0,74	0,60	0,52	0,44	0,31
Mai	0,79	0,72	0,63	0,56	0,41
Juin	0,81	0,76	0,69	0,60	0,47
Juillet	0,82	0,73	0,62	0,45	0,31
Août	0,78	0,69	0,55	0,44	0,34
Septembre	0,68	0,51	0,39	0,28	0,22
Octobre	0,56	0,16	0,17	0,16	0,14
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation $\phi = 150^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,13	0,03	0,02	0,01
Avril	0,74	0,55	0,38	0,24	0,12
Mai	0,79	0,69	0,57	0,43	0,29
Juin	0,81	0,74	0,65	0,53	0,34
Juillet	0,82	0,73	0,54	0,34	0,21
Août	0,78	0,65	0,43	0,30	0,18
Septembre	0,68	0,38	0,08	0,07	0,06
Octobre	0,56	0,03	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation $\phi = 180^\circ$ (NORD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00
Avril	0,74	0,42	0,00	0,00	0,00
Mai	0,79	0,72	0,36	0,04	0,00
Juin	0,81	0,74	0,62	0,07	0,00
Juillet	0,82	0,73	0,46	0,03	0,01
Août	0,78	0,58	0,02	0,00	0,00
Septembre	0,68	0,10	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation $\phi = -150^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,13	0,00	0,00	0,00
Avril	0,74	0,53	0,31	0,09	0,00
Mai	0,79	0,72	0,58	0,42	0,22
Juin	0,81	0,76	0,64	0,51	0,27
Juillet	0,82	0,74	0,60	0,44	0,19
Août	0,78	0,63	0,40	0,25	0,08
Septembre	0,68	0,29	0,06	0,00	0,00
Octobre	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation $\phi = -135^\circ$ (NORD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,32	0,17	0,05	0,00
Avril	0,74	0,59	0,46	0,35	0,16
Mai	0,79	0,72	0,63	0,51	0,34
Juin	0,81	0,75	0,68	0,60	0,40
Juillet	0,82	0,75	0,65	0,53	0,31
Août	0,78	0,67	0,55	0,39	0,25
Septembre	0,68	0,43	0,24	0,13	0,04
Octobre	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation $\phi = -120^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,13	0,08	0,06	0,04
Mars	0,64	0,47	0,35	0,30	0,16
Avril	0,74	0,63	0,53	0,45	0,29
Mai	0,79	0,74	0,66	0,59	0,43
Juin	0,81	0,76	0,70	0,64	0,50
Juillet	0,82	0,76	0,70	0,61	0,40
Août	0,78	0,71	0,61	0,51	0,33
Septembre	0,68	0,56	0,43	0,36	0,20
Octobre	0,56	0,11	0,07	0,04	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation $\phi = -90^\circ$ (EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,16	0,18	0,19	0,13
Février	0,34	0,39	0,40	0,42	0,38
Mars	0,64	0,59	0,58	0,54	0,46
Avril	0,74	0,71	0,67	0,58	0,47
Mai	0,79	0,76	0,75	0,68	0,56
Juin	0,81	0,78	0,74	0,71	0,60
Juillet	0,82	0,79	0,75	0,68	0,50
Août	0,78	0,75	0,73	0,66	0,47
Septembre	0,68	0,65	0,62	0,57	0,45
Octobre	0,56	0,48	0,45	0,42	0,35
Novembre	0,10	0,09	0,12	0,11	0,04
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation $\phi = -60^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,28	0,38	0,40	0,43
Février	0,34	0,52	0,56	0,55	0,55
Mars	0,64	0,69	0,67	0,67	0,63
Avril	0,74	0,73	0,72	0,71	0,57
Mai	0,79	0,78	0,78	0,75	0,61
Juin	0,81	0,81	0,78	0,73	0,61
Juillet	0,82	0,81	0,78	0,73	0,55
Août	0,78	0,78	0,76	0,74	0,53
Septembre	0,68	0,73	0,71	0,69	0,61
Octobre	0,56	0,64	0,65	0,65	0,57
Novembre	0,10	0,26	0,35	0,39	0,38
Décembre	0,00	0,22	0,31	0,35	0,32

Tableau C2 / Orientation $\phi = -45^\circ$ (SUD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,37	0,46	0,48	0,46
Février	0,34	0,61	0,63	0,62	0,60
Mars	0,64	0,71	0,73	0,70	0,66
Avril	0,74	0,75	0,75	0,71	0,61
Mai	0,79	0,80	0,78	0,75	0,64
Juin	0,81	0,81	0,78	0,74	0,63
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,75	0,57
Août	0,78	0,79	0,77	0,73	0,58
Septembre	0,68	0,76	0,75	0,71	0,66
Octobre	0,56	0,67	0,70	0,71	0,67
Novembre	0,10	0,35	0,42	0,47	0,48
Décembre	0,00	0,33	0,40	0,44	0,46

Tableau C2 / Orientation $\phi = -30^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,45	0,56	0,59	0,54
Février	0,34	0,66	0,70	0,71	0,69
Mars	0,64	0,75	0,76	0,75	0,69
Avril	0,74	0,79	0,75	0,75	0,64
Mai	0,79	0,79	0,77	0,74	0,62
Juin	0,81	0,79	0,79	0,74	0,58
Juillet	0,82	0,81	0,80	0,75	0,55
Août	0,78	0,81	0,78	0,75	0,61
Septembre	0,68	0,76	0,76	0,76	0,69
Octobre	0,56	0,73	0,77	0,78	0,72
Novembre	0,10	0,45	0,53	0,56	0,54
Décembre	0,00	0,38	0,47	0,51	0,51

Tableaux C3 : Facteurs d'utilisation – Commande automatique (non-résidentiel)

Tableau C3 / Orientation $\phi = 0^\circ$ (SUD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,59	0,64	0,68	0,69
Février	0,39	0,71	0,74	0,75	0,75
Mars	0,70	0,79	0,81	0,82	0,76
Avril	0,77	0,81	0,82	0,79	0,68
Mai	0,81	0,82	0,82	0,78	0,65
Juin	0,84	0,85	0,82	0,78	0,61
Juillet	0,84	0,84	0,82	0,79	0,63
Août	0,84	0,85	0,84	0,82	0,68
Septembre	0,75	0,82	0,82	0,81	0,74
Octobre	0,62	0,77	0,81	0,83	0,83
Novembre	0,14	0,56	0,66	0,69	0,69
Décembre	0,00	0,46	0,57	0,62	0,65

Tableau C3 / Orientation $\phi = 30^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,56	0,63	0,68	0,70
Février	0,39	0,69	0,74	0,75	0,73
Mars	0,70	0,78	0,80	0,80	0,77
Avril	0,77	0,81	0,80	0,80	0,72
Mai	0,81	0,82	0,82	0,80	0,66
Juin	0,84	0,84	0,81	0,80	0,65
Juillet	0,84	0,84	0,82	0,80	0,62
Août	0,84	0,86	0,83	0,82	0,70
Septembre	0,75	0,82	0,83	0,82	0,76
Octobre	0,62	0,79	0,83	0,84	0,83
Novembre	0,14	0,57	0,64	0,67	0,67
Décembre	0,00	0,42	0,56	0,59	0,62

Tableau C3 / Orientation $\phi = 45^\circ$ (SUD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,51	0,58	0,64	0,63
Février	0,39	0,65	0,70	0,72	0,72
Mars	0,70	0,77	0,78	0,79	0,74
Avril	0,77	0,80	0,81	0,78	0,70
Mai	0,81	0,82	0,81	0,78	0,68
Juin	0,84	0,84	0,82	0,78	0,68
Juillet	0,84	0,83	0,81	0,77	0,62
Août	0,84	0,84	0,83	0,80	0,68
Septembre	0,75	0,81	0,81	0,79	0,75
Octobre	0,62	0,78	0,81	0,82	0,84
Novembre	0,14	0,55	0,60	0,63	0,65
Décembre	0,00	0,35	0,50	0,55	0,55

Tableau C3 / Orientation $\phi = 60^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,45	0,53	0,60	0,60
Février	0,39	0,61	0,65	0,67	0,67
Mars	0,70	0,75	0,77	0,76	0,69
Avril	0,77	0,80	0,78	0,78	0,67
Mai	0,81	0,80	0,81	0,78	0,66
Juin	0,84	0,82	0,83	0,79	0,68
Juillet	0,84	0,82	0,80	0,76	0,58
Août	0,84	0,84	0,81	0,79	0,66
Septembre	0,75	0,80	0,78	0,78	0,73
Octobre	0,62	0,76	0,80	0,81	0,83
Novembre	0,14	0,53	0,58	0,61	0,64
Décembre	0,00	0,23	0,31	0,38	0,40

Tableau C3 / Orientation $\phi = 90^\circ$ (OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,29	0,30	0,34	0,37
Février	0,39	0,48	0,52	0,53	0,54
Mars	0,70	0,70	0,66	0,64	0,60
Avril	0,77	0,76	0,74	0,69	0,62
Mai	0,81	0,79	0,78	0,75	0,63
Juin	0,84	0,82	0,79	0,76	0,65
Juillet	0,84	0,81	0,78	0,72	0,53
Août	0,84	0,80	0,77	0,74	0,60
Septembre	0,75	0,75	0,73	0,70	0,64
Octobre	0,62	0,70	0,72	0,74	0,71
Novembre	0,14	0,38	0,44	0,49	0,50
Décembre	0,00	0,08	0,17	0,22	0,18

Tableau C3 / Orientation $\phi = 120^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,23	0,16	0,10	0,03
Mars	0,70	0,54	0,46	0,41	0,35
Avril	0,77	0,70	0,64	0,57	0,46
Mai	0,81	0,77	0,72	0,65	0,53
Juin	0,84	0,80	0,74	0,69	0,58
Juillet	0,84	0,79	0,74	0,60	0,41
Août	0,84	0,76	0,70	0,62	0,49
Septembre	0,75	0,66	0,60	0,54	0,43
Octobre	0,62	0,54	0,53	0,53	0,49
Novembre	0,14	0,06	0,12	0,16	0,20
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation $\phi = 135^\circ$ (NORD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,39	0,29	0,25	0,15
Avril	0,77	0,65	0,56	0,49	0,32
Mai	0,81	0,75	0,69	0,59	0,44
Juin	0,84	0,78	0,72	0,65	0,48
Juillet	0,84	0,78	0,69	0,54	0,32
Août	0,84	0,72	0,64	0,52	0,38
Septembre	0,75	0,60	0,47	0,41	0,27
Octobre	0,62	0,28	0,23	0,21	0,22
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation $\phi = 150^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,22	0,06	0,02	0,01
Avril	0,77	0,61	0,46	0,29	0,15
Mai	0,81	0,73	0,62	0,50	0,31
Juin	0,84	0,78	0,68	0,57	0,37
Juillet	0,84	0,76	0,66	0,42	0,23
Août	0,84	0,70	0,53	0,36	0,22
Septembre	0,75	0,48	0,23	0,12	0,06
Octobre	0,62	0,08	0,00	0,00	0,01
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation $\phi = 180^\circ$ (NORD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,03	0,00	0,00	0,00
Avril	0,77	0,55	0,03	0,00	0,00
Mai	0,81	0,74	0,58	0,07	0,01
Juin	0,84	0,78	0,72	0,12	0,02
Juillet	0,84	0,78	0,66	0,12	0,01
Août	0,84	0,68	0,10	0,00	0,00
Septembre	0,75	0,21	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation $\phi = -150^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,18	0,00	0,00	0,00
Avril	0,77	0,60	0,40	0,16	0,03
Mai	0,81	0,75	0,64	0,45	0,22
Juin	0,84	0,78	0,70	0,57	0,32
Juillet	0,84	0,79	0,70	0,50	0,22
Août	0,84	0,72	0,54	0,31	0,14
Septembre	0,75	0,41	0,09	0,02	0,00
Octobre	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation $\phi = -135^\circ$ (NORD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,02	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,41	0,25	0,13	0,02
Avril	0,77	0,65	0,54	0,39	0,19
Mai	0,81	0,76	0,69	0,58	0,35
Juin	0,84	0,79	0,74	0,62	0,42
Juillet	0,84	0,80	0,73	0,61	0,35
Août	0,84	0,74	0,64	0,46	0,26
Septembre	0,75	0,50	0,34	0,21	0,07
Octobre	0,62	0,08	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation $\phi = -120^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,16	0,15	0,11	0,08
Mars	0,70	0,51	0,40	0,35	0,19
Avril	0,77	0,69	0,60	0,50	0,31
Mai	0,81	0,75	0,71	0,64	0,47
Juin	0,84	0,80	0,75	0,67	0,52
Juillet	0,84	0,81	0,75	0,66	0,45
Août	0,84	0,77	0,69	0,58	0,36
Septembre	0,75	0,62	0,53	0,38	0,25
Octobre	0,62	0,24	0,14	0,06	0,03
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation $\phi = -90^\circ$ (EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,20	0,26	0,26	0,21
Février	0,39	0,43	0,43	0,42	0,40
Mars	0,70	0,64	0,59	0,56	0,46
Avril	0,77	0,74	0,71	0,66	0,50
Mai	0,81	0,80	0,77	0,72	0,59
Juin	0,84	0,80	0,78	0,74	0,62
Juillet	0,84	0,83	0,79	0,74	0,57
Août	0,84	0,80	0,76	0,71	0,53
Septembre	0,75	0,72	0,65	0,61	0,48
Octobre	0,62	0,55	0,50	0,47	0,38
Novembre	0,14	0,17	0,16	0,14	0,10
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00

Tableau C3 / Orientation $\phi = -60^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,39	0,43	0,44	0,45
Février	0,39	0,60	0,59	0,60	0,56
Mars	0,70	0,73	0,71	0,69	0,64
Avril	0,77	0,79	0,76	0,74	0,59
Mai	0,81	0,81	0,80	0,77	0,65
Juin	0,84	0,83	0,79	0,76	0,63
Juillet	0,84	0,83	0,82	0,76	0,62
Août	0,84	0,84	0,81	0,77	0,61
Septembre	0,75	0,79	0,76	0,72	0,63
Octobre	0,62	0,68	0,68	0,67	0,61
Novembre	0,14	0,34	0,43	0,45	0,43
Décembre	0,00	0,31	0,37	0,41	0,42

Tableau C3 / Orientation $\phi = -45^\circ$ (SUD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,43	0,50	0,53	0,49
Février	0,39	0,66	0,67	0,66	0,63
Mars	0,70	0,76	0,76	0,73	0,68
Avril	0,77	0,80	0,78	0,76	0,62
Mai	0,81	0,83	0,79	0,77	0,65
Juin	0,84	0,84	0,80	0,77	0,64
Juillet	0,84	0,84	0,82	0,79	0,63
Août	0,84	0,84	0,82	0,78	0,64
Septembre	0,75	0,80	0,80	0,75	0,68
Octobre	0,62	0,72	0,71	0,73	0,68
Novembre	0,14	0,42	0,54	0,58	0,56
Décembre	0,00	0,39	0,43	0,52	0,47

Tableau C3 / Orientation $\phi = -30^\circ$					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,54	0,61	0,63	0,62
Février	0,39	0,68	0,72	0,73	0,72
Mars	0,70	0,78	0,77	0,78	0,71
Avril	0,77	0,81	0,79	0,77	0,65
Mai	0,81	0,82	0,81	0,78	0,65
Juin	0,84	0,84	0,81	0,78	0,63
Juillet	0,84	0,83	0,82	0,79	0,62
Août	0,84	0,85	0,84	0,79	0,65
Septembre	0,75	0,82	0,81	0,79	0,71
Octobre	0,62	0,75	0,78	0,79	0,74
Novembre	0,14	0,49	0,58	0,62	0,63
Décembre	0,00	0,45	0,54	0,56	0,58

Annexe D : le rendement d'émission

La méthode de calcul de détaillée donné ici s'applique uniquement aux secteurs énergétiques qui n'ont qu'un seul système d'émission de chaleur composé de radiateurs, d'un chauffage par le sol ou d'un chauffage mural.

Les éléments calculés de manière plus détaillée sont les déperditions de chaleur supplémentaires à travers la paroi extérieure située derrière ou sous les systèmes d'émission de chaleur.

Dans la présente annexe, on établit à plusieurs reprises une distinction entre une valeur de consigne variable et une valeur de consigne constante de la température de départ de l'eau du circuit : voir 9.2.2.2 pour une description plus détaillée de cette distinction.

D.1 Temps de fonctionnement conventionnel du système d'émission de chaleur

On détermine le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système d'émission de chaleur d'un secteur énergétique i comme suit :

– Si la valeur de consigne de la température de départ de l'eau du circuit est variable, on a :

$$t_{\text{heat,sec } i,m} = \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{[29(H_{T,\text{sec } i,m} + 0.27V_{\text{sec } i}) + 10V_{\text{sec } i}](18 - \theta_{e,m})/29} \quad (\text{Ms})$$

– Si la valeur de consigne de la température de départ de l'eau du circuit est constante, on a :

$$t_{\text{heat,sec } i,m} = \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{29(H_{T,\text{sec } i,m} + 0.27V_{\text{sec } i}) + 10V_{\text{sec } i}} \quad (\text{Ms})$$

Dans les deux formules:

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i , en MJ, déterminés selon 7.2 ;
$H_{T,\text{heat,sec } i}$	le coefficient de transfert thermique par transmission du secteur énergétique i à la température extérieure de base, en W/K ;
$V_{\text{sec } i}$	le volume du secteur énergétique i , en m^3 ;
$\theta_{e,m}$	la température extérieure moyenne mensuelle, voir Tableau [1].

D.2 Température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission

On détermine, pour chaque mois de la saison de chauffe, la température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission du secteur énergétique i pendant le temps de fonctionnement comme suit :

- si la valeur de consigne de la température de départ de l'eau du circuit est variable, on a :

$$\theta_{c,sec\ i,m} = 21 + \left(\theta_{c,sec\ i,\theta_{eb}} - 21 \right) \left[\frac{21 - \theta_{c,m}}{29} \right]^{0,75} \quad (^\circ\text{C})$$

- si la valeur de consigne de la température de départ de l'eau du circuit est constante, on a :

$$\theta_{c,sec\ i,m} = \theta_{c,sec\ i,\theta_{eb}} \quad (^\circ\text{C})$$

mais en présence d'une chaudière standard sans post-mélange à l'aide d'une vanne à trois voies, il faut toujours calculer avec $\theta_{c,sec\ i,m} = 80^\circ\text{C}$, indépendamment de la température de conception du circuit d'émission.

avec :

$\theta_{c,sec\ i,\theta_{eb}}$ la température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission pour la température extérieure de base, tel que déterminé ci-dessous, en $^\circ\text{C}$;

$\theta_{c,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, voir Tableau [1].

On détermine la température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission pour une température extérieure de base (c.-à-d. pour les conditions de conception), comme suit:

$$\theta_{c,sec\ i,\theta_{eb}} = 0,5 (\theta_{design,supply,sec\ i} + \theta_{design,return,sec\ i})$$

avec :

$\theta_{design,supply,sec\ i}$ la température de départ de conception de l'eau dans le circuit d'émission du secteur énergétique i (pour la température extérieure de base), en $^\circ\text{C}$;

$\theta_{design,return,sec\ i}$ la température de retour de conception de l'eau dans le circuit d'émission du secteur énergétique i (à la température extérieure de base), en $^\circ\text{C}$;

On peut prendre comme valeurs par défaut:

- pour le chauffage par le sol et le chauffage mural :

$$\theta_{\text{design, supply, sec } i} = 55^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{\text{design, return, sec } i} = 45^{\circ}\text{C}$$

- pour des radiateurs :

$$\theta_{\text{design, supply, sec } i} = 90^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{\text{design, return, sec } i} = 70^{\circ}\text{C}$$

De meilleures valeurs peuvent être adoptées conformément à des règles spécifiées par le Ministre.

D.3 Radiateurs

- On calcule les déperditions de chaleur mensuelles supplémentaires ($\Delta Q_{\text{rad, sec } i, m}$) pour les radiateurs du secteur énergétique i , à travers les parois situées derrière les radiateurs, comme suit:

$$\Delta Q_{\text{rad, sec } i, m} = t_{\text{heat, sec } i, m} \sum_j \left\{ U_j A_{\text{rad}, j} \max(0, w\theta_{c, \text{sec } i, m} + (1-w)\theta_{e, m} - 18) \right\} \quad (\text{MJ})$$

avec :

$\theta_{c, \text{sec } i, m}$ la température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission du secteur énergétique i pendant le temps de fonctionnement conventionnel pour le mois considéré, déterminée selon D.2, en $^{\circ}\text{C}$;

$\theta_{e, m}$ la température extérieure mensuelle moyenne, voir Tableau [1] ;

$t_{\text{heat, sec } i, m}$ le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système d'émission de chaleur dans le secteur énergétique i , déterminé selon D.1, en Ms;

w un facteur de pondération. Il est de 0.4 dans le cas où un écran réfléchissant possédant un facteur d'émissivité inférieur à 0.2 est présent derrière un radiateur j et de 0.8 dans tous les autres cas, (-);

U_j la valeur U des parois extérieures situées derrière le radiateur j , en $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$;

$A_{\text{rad}, j}$ la surface projetée du radiateur j , en m^2 .

Il faut faire une sommation sur tous les radiateurs j du secteur énergétique i qui sont placés contre une paroi extérieure.

- Le rendement d'émission mensuel du secteur énergétique i ($\eta_{em,heat,sec i,m}$) est égal à:

$$\eta_{em,heat,sec i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec i,m}}{Q_{heat,net,sec i,m} + \Delta Q_{rad,sec i,m}} \quad (-)$$

avec:

- η le multiplicateur repris au Tableau [23]. Ce multiplicateur tient compte des déperditions supplémentaires de régulation et des déperditions résultant de la stratification de la température ;
- $Q_{heat,net,sec i,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i , en MJ, déterminés selon 7.2 ;
- $\Delta Q_{rad,sec i,m}$ la déperdition de chaleur supplémentaire mensuelle derrière les radiateurs du secteur énergétique i , en MJ.

Tableau [23] : Multiplicateur η

Chauffage central à eau chaude		
régulation de la température intérieure	régulation de la température de départ de l'eau du circuit	
	valeur de consigne constante	valeur de consigne variable
commande de la température par local	0,92	0,94
autre	0,90	0,92

D.4 Chauffage par le sol

- On calcule la déperdition de chaleur mensuelle supplémentaire à travers les planchers du secteur énergétique i ($\Delta Q_{fl,h,sec\ i,m}$) comme suit :

$$\Delta Q_{fl,h,sec\ i,m} = (\theta_{c,sec\ i,m} - 18) \cdot t_{heat,sec\ i,m} \sum_j (U_{f,j}^* \cdot A_{f,j}) \quad (MJ) \quad (1)$$

avec :

$\theta_{c,sec\ i,m}$ la température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission du secteur énergétique i pendant le temps de fonctionnement conventionnel pour le mois considéré, déterminée selon D.2, en °C;

$t_{heat,sec\ i,m}$ le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système d'émission de chaleur dans le secteur énergétique i , déterminé selon D.1, en Ms;

$A_{f,j}$ la surface de plancher occupée par le chauffage par le sol j , au prorata de la part de ce plancher à travers lequel surviennent des déperditions par transmission, en m²;

$U_{f,j}^*$ la valeur U équivalente du plancher sous le chauffage par le sol j , égale à :

- dans le cas de planchers sur terre-plein:

$$\frac{1}{U_{f,j}^*} = \frac{1}{U_{f,j}} + 0.75 \quad (m^2K/W) \quad (2)$$

avec :

$U_{f,j}$ la valeur U du plancher, calculée à partir de l'environnement intérieur jusqu'à la surface de séparation avec le sol, en W/m²K.

- dans le cas de planchers au-dessus d'une cave ou d'un vide sanitaire:

$$\frac{1}{U_{f,j}^*} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0.25 + \frac{1}{U_{g,j} + U_{x,j}} \quad (m^2K/W) \quad (3)$$

Où $U_{f,j}$, $U_{g,j}$ et $U_{x,j}$ sont calculées selon les spécifications du DRT, en W/(m².K).

- dans le cas de planchers en contact avec l'air extérieur:

$$\frac{1}{U_{f,j}^*} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0.25 \quad (m^2K/W) \quad (4)$$

avec $U_{f,j}$, le coefficient de transmission thermique du plancher de l'environnement intérieur jusqu'à l'air extérieur, calculé selon les spécifications fournies dans l'annexe VII du présent arrêté, en W/(m²K).

Il faut faire une sommation sur tous les chauffages par le sol j du secteur énergétique i qui sont intégrés dans des parois délimitant le volume protégé.

- On suppose que le rendement d'émission mensuel du secteur énergétique i ($\eta_{em,heat,sec\ i,m}$) est égal à:

$$\eta_{em,heat,sec\ i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{Q_{heat,net,sec\ i,m} + \Delta Q_{fl,h,sec\ i,m}} \quad (-) \quad (5)$$

avec:

η le multiplicateur repris au Tableau [23] ;

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i , en MJ, déterminés selon 7.2 ;

$\Delta Q_{fl,h,sec\ i,m}$ la déperdition de chaleur supplémentaire mensuelle par les planchers dans le secteur énergétique i , en MJ.

D.5 Chauffage mural

- On calcule la déperdition de chaleur mensuelle supplémentaire à travers les murs du secteur énergétique i ($\Delta Q_{wall,h,sec\ i,m}$) comme suit:

$$\Delta Q_{\text{wall,h,sec } i,m} = (\theta_{c,\text{sec } i,m} - 18) \cdot t_{\text{heat,sec } i,m} \sum_j (U_{\text{wall},j}^+ \cdot A_{\text{wall},j}) \quad (\text{MJ})$$

avec:

$\theta_{c,\text{sec } i,m}$ la température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission du secteur énergétique i pendant le temps de fonctionnement conventionnel pour le mois considéré, déterminée selon D.2, en °C;

$t_{\text{heat,sec } i,m}$ le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système d'émission de chaleur dans le secteur énergétique i , déterminé selon D.1, en Ms;

$A_{\text{wall},j}$ la surface de la paroi verticale extérieure j , derrière le plan contenant le chauffage mural, en m²;

$U_{\text{wall},j}^*$ le coefficient de transmission thermique équivalente de la paroi verticale extérieure j , derrière le plan contenant le chauffage mural, donné par:

$$U_{\text{wall},j}^+ = \frac{1}{1/U_{\text{wall},j} - 0.175} \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

avec :

$U_{\text{wall},j}$ le coefficient de transmission thermique de la paroi verticale extérieure j située derrière l'élément.

Il faut faire une sommation sur toutes les parois verticales extérieures j du secteur énergétique i , dans lesquelles un chauffage mural est intégré.

- On suppose que le rendement d'émission mensuel du secteur énergétique i ($\eta_{\text{em,heat,sec } i,m}$) est égal à :

$$\eta_{\text{em,heat,sec } i,m} = \eta \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{Q_{\text{heat,net,sec } i,m} + \Delta Q_{\text{wall,h,sec } i,m}} \quad (-)$$

avec :

η le multiplicateur repris au Tableau [23] ;

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i , en MJ, déterminés selon 7.2 ;

$\Delta Q_{\text{wall,h,sec } i,m}$ les déperditions de chaleur mensuelles supplémentaires par les murs dans le secteur énergétique i , en MJ.

Annexe E : les déperditions de distribution

La présente annexe s'applique uniquement aux secteurs énergétiques alimentés par 1 seul réseau en-dehors du volume protégé. Si ce réseau fournit également de la chaleur à d'autres secteurs énergétiques, il faut en outre que chacun de ces autres secteurs énergétiques n'ait pas recours à un second réseau indépendant en-dehors du volume protégé. (Si l'ensemble du volume protégé constitue 1 seul secteur énergétique, chacune de ces conditions est remplie automatiquement.)

On calcule tout d'abord le rendement de l'ensemble du réseau. Ce rendement s'applique alors à tous les secteurs énergétiques approvisionnés en chaleur par ce réseau, même quand un secteur énergétique n'utilise qu'une partie du réseau.

E.1 Rendement de distribution

Le rendement moyen mensuel de distribution, $\eta_{\text{distr,heat,sec } i,m}$, d'un secteur énergétique i est égal au rendement moyen mensuel de distribution du réseau de distribution de chaleur n qui approvisionne le secteur énergétique en chaleur :

$$\eta_{\text{distr,heat,sec } i,m} = \eta_{\text{distr,heat,netw } n,m} \quad (-)$$

avec:

$$\eta_{\text{distr,heat,netw } n} = \frac{Q_{\text{out,heat,netw } n,m}}{Q_{\text{in,heat,netw } n,m}} \quad (-)$$

avec:

$$Q_{\text{in,heat,netw } n,m} = Q_{\text{out,heat,netw } n,m} + Q_{\text{distr,heat,netw } n,m} \quad (\text{MJ})$$

et

$$Q_{\text{out,heat,netw } n,m} = \sum_i \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{\eta_{\text{em,heat,sec } i,m}} \quad (\text{MJ})$$

avec:

$Q_{\text{out,heat,netw } n,m}$ la quantité mensuelle de chaleur fournie par le réseau de distribution de chaleur n aux secteurs énergétiques que le réseau dessert, en MJ ;

$Q_{\text{in,heat,netw } n,m}$ la quantité mensuelle de chaleur fournie par l'installation de production de chaleur ou par le réservoir de stockage au réseau de distribution de chaleur n , en MJ ;

$Q_{\text{distr,heat,netw } n,m}$ la quantité mensuelle de chaleur perdue par le réseau de distribution de chaleur n en dehors du volume protégé, en MJ ;

$\eta_{\text{em,heat,sec } i,m}$ le rendement mensuel d'émission d'un secteur énergétique i , déterminé selon 9.2.2.2 ou selon l'annexe D, (-);

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i , en MJ, déterminés selon 7.2.

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétiques i desservis par le réseau. Si le réseau de distribution de chaleur fournit aussi de l'énergie à des parties du bâtiment pour lesquelles on n'effectue aucun calcul PE, on ne tient pas compte de l'effet de ces autres parties du bâtiment :

- on ne tient pas compte des déperditions des conduites de distribution qui desservent uniquement ces autres parties de bâtiment ;
- l'énergie fournie par le réseau à ces autres parties de bâtiment n'est pas non plus prise en compte dans le calcul de l'output du réseau.

E.2 Les déperditions de chaleur du réseau de distribution de chaleur

On détermine la déperdition de distribution du réseau, tant dans le cas de conduites d'eau que de gaines d'air, comme suit :

$$Q_{\text{distrib,heat,netw},n,m} = t_{\text{heat,netw},n,m} \cdot \sum_j (\theta_{\text{c,netw},n,x} - \theta_{\text{amb},m,j}) \left(\frac{l_j}{R_{L,i}} \right) \quad (\text{MJ})$$

avec :

$t_{\text{heat,netw},n,m}$ le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du réseau de distribution de chaleur n, en Ms. On suppose leur valeur égale au maximum des temps de fonctionnement conventionnels $t_{\text{heat,sec},i,m}$ (déterminés selon l'annexe D.1, tant pour les systèmes de chauffage par eau que pour les systèmes de chauffage par air) des secteurs énergétiques i desservis par le réseau;

$\theta_{\text{c,netw},n,m}$ la température moyenne mensuelle du fluide caloporteur dans le réseau de distribution n, en °C. On suppose sa valeur égale au maximum des températures moyennes mensuelles du fluide caloporteur dans les circuits d'émission de chacun des secteurs énergétiques desservis par le réseau. Ces températures sont déterminées comme suit par secteur énergétique :

- dans le cas de l'eau comme fluide caloporteur :
il s'agit de la température $\theta_{\text{c,sec},i,m}$, déterminée selon l'annexe D.2 (même lorsqu'il s'agit d'un autre système de chauffage que des radiateurs, ou qu'un chauffage par le sol ou par le mur, par exemple des convecteurs)

- dans le cas de l'air comme fluide caloporteur :
on utilise, pour chaque mois, la valeur moyenne pendant la saison de chauffe, donnée par:

$$\theta_{\text{c,sec},i} = 8 + 0.6 \theta_{\text{design,supply,sec},i}$$

avec $\theta_{\text{design,supply,sec},i}$ la température de départ de conception de l'air pour la température extérieure de base. On peut prendre 50°C comme valeur par défaut.

Si l'on utilise une autre température de conception, des calculs détaillés de la conception du système d'émission (pour chaque local chauffé du secteur énergétique i) doivent faire partie de la déclaration PEB.

$\theta_{\text{amb},m,j}$ la température ambiante moyenne mensuelle du segment j du réseau de distribution de chaleur, en °C:

- si le segment se trouve dans un espace adjacent non chauffé, on a: $\theta_{\text{amb},m,j} = 11 + 0.4 \theta_{\text{e},m}$;

- si le segment de conduite se trouve à l'extérieur, on a: $\theta_{\text{amb},m,j} = \theta_{\text{e},m}$;

avec:

$\theta_{\text{e},m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, selon le Tableau [1] ;

l_j la longueur du segment j, en m ;

$R_{L,j}$ la résistance thermique linéaire du segment j, en mK/W, déterminée selon l'annexe E.3.

Il faut faire une sommation sur tous les segments j du réseau de distribution de chaleur n en dehors du volume protégé.

E.3 Détermination de la résistance thermique linéaire

La résistance thermique linéaire donne le flux de chaleur d'un segment du réseau de distribution de chaleur par unité de longueur et par degré de différence de température.

On peut la calculer de manière détaillée comme donnée d'entrée pour les calculs ci-dessus. On prendra comme base l'équation E.3.1 en remplaçant le facteur 0.6 par 1 ; il faut en plus tenir compte de l'effet des ponts thermiques dus aux suspensions, écarteurs, flasques, etc. Dans ce cas, il faut aussi intégrer dans les calculs tous les segments spéciaux et/ou non isolés comme des segments séparés: robinets d'arrêt, régulateurs, coudes éventuellement non isolés, etc.

Si l'on n'effectue pas de calcul de détail, il faut utiliser les équations ci-dessous. Elles sont basées sur la norme NBN EN ISO 12241.

Le multiplicateur 0.6 utilisé ci-dessous tient compte du fait que, à la suite de ponts thermiques et de la non-isolation des robinets, coudes éventuels, etc., les déperditions réelles sont plus élevées que dans le cas d'une isolation parfaite. La résistance de transmission thermique interne et la résistance propre de la conduite ou de la gaine sont supposées négligeables dans la formule.

En ce qui concerne les manteaux isolants multi-coques, on fait directement référence à cette norme; il faut tenir compte de ce même facteur de réduction 0.6.

E.3.1 Conduites et gaines rondes

On calcule la résistance thermique linéaire $R_{l,j}$ du segment j comme suit :

$$R_{l,j} = \frac{0.6}{2\pi\lambda_{\text{insul},j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right) + \frac{1}{h_{\text{se},j}\pi D_{e,j}} \quad (\text{mK/W})$$

avec :

- $\lambda_{\text{insul},j}$ la conductivité thermique de l'isolation thermique autour du segment j , en $W/(.K)$;
- $D_{e,j}$ le diamètre extérieur de l'isolation, en m ;
- $D_{i,j}$ le diamètre extérieur de la conduite non isolée, en m ;
- $h_{\text{se},j}$ le total des coefficients de transmission thermique externe (par convection + par rayonnement) du segment j , en W/m^2K , supposé égal à :
 - à l'intérieur du volume protégé: $h_{\text{se},j} = 8$;
 - dans un espace adjacent non chauffé: $h_{\text{se},j} = 10$;
 - à l'extérieur: $h_{\text{se},j} = 25$.

Le multiplicateur 0.6 tient compte du fait que, à la suite de ponts thermiques et de la non-isolation des robinets, coudes éventuels, etc., les déperditions réelles sont plus élevées que dans le cas d'une isolation parfaite. La résistance de transmission thermique interne et la résistance propre de la conduite ou de la gaine sont supposées négligeables dans la formule.

E.3.2 Gaines rectangulaires

On calcule la résistance thermique linéaire $R_{l,j}$ du segment j comme suit:

$$R_{l,j} = \frac{0.6 \times d_{\text{insul},j}}{2\lambda_{\text{insul},j}(H_j + B_j - 2d_{\text{insul},j})} + \frac{1}{2h_{\text{se},j}(H_j + B_j)} \quad (\text{mK/W})$$

avec:

- $\lambda_{\text{insul},j}$ la conductivité thermique de l'isolation thermique autour du segment j , en $W/(.K)$;
- $d_{\text{insul},j}$ l'épaisseur de l'isolation thermique autour de la gaine, en m ;
- H_j la hauteur de la gaine isolée (dimension extérieure), en m ;
- B_j la largeur de la gaine isolée (dimension extérieure), en m ;
- $h_{\text{se},j}$ le coefficient de transmission thermique externe (par convection + par rayonnement) total du segment j , en W/m^2K , tel qu'établi en E.3.1.

Le multiplicateur 0.6 tient compte du fait que, à la suite de négligences lors de l'exécution et aux ponts thermiques, les déperditions réelles sont plus élevées que dans le cas d'une isolation parfaite. La résistance de transmission thermique interne et la résistance propre de la gaine sont supposées négligeables dans la formule.

E.3.3. Conduites souterraines

On calcule la résistance thermique linéaire $R_{l,j}$ du segment j comme suit :

$$R_{l,j} = R'_{l,j} + R_E \quad (\text{m.K/W})$$

avec:

$$R'_{l,j} = \frac{0.6}{2\pi\lambda_{\text{insul},j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right) \quad (\text{m.K/W})$$

et

$$R_E = \frac{1}{2\pi\lambda_E} \text{arcosh}\left(\frac{2H_{E,j}}{D_{e,j}}\right) \quad (\text{m.K/W})$$

avec:

- $\lambda_{\text{insul},j}$ la conductivité thermique de l'isolation thermique autour du segment j , en $W/(.K)$;
- $D_{e,j}$ le diamètre extérieur de l'isolation, en m ;

$D_{i,j}$ le diamètre extérieur de la conduite non isolée, en m ;

λ_E la conductivité thermique du sol environnant. On prend comme valeur: $\lambda_E = 2 \text{ W/(m.K)}$;

$H_{E,j}$ la distance entre le centre de la conduite et la surface du sol, en m.

Le multiplicateur 0.6 tient compte du fait que, à la suite de négligences lors de l'exécution aux de ponts thermiques, les déperditions réelles sont plus élevées que dans le cas d'une isolation parfaite. La résistance de transmission thermique interne et la résistance propre de la conduite sont supposées négligeables dans la formule.

Annexe F : rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur de différents combustibles

Combustible	$f_{NCV/GCV}$
Gaz naturel	0,90
Mazout	0,94
Propane/Butane/GPL	0,92
Charbon	0,96
Bois	0,93
Pellets	0,91
Autres combustibles	équivalence

(1) En ce qui concerne les combustibles qui ne figurent pas encore explicitement dans le tableau, le Ministre peut déterminer la valeur à appliquer.

Annexe G: Détermination du rendement thermique d'un récupérateur de chaleur

La détermination du rendement thermique η_{test} d'un récupérateur de chaleur dépend de rapports de température déterminés sur base d'un test décrit dans la présente annexe. La valeur par défaut du rendement thermique valable quel que soit le débit est de zéro.

On se reportera à la norme NBN EN 308 pour les définitions des catégories d'appareils de récupération de chaleur et pour la numérotation conventionnelle des positions.

Le Ministre peut définir des spécifications complémentaires pour la détermination du rendement thermique d'un récupérateur de chaleur.

G.1 Mesurage

Le test doit être réalisé suivant les exigences de mesurage décrites aux paragraphes § 5.5 en § 6.4 de la norme NBN EN 308, à l'exception des points suivants :

- le test doit être réalisé sur l'appareil de récupération de chaleur complet (incl. châssis, ventilateurs, etc.), non modifié. Le test ne peut par exemple pas comprendre d'isolation supplémentaire ;
- il n'y a pas d'exigence concernant l'équilibre thermique (cfr. § 6.6 de la norme NBN EN 308) ;
- il n'y a pas d'exigence concernant les fuites internes et externes ;
- il n'est pas exigé que le test soit réalisé pour différentes combinaisons de débit d'alimentation et d'extraction tel que décrit dans la norme, par contre il est exigé que le test :
 - porte sur un ou plusieurs débits, au choix. Le champ d'application du résultat final sera fonction du/ des débit(s) testés (voir texte principal de la présente annexe) ;
 - on s'appliquera autant que possible à établir un équilibre entre les débits volumiques d'alimentation et d'extraction ;
- seules les conditions d'admission d'air du test telles que reprises dans la table ci-dessous, extraite de la norme NBN EN 308 sont à considérer. Les mesurages réalisés à d'autres températures ne sont pas valables pour déterminer le rendement thermique décrit ci-après.

Catégorie du récupérateur de chaleur (voir définitions de NBN EN 308)	I II IIIa	IIIb
température de l'air extrait	25°C	25°C
température humide de l'air extrait	< 14°C	18°C
température de l'air neuf	5°C	5°C
température humide de l'air neuf		3°C

Le rapport de test doit comprendre au minimum les données de mesurage suivantes:

- les températures mesurées à toutes les entrées et sorties du récupérateur de chaleur : la température de l'air neuf (t_{21}), de l'air fourni (t_{22}), de l'air extrait (t_{11}) et de l'air rejeté (t_{12}), en °C ;
- les débits volumiques mesurés de l'air fourni (qv_{22}) et de l'air extrait (qv_{11}), en m³/h ;
- la puissance électrique totale absorbée par le récupérateur de chaleur pendant l'essai ($P_{\text{elec,ahit, test}}$), en W. Il s'agit de la puissance électrique totale de l'appareil complet y inclus tous les ventilateurs, les réglages, etc ;
- la position des ventilateurs par rapport à l'échangeur de chaleur dans l'appareil testé.

G.2 Calcul

Le débit volumique de test, $q_{v, \text{test}}$, est défini comme le plus petit des deux débits volumiques suivants, respectivement celui de l'air extrait (q_{v11}) et de l'air fourni (q_{v22}) pendant le test.

Le rendement thermique d'un récupérateur de chaleur est donné d'après:

$$\eta_{\text{-est}} = \frac{(\eta_{t, \text{sup}} + \eta_{t, \text{aha}})}{2}$$

Les rapports de température du côté de l'air fourni ($\square_{t, \text{sup}}$) et du côté de l'air extrait ($\square_{t, \text{aha}}$) sont calculés au moyen des températures mesurées pendant l'essai et sont corrigées par convention pour tenir compte de la chaleur provenant de l'énergie électrique consommée:

$$\eta_{t, \text{sup}} = \frac{t_{22} - \Delta t_{22} - t_{21} - \Delta t_{21}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}} \quad \text{et} \quad \eta_{t, \text{aha}} = \frac{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{12} + \Delta t_{12}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}}$$

Les différences de température correspondant à la position des ventilateurs doivent être calculées par convention selon une des 4 configurations décrites dans le tableau ci-dessous:

		Ventilateur d'extraction	
		Dans la position air extrait (11)	Dans la position air rejeté (12)
Ventilateur d'amenée d'air	En position air neuf (21)	$\Delta t_{11} = \frac{0.5 \cdot P_{\text{elec, ahu, test}}}{0.34 \cdot q_{v11}}$ $\Delta t_{21} = \frac{0.5 \cdot P_{\text{elec, ahu, test}}}{0.34 \cdot q_{v22}}$ $\Delta t_{22} = \Delta t_{12} = 0$	$\Delta t_{12} = \frac{0.5 \cdot P_{\text{elec, ahu, test}}}{0.34 \cdot q_{v11}}$ $\Delta t_{21} = \frac{0.5 \cdot P_{\text{elec, ahu, test}}}{0.34 \cdot q_{v22}}$ $\Delta t_{22} = \Delta t_{11} = 0$
	En position air fourni (22)	$\Delta t_{11} = \frac{0.5 \cdot P_{\text{elec, ahu, test}}}{0.34 \cdot q_{v11}}$ $\Delta t_{22} = \frac{0.5 \cdot P_{\text{elec, ahu, test}}}{0.34 \cdot q_{v22}}$ $\Delta t_{21} = \Delta t_{12} = 0$	$\Delta t_{12} = \frac{0.5 \cdot P_{\text{elec, ahu, test}}}{0.34 \cdot q_{v11}}$ $\Delta t_{22} = \frac{0.5 \cdot P_{\text{elec, ahu, test}}}{0.34 \cdot q_{v22}}$ $\Delta t_{21} = \Delta t_{11} = 0$

Pour un récupérateur de chaleur donné, il est possible d'effectuer des tests portant sur plusieurs débits. A chaque rendement thermique correspond un débit d'essai, qui détermine la portée du champ d'application du texte (voir texte principal de la présente annexe).

Vu pour être annexé à l'arrêté du Gouvernement wallon du 12 décembre 2013 modifiant, en ce qui concerne la performance énergétique des bâtiments, le Code wallon de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme, du Patrimoine et de l'Energie.

Namur, le 12 décembre 2013.

Le Ministre-Président,

R. DEMOTTE

Le Ministre du Développement durable et de la Fonction publique,

J-M. NOLLET