

$$\text{Eq. 94} \quad W_{\text{trans,tot } t,m} = P_{\text{def,fct } f} \cdot f_{\text{trans,tot } t,m} \cdot \frac{t_m}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

avec :

- $W_{\text{trans,tot } t,m}$  la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs dans la partie fonctionnelle  $f$ , en kWh ;
- $P_{\text{def,fct } f}$  la puissance effective forfaitaire des ventilateurs de pulsion et/ou d'extraction telle que déterminée ci-après, en W ;
- $f_{\text{trans,tot } t,m}$  la fraction de temps pendant laquelle les ventilateurs sont en service au cours du mois considéré, déterminée selon le § 8.1.5, (-) ;
- $t_m$  la durée du mois considéré, reprise au Tableau [1], en Ms.

La puissance effective forfaitaire des ventilateurs,  $P_{\text{def,fct } f}$ , est donnée par :

$$\text{Eq. 95} \quad P_{\text{def,fct } f} = C_{\text{sys}} \cdot \dot{V}_{\text{hyg,fct } f} \quad (\text{kWh})$$

où :

- $C_{\text{sys}}$  une constante dépendant du système de ventilation présent dans la partie fonctionnelle  $f$ , tel que déterminé ci-après, en Wh/m<sup>3</sup> ;
- $\dot{V}_{\text{hyg,tot } f}$  le débit de conception d'alimentation en air neuf dans la partie fonctionnelle  $f$  du secteur énergétique  $i$ , déterminé selon les principes spécifiés au § 5.6.2.2, en m<sup>3</sup>/h.

- Dans le cas d'un système où seule l'extraction est mécanique :  $C_{\text{sys}} = 0,33$  Wh/m<sup>3</sup>.
- Dans le cas d'un système où l'alimentation est mécanique, éventuellement en combinaison avec une extraction mécanique, sans pré-refroidissement de l'air de ventilation :  $C_{\text{sys}} = 0,55$  Wh/m<sup>3</sup>.
- Dans tous les autres cas :  $C_{\text{sys}} = 0,85$  Wh/m<sup>3</sup>.

#### 8.1.4 Consommation d'électricité pour les ventilateurs par partie fonctionnelle sur base des puissances installées réelles

On détermine, dans ce cas, la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs dans la partie fonctionnelle  $f$  comme suit :

$$\text{Eq. 96} \quad W_{\text{trans,tot } t,m} = \sum_j 0,8 \cdot f_{\text{ctrl},j} \cdot P_{\text{instal},j} \cdot \frac{\dot{V}_{\text{fct } f,j}}{\dot{V}_j} \cdot f_{\text{trans,tot } t,m} \cdot \frac{t_m}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

avec :

- $W_{\text{trans,tot } t,m}$  la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs dans la partie fonctionnelle  $f$ , en kWh ;
- $f_{\text{ctrl},j}$  un facteur de réduction pour la régulation du ventilateur  $j$ , repris au Tableau [27], (-) ;
- $P_{\text{instal},j}$  la valeur de calcul pour la puissance électrique installée du ventilateur, telle que déterminée ci-après, en W ;
- $\dot{V}_{\text{fct } f,j}$  la part du débit de conception du ventilateur  $j$  au profit de la partie fonctionnelle  $f$ , en m<sup>3</sup>/h ;

$\dot{V}_j$	le débit de conception total du ventilateur $j$ , en $\text{m}^3/\text{h}$ ;
$f_{\text{fans, fct } f, m}$	la fraction de temps pendant laquelle les ventilateurs sont en service au cours du mois considéré, déterminée selon le § 8.1.5, (-) ;
$t_m$	la durée du mois considéré, reprise au Tableau [1], en Ms.

Il faut faire une sommation sur tous les ventilateurs  $j$  qui desservent la partie fonctionnelle  $f$ .

**Tableau [27] : Facteur de réduction  $f_{\text{ctrl},j}$  pour la régulation des ventilateurs**

Numéro du système selon le Tableau [16]	Sorte de régulation		
	Pas de régulation ou régulation par obturation	Régulation par aubage mobile ou régulation des pales	Régulation à vitesse de rotation variable
1, 2, 4, 5, 6, 8	1,00	0,75	0,65
3, 7	1,00	0,65	0,50

Remarque : on ne peut considérer comme telle une régulation du débit d'air volumique que si, pendant que la régulation est en service, le débit d'air volumique minimal exigé par la réglementation pour le renouvellement de l'air est garanti durant la période normale de service.

On détermine la valeur de calcul de la puissance électrique installée d'une des deux manières suivantes :

- la puissance électrique maximale du moteur électrique, y compris le cas échéant tous les starters, en W ;
- la puissance électrique maximale de la combinaison moteur électrique-ventilateur, y compris le cas échéant tous les starters, en W ;

Pour la définition de la puissance électrique maximale, il est fait référence au § 2 de l'annexe A.1 au présent arrêté.

### 8.1.5 Fraction du temps pendant laquelle les ventilateurs sont en service

$$\text{Eq. 97} \quad f_{\text{fans, fct } f, m} = f_{\text{vent, heat, fct } f} \quad (-)$$

où :

$f_{\text{fans, fct } f, m}$	la fraction du temps pendant laquelle les ventilateurs sont en service au cours d'un mois donné, (-) ;
$f_{\text{vent, heat, fct } f}$	la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service dans la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de chauffage, tel que repris au Tableau [7], (-).

## 8.2 Consommation d'électricité des circulateurs

### 8.2.1 Principe

La consommation d'électricité des circulateurs présents dans les circuits d'eau chaude et les circuits d'eau froide servant à la climatisation est déterminée à l'aide de valeurs imposées pour la consommation d'électricité par m<sup>2</sup>, avec possibilité de valoriser l'application de régulations destinées à économiser l'énergie sur les circulateurs à l'aide d'un facteur de réduction.

### 8.2.2 Règle de calcul

On détermine la consommation mensuelle d'électricité des circulateurs en multipliant la consommation d'électricité pour les circulateurs par unité de temps et de surface (valeur 0,07) par la durée du mois considéré, par la somme des surfaces d'utilisation des secteurs énergétiques chauffés par eau et par la somme des surfaces d'utilisation des secteurs énergétiques refroidis par eau. Au besoin, on applique une correction pour la régulation.

$$\text{Eq. 98 } W_{\text{pumps, fct f, m}} = 0,07 \cdot t_m \cdot (f_{\text{ctrl, heat}} \cdot W_{\text{aux, heat}} + f_{\text{ctrl, cool}} \cdot W_{\text{aux, cool}}) \cdot A_{\text{f, fct f}} \quad (\text{kWh})$$

où :

$W_{\text{pumps, n}}$	la consommation mensuelle d'électricité des circulateurs, en kWh ;
$W_{\text{pumps, fct f, m}}$	la consommation mensuelle d'électricité des circulateurs desservant la partie fonctionnelle f, en kWh ;
$W_{\text{aux, heat}}$	un facteur qui prend en compte le fait que la partie fonctionnelle f est chauffée par eau : - si oui : on a $W_{\text{aux, heat}} = 1$ ; - si non : on a $W_{\text{aux, heat}} = 0$ ;
$W_{\text{aux, cool}}$	un facteur qui prend en compte le fait que la partie fonctionnelle f est refroidie par eau : - si oui : on a $W_{\text{aux, cool}} = 1$ ; - si non : on a $W_{\text{aux, cool}} = 0$ ;
$t_m$	la durée du mois considéré, en Ms, reprise au Tableau [1] ;
$A_{\text{f, fct f}}$	la surface d'utilisation de la partie fonctionnelle f, en m <sup>2</sup> ;
$f_{\text{ctrl, heat}}$	le facteur de réduction pour le type de régulation des circulateurs de chauffage, déterminé selon le § 8.2.3 ;
$f_{\text{ctrl, cool}}$	le facteur de réduction pour le type de régulation des circulateurs de refroidissement, déterminé selon le § 8.2.3.

Il faut effectuer une sommation sur toutes les parties fonctionnelles f.

Particularité de la fonction "Enseignement" : la consommation mensuelle d'électricité des circulateurs,  $W_{\text{pumps, fct f, m}}$  est considérée être nulle durant les mois de juillet et d'août.

Particularité de la fonction "Locaux techniques" : les facteurs  $W_{\text{aux, heat}}$  et  $W_{\text{aux, cool}}$  sont considérés être nuls durant toute l'année dans des parties fonctionnelles ayant cette fonction, indépendamment du fait que la partie fonctionnelle soit chauffée ou refroidie par eau.

Particularité de la fonction "Sauna, piscine" : le  $w_{aux,cool}$  est considéré être nul durant toute l'année dans des parties fonctionnelles ayant cette fonction, indépendamment du fait que la partie fonctionnelle soit refroidie par eau.

## 8.2.3 Facteurs de réduction pour la régulation appliquée aux circulateurs

### 8.2.3.1 Principe

Un facteur de réduction pour la valorisation de l'utilisation de régulations des circulateurs peut être utilisé pour les circulateurs indiqués au 8.2.3.2, si plus de 75% de la puissance électrique installée des circulateurs pour le chauffage et/ou le réchauffement de l'air de ventilation, ou des circulateurs présents dans les circuits d'eau froide pour le refroidissement et/ou la déshumidification de l'air de ventilation et/ou de l'air ambiant, est équipée d'une régulation visée au § 8.2.3.3.

### 8.2.3.2 Conditions

L'évaluation des puissances électriques installées des moteurs des circulateurs peut tenir compte uniquement :

- des circulateurs présents dans les circuits d'eau de chauffage et/ou de réchauffement/humidification de l'air de ventilation ;
- des circulateurs présents dans les circuits d'eau froide destinée au refroidissement et/ou à la déshumidification de l'air de ventilation et/ou de l'air ambiant.

Lorsque des circulateurs sont installés en double à des fins de sauvegarde, il faut prendre en compte la puissance électrique du plus puissant des moteurs électriques.

### 8.2.3.3 Valeurs de calcul

#### 8.2.3.3.1 Facteur de réduction pour une régulation type dans les circuits d'eau chaude

Si plus de 75% de la puissance électrique installée des moteurs des circulateurs des circuits d'eau chaude est équipée d'une régulation automatique de vitesse ou d'une régulation automatique de marche/arrêt, on a :  $f_{cool,heat} = 0,5$

Dans tous les autres cas :  $f_{cool,heat} = 1,0$

#### 8.2.3.3.2 Facteur de réduction pour une régulation type dans les circuits d'eau froide

Si plus de 75% de la puissance électrique installée des moteurs des circulateurs des circuits d'eau froide est équipée d'une régulation automatique de vitesse, on a :  $f_{cool,heat} = 0,5$

Dans tous les autres cas :  $f_{cool,heat} = 1,0$

### 8.3 Consommation d'électricité supplémentaire pour les générateurs de froid

#### 8.3.1 Principe

Pour les générateurs de froid refroidis à l'eau il y a toujours une consommation d'électricité supplémentaire côté condenseur. Si la machine est reliée à une tour de refroidissement, il y a une consommation supplémentaire pour la pompe de pulvérisation et pour le ventilateur de la tour de refroidissement. Dans le cas des machines frigorifiques à absorption, il y a une consommation supplémentaire pour la circulation du fluide absorbant.

Les valeurs de calcul pour la consommation d'électricité supplémentaire pour les générateurs de froid est déterminée au choix suivant une des deux méthodes suivantes :

- méthode simplifiée (§ 8.3.2) ;
- méthode détaillée (§ 8.3.3).

#### 8.3.2 Méthode simplifiée

##### 8.3.2.1 Règle de calcul

$$\text{Eq. 99} \quad W_{\text{aux},n} = W_{\text{aux,pumps,fans},n} + W_{\text{aux,int},n} \quad (\text{kWh})$$

avec :

$W_{\text{aux,pumps,fans},n}$  la consommation d'électricité mensuelle du (des) circulateur(s) et du (des) ventilateur(s) côté condenseur, déterminés selon le § 8.3.2.2, en kWh ;

$W_{\text{aux,int},n}$  la consommation d'électricité mensuelle du circulateur du fluide absorbant, déterminés selon le § 8.3.2.3, en kWh.

##### 8.3.2.2 Consommation d'électricité de la (des) pompe(s) de circulation et des ventilateurs côté condenseur

$$\text{Eq. 100} \quad W_{\text{aux,pumps,tans},n} = \sum_i W_{\text{aux,pumps,tans,sec } i,n} \quad (\text{kWh})$$

$$W_{\text{aux,pumps,fans,cool},n} = \frac{0,08}{3,6} \cdot Q_{\text{cool,grcool,sec},i,n}$$

$$\text{Eq. 101} \quad \left( \begin{array}{l} W_{\text{pumps,tans,pret}} \cdot f_{\text{cool,pret}} \cdot (1 - f_{\text{cool,m,free,pret}}) \cdot \left( \frac{\eta_{\text{gen,cool,m,pret}} + 1}{\eta_{\text{gen,cool,m,pret}}} \right) \\ + W_{\text{pumps,fans,npref}} \cdot (1 - f_{\text{cool,npref}}) \cdot (1 - f_{\text{cool,m,free,npref}}) \cdot \left( \frac{\eta_{\text{gen,cool,m,npref}} + 1}{\eta_{\text{gen,cool,m,npref}}} \right) \end{array} \right) \quad (\text{kWh})$$

avec :

$W_{\text{aux,pumps,fans,cool},n}$  la consommation d'électricité mensuelle de la (des) pompe(s) de circulation et du (des) ventilateur(s) côté condenseur des générateurs de froid desservant le secteur énergétique  $i$ , en kWh ;

$Q_{\text{cool,grcool,sec},i,n}$  les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique  $i$ , déterminés selon le § 6.2, en MJ ;

$W_{pumps, fans, pref}$	un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid préférentiel est relié à une tour de refroidissement ou à un échangeur de chaleur enterré ; - si oui : on a $W_{pumps, fans, pref} = 1$ ; - si non : on a $W_{pumps, fans, pref} = 0$ ;
$W_{pumps, fans, npref}$	un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid non préférentiel est relié à une tour de refroidissement ou à un échangeur de chaleur enterré ; - si oui : on a $W_{pumps, fans, npref} = 1$ ; - si non : on a $W_{pumps, fans, npref} = 0$ ;
$f_{cool, pref}$	fraction moyenne annuelle du froid fourni par le(s) générateur(s) de froid préférentiel(s), déterminée selon le § 7.3.2, (-) ;
$f_{cool, n, free, pref}$	fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;
$f_{cool, n, free, npref}$	fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid non préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;
$\eta_{gen, cool, n, pref}$	le rendement de production mensuel du générateur de froid préférentiel, déterminé selon le § 7.5.2, (-) ;
$\eta_{gen, cool, n, npref}$	le rendement de production mensuel du générateur de froid non préférentiel, déterminé selon le § 7.5.2, (-).

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétique  $i$  de l'unité PEN.

### 8.3.2.3 Consommation d'électricité du circulateur du fluide absorbant

$$\text{Eq. 102 } W_{aux, int, m} = \sum_i W_{aux, int, sec i, m} \quad (\text{kWh})$$

$$\text{Eq. 103 } W_{aux, int, sec i, m} = \frac{0,014}{3,6} \cdot Q_{cool, gross, sec i, m} \cdot \left( W_{int, pref} \cdot f_{cool, pref} \cdot (1 - f_{cool, n, free, pref}) + W_{int, npref} \cdot (1 - f_{cool, pref}) \cdot (1 - f_{cool, n, free, npref}) \right) \quad (\text{kWh})$$

avec :

$W_{aux, int, sec i, m}$	la consommation d'électricité du circulateur du fluide absorbant des machines frigorifiques à absorption desservant le secteur énergétique $i$ , en kWh ;
$Q_{cool, gross, sec i, m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique $i$ , déterminés selon le § 6.2, en MJ ;
$W_{int, pref}$	un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid préférentiel est une machine frigorifique à absorption ; - si oui : on a $W_{int, pref} = 1$ ; - si non : on a $W_{int, pref} = 0$ ;
$W_{int, npref}$	un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid non préférentiel est une machine frigorifique à absorption ; - si oui : on a $W_{int, npref} = 1$ ; - si non : on a $W_{int, npref} = 0$ ;

$f_{cool,pref}$	fraction moyenne annuelle du froid fourni par les(s) générateur(s) de froid préférentiel(s), déterminée selon le § 7.3.2, (-) ;
$f_{cool,m,free,pref}$	fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;
$f_{cool,m,free,npref}$	fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid non préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-).

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétique  $i$  de l'unité PEN.

**8.3.3 Méthode détaillée**

**8.3.3.1 Règle de calcul**

**Eq. 104**  $W_{aux,m} = W_{aux,pumps,m} + W_{aux,ct,m} + W_{aux,int,m}$  (kWh)

avec :

$W_{aux,pumps,m}$	la consommation d'électricité mensuelle du(des) circulateur(s) côté condenseur, déterminés selon le § 8.3.3.2, en kWh ;
$W_{aux,ct,m}$	la consommation d'électricité mensuelle de la tour de refroidissement, déterminés selon le § 8.3.3.3, en kWh ;
$W_{aux,int,m}$	la consommation d'électricité mensuelle du circulateur du liquide absorbant, déterminés selon le § 8.3.3.4, en kWh.

**8.3.3.2 La consommation d'électricité du(des) circulateur(s) côté condenseur**

**Eq. 105**  $W_{aux,pumps,i} = \sum_1 W_{aux,pumps,sect,i}$  (kWh)

$$W_{aux,pumps,sect,i} = \frac{0,016}{3,6} \cdot Q_{cool,gross,sect,i,m}$$

**Eq. 106** 
$$\left( \begin{aligned} &W_{pumps,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot (1 - f_{cool,m,free,pref}) \cdot \left( \frac{\eta_{gen,cool,m,pref} + 1}{\eta_{get,cool,m,pref}} \right) \\ &+ W_{pumps,npref} \cdot (1 - f_{cool,pref}) \cdot (1 - f_{cool,m,free,npref}) \cdot \left( \frac{\eta_{gen,cool,m,npref} + 1}{\eta_{get,cool,m,npref}} \right) \end{aligned} \right)$$
 (kWh)

avec :

$W_{aux,pumps,sect,i}$	la consommation d'électricité mensuelle du(des) circulateur(s) côté condenseur du secteur énergétique $i$ , en kWh ;
$Q_{cool,gross,sect,i,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique $i$ , déterminés selon le § 6.2, en MJ ;
$f_{cool,pref}$	fraction moyenne annuelle du froid fourni par les(s) générateur(s) de froid préférentiel(s), déterminée selon le § 7.3.2, (-) ;

$f_{cool,m,free,pref}$	fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;
$f_{cool,m,free,npref}$	fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid non préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;
$\eta_{gen,cool,m,pref}$	le rendement de production mensuel du générateur de froid préférentiel, déterminé selon le § 7.5.2, (-) ;
$\eta_{gen,cool,m,npref}$	le rendement de production mensuel du générateur de froid non préférentiel, déterminé selon le § 7.5.2, (-) ;
$W_{pumps,pref}$	un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid préférentiel est relié à une tour de refroidissement ou à un échangeur de chaleur enterré : - si relié à une tour de refroidissement et refroidi à l'eau : on a $W_{pumps,pref} = 1$ ; - si relié à un échangeur de chaleur enterré (géocooling système fermé) et refroidi à l'eau : on a $W_{pumps,pref} = 5$ ; - dans les autres cas : on a $W_{pumps,pref} = 0$ ;
$W_{pumps,npref}$	un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid non préférentiel est relié à une tour de refroidissement ou à un échangeur de chaleur enterré : - si relié à une tour de refroidissement et refroidi à l'eau : on a $W_{pumps,npref} = 1$ ; - si relié à un échangeur de chaleur enterré (géocooling système fermé) et refroidi à l'eau : on a $W_{pumps,npref} = 5$ ; - dans les autres cas : on a $W_{pumps,npref} = 0$ .

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétique  $i$  de l'unité PEN.

### 8.3.3.3 La consommation d'électricité de la(des) tour(s) de refroidissement

$$\text{Eq. 107 } W_{aux,ct,m} = \sum_i W_{aux,ct,sect,m} \quad (\text{kWh})$$

$$W_{aux,ct,sect,m} = \frac{Q_{cool,gross,sect,m}}{3,6}$$

$$\text{Eq. 108 } \left( W_{ct,pref} \cdot f_{ct,m,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot (1 - f_{cool,m,free,pref}) \cdot \left( \frac{\eta_{gen,cool,m,pref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,pref}} \right) + W_{ct,npref} \cdot f_{ct,m,npref} \cdot (1 - f_{cool,npref}) \cdot (1 - f_{cool,m,free,npref}) \cdot \left( \frac{\eta_{gen,cool,m,npref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,npref}} \right) \right) \quad (\text{kWh})$$

avec :

$W_{aux,ct,sect,m}$	la consommation d'électricité de la tour de refroidissement desservant le secteur énergétique $i$ , en kWh ;
$Q_{cool,gross,sect,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique $i$ , déterminés selon le § 6.2, en MJ ;
$f_{ct,m,pref}$	le facteur de correction mensuel des tours de refroidissement relié au générateur de froid préférentiel tel que déterminé ci-après ;



$f_{ct,m,n,ref}$	le facteur de correction mensuel des tours de refroidissement relié au générateur de froid non préférentiel tel que déterminé ci-après ;
$f_{cool,pref}$	fraction moyenne annuelle du froid fourni par le(s) générateur(s) de froid préférentiel(s), déterminée selon le § 7.3.2, (-) ;
$f_{cool,m,free,pref}$	fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;
$f_{cool,m,free,npref}$	fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid non préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;
$\eta_{gen,cool,m,pref}$	le rendement de production mensuel du générateur de froid préférentiel, déterminé selon le § 7.5.2, (-) ;
$\eta_{gen,cool,m,npref}$	le rendement de production mensuel du générateur de froid non préférentiel, déterminé selon le § 7.5.2, (-) ;
$w_{ct,pref}$	un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid préférentiel est relié à une tour de refroidissement : - si relié à une tour de refroidissement, on a $w_{ct,pref} = 1$ ; - si non, on a $w_{ct,pref} = 0$ ;
$w_{ct,npref}$	un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid non préférentiel est relié à une tour de refroidissement : - si relié à une tour de refroidissement, on a $w_{ct,npref} = 1$ ; - si non, on a $w_{ct,npref} = 0$ .

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétique  $i$  de l'unité PEN.

Le facteur de correction mensuel des tours de refroidissement relié au générateur de froid est déterminé comme suit :

$$\text{Eq. 109 } f_{ct,m} = C_{ct,1} - C_{ct,2} \cdot \min(\theta_{co,m}, \theta_{co,MAX}) \quad (-)$$

avec :

$C_{ct,1}$ , $C_{ct,2}$	des facteurs pour la détermination de la consommation d'énergie auxiliaire mensuelle, déterminé suivant le Tableau [28], (-) ;
$\theta_{co,m}$	la température de fonctionnement mensuelle du condenseur, déterminée suivant 7.5.2.3.2, en °C ;
$\theta_{co,MAX}$	la température de fonctionnement maximale du condenseur, reprise au Tableau [28], en °C.

**Tableau [28] : Constantes utilisées pour le calcul de la consommation d'énergie d'une tour de refroidissement**

Type de tour	Type de ventilateur	$\theta_{co,MAX}$	$C_{ct,1}$	$C_{ct,2}$
Aéro-refroidisseur (dry-cooler)	Ventilateur à vitesse constante	32	0,100	0,0027
	Ventilateur à 2 vitesses	32	0,083	0,0025
	Ventilateur à vitesse variable	32	0,078	0,0024
Tour ouverte et tour	Ventilateur à vitesse constante	26	0,130	0,0041
	Ventilateur à 2 vitesses	26	0,130	0,0047

fermée	Ventilateur à vitesse variable	26	0,130	0,0046
--------	--------------------------------	----	-------	--------

### 8.3.3.4 Consommation d'électricité du circulateur du fluide absorbant

On détermine la consommation mensuelle d'électricité du circulateur du fluide absorbant comme suit :

$$\text{Eq. 110 } W_{\text{aux,int},m} = \sum_1 W_{\text{aux,int},occ i,m} \quad (\text{kWh})$$

$$\text{Eq. 111 } W_{\text{aux,int},seci,m} = \frac{2,46}{3,6} \cdot Q_{\text{cool,grs},seci,m} \cdot [w_{\text{int},pref} \cdot f_{\text{cool},pref} \cdot (1 - \varepsilon_{\text{cool,m,tree},pref}) \cdot (\max(320, P_{\text{gen},pref}))^{-0,675} + w_{\text{int},npref} \cdot (1 - f_{\text{cool},pref}) \cdot (1 - f_{\text{cool,m,tree},npref}) \cdot (\max(320, P_{\text{gen},npref}))^{-0,675}] \quad (\text{kWh})$$

$W_{\text{aux,int},seci,m}$  la consommation d'électricité du circulateur du fluide absorbant, en kWh ;

$P_{\text{gen},pref}$  la puissance nominale de la machine frigorifique à compression préférentielle, déterminée suivant le paragraphe "Rated Full Load Performance" de la norme ARI 560-2000, en kW ;

$P_{\text{gen},npref}$  la puissance nominale de la machine frigorifique à compression non préférentielle, déterminée suivant le paragraphe "Rated Full Load Performance" de la norme ARI 560-2000, en kW ;

$Q_{\text{cool,grs},seci,m}$  les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique  $i$ , déterminés selon le § 6.2, en MJ ;

$w_{\text{int},pref}$  un facteur qui prend en compte le fait que générateur de froid préférentiel est une machine frigorifique à absorption :

- si oui : on a  $w_{\text{int},pref} = 1$  ;
- si non : on a  $w_{\text{int},pref} = 0$  ;

$w_{\text{int},npref}$  un facteur qui prend en compte le fait que générateur de froid non préférentiel est une machine frigorifique à absorption :

- si oui : on a  $w_{\text{int},npref} = 1$  ;
- si non : on a  $w_{\text{int},npref} = 0$ .

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétique  $i$  de l'unité PEN.

### 8.4 Consommation d'électricité supplémentaire pour le free-chilling

Un générateur de froid qui fonctionne en mode free-chilling ne consomme de l'énergie que pour les circulateurs et/ou les tours de refroidissement. On détermine la consommation d'électricité pour le free-chilling comme suit :

$$\text{Eq. 112 } W_{\text{aux,free},m} = W_{\text{aux,pumps,free},m} + W_{\text{aux,t,free},m} \quad (\text{kWh})$$

avec :

$W_{\text{aux,pumps,free},m}$  La consommation d'électricité mensuelle des circulateurs côté condenseur du générateur de froid qui fonctionne en mode free-chilling, en kWh ;

$W_{aux,ct,free,m}$  La consommation d'électricité mensuelle de la tour de refroidissement qui fonctionne en mode free-chilling, en kWh.

On détermine la consommation d'électricité des circulateurs côté condenseur comme suit :

**Eq. 113**  $W_{aux,pumps,free,m} = \sum_i W_{aux,pumps,free,sec,i,m}$  (kWh)

$$W_{aux,pumps,free,sec,i,m} = \frac{0,052}{3,6} \cdot Q_{cool,gross,sec,i,m}$$

**Eq. 114**  $\left( W_{pumps,free,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot f_{cool,m,free,pref} + W_{pumps,free,npref} \cdot (1 - f_{cool,pref}) \cdot f_{cool,m,free,npref} \right)$  (kWh)

$Q_{cool,gross,sec,i,m}$  les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique  $i$ , déterminés selon le § 6.2, en MJ ;

$f_{cool,pref}$  fraction moyenne annuelle du froid fourni par le(s) générateur(s) de froid référentiel(s), déterminée selon le § 7.3.2, (-) ;

$f_{cool,m,free,pref}$  fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;

$f_{cool,m,free,npref}$  fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid non préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;

$W_{pumps,free,pref}$  un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid préférentiel fonctionne en mode free-chilling :

- si oui :
  - s'il s'agit de free-chilling par air, on a  $W_{pumps,free,pref} = 1$  ;
  - s'il s'agit de geo cooling/système fermé ou ouvert, on a  $W_{pumps,free,pref} = 1,54$  ;
- si non : on a  $W_{pumps,free,pref} = 0$  ;

$W_{pumps,free,npref}$  un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid non préférentiel fonctionne en mode free-chilling :

- si oui :
  - s'il s'agit de free-chilling par air, on a  $W_{pumps,free,npref} = 1$  ;
  - s'il s'agit de geo cooling/système fermé ou ouvert, on a  $W_{pumps,free,npref} = 1,54$  ;
- si non : on a  $W_{pumps,free,npref} = 0$ .

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétique  $i$  de l'unité PEN.

On détermine la consommation d'électricité de la tour de refroidissement comme suit :

**Eq. 115**  $W_{aux,ct,free,m} = \sum_i W_{aux,ct,free,sec,i,m}$  (kWh)

$$W_{\text{aux},\text{ct},\text{free},\text{sect},i,m} = \frac{(0,10 + 0,003 \cdot \theta_{\text{ev}})}{3,6} \cdot Q_{\text{cool},\text{gross},\text{sect},i,m} \quad (\text{kWh})$$

$$\cdot \left( W_{\text{ct},\text{pref}} \cdot f_{\text{cool},\text{pref}} \cdot f_{\text{cool},n,\text{free},\text{pref}} + W_{\text{ct},\text{npref}} \cdot (1 - f_{\text{cool},\text{pref}}) \cdot f_{\text{cool},n,\text{free},\text{npref}} \right)$$

avec :

$W_{\text{aux},\text{ct},\text{free},\text{sect},i,m}$	la consommation d'électricité mensuelle de la tour de refroidissement du secteur énergétique $i$ qui fonctionne en mode free-chilling, en kWh ;
$Q_{\text{cool},\text{gross},\text{sect},i,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique $i$ , déterminés selon le § 6.2, en MJ ;
$\theta_{\text{ev}}$	la température de fonctionnement de l'évaporateur, selon le § 7.5.2.3.3, en °C ;
$f_{\text{cool},\text{pref}}$	fraction moyenne annuelle du froid fourni par les(s) générateur(s) de froid préférentiel(s), déterminée selon le § 7.3.2, (-) ;
$f_{\text{cool},n,\text{free},\text{pref}}$	fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;
$f_{\text{cool},n,\text{free},\text{npref}}$	fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid non préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;
$W_{\text{ct},\text{pref}}$	un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid préférentiel est relié à une tour de refroidissement : - si oui, on a $W_{\text{ct},\text{pref}} = 1$ ; - si non, on a $W_{\text{ct},\text{pref}} = 0$ ;
$W_{\text{ct},\text{npref}}$	un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid non préférentiel est relié à une tour de refroidissement : - si oui, on a $W_{\text{ct},\text{npref}} = 1$ ; - si non, on a $W_{\text{ct},\text{npref}} = 0$ .

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétique  $i$  de l'unité PEN.

### 8.5 Consommation d'énergie des veilleuses

La consommation mensuelle d'énergie auxiliaire des veilleuses, en MJ, s'obtient comme le produit de la durée du mois par la somme des puissances de toutes les veilleuses :

$$\text{Eq. 117} \quad Q_{\text{pilot},m} = t_m \sum_j P_{\text{pilot},j} \quad (\text{MJ})$$

où :

$t_m$	la durée du mois considéré, en Ms, reprise au Tableau [1] ;
$P_{\text{pilot},j}$	une valeur de calcul fixe pour la puissance d'une veilleuse, à savoir 80 W.

Il faut faire une sommation sur tous les générateurs de chaleur  $j$  qui contribuent au chauffage et/ou à l'humidification et/ou à la préparation d'eau chaude sanitaire pour l'unité PEN et qui sont équipés d'une veilleuse. Seule exception : les appareils de chauffage local. Pour ces appareils, la

consommation de la veilleuse a déjà été prise en compte dans le rendement de production.

Particularité de la fonction "Enseignement" : si un générateur de chaleur équipé d'une veilleuse ne contribuent au chauffage et/ou à l'humidification et/ou à la préparation d'eau chaude sanitaire que pour des parties fonctionnelles ayant la fonction "enseignement", la consommation mensuelle d'énergie auxiliaire des veilleuses est considérée être nulle durant les mois de juillet et d'août.

Si un appareil avec veilleuse dessert plusieurs unités PEN, la consommation de sa veilleuse est imputée à chacune des unités PEN au prorata de leur volume relatif.

**8.6 Consommation d'énergie pour le pré-refroidissement de l'air de ventilation**

La consommation d'électricité mensuelle pour le pré-refroidissement de l'air de ventilation est déterminée comme suit :

**Eq. 118**  $W_{precool,m} = W_{soil/water,m} + W_{evap,m}$  (kWh)

avec :

$W_{soil/water,m}$  la consommation d'électricité mensuelle pour l'échangeur de chaleur sol-eau, selon le § 8.6.1, en kWh ;

$W_{evap,m}$  la consommation d'électricité mensuelle pour le refroidissement par évaporation, selon le § 8.6.2, en kWh.

Pour d'autres technologies,  $W_{precool,m}$  sera déterminé selon des règles déterminées par le Ministre.

**8.6.1 Consommation d'électricité pour l'échangeur de chaleur sol-eau**

On détermine la consommation d'électricité mensuelle pour l'échangeur de chaleur sol-eau comme suit :

**Eq. 119** 
$$W_{soil/water,m} = 0,278 \cdot t_n \cdot W_{soil/water,m} \cdot \left( f_{vent,cool,max} \cdot \frac{\dot{V}_a}{3600} \cdot f \cdot \frac{L_{tube}}{D_{tube}} \cdot 500 \cdot \left( \frac{\dot{V}_g}{3600 \cdot n_{tube} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_{tube}^2} \right)^2 + 150 \cdot \frac{\sum f_{vent,cool,ref} \cdot \dot{V}_{hg,ref}}{3600} \right)$$
 (kWh)

avec :

$t_n$  la durée du mois considéré, en Ms, reprise au Tableau [1] ;

$f_{vent,cool,ref}$  la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service pour la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que repris au Tableau [7], (-) ;

$f_{vent,cool,max}$  la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle l'échangeur sol-eau est en service, égal au maximum des valeurs respectives pour  $f_{vent,cool,ref}$ , comme déterminé ci-dessus, (-) ;

$W_{\text{sol/eau},m}$	un facteur mensuel qui prend en compte la durée d'utilisation de l'échangeur sol-eau, déterminé selon le § B.2.1, (-) ;
$\dot{V}_W$	le débit d'eau à travers l'échangeur de chaleur sol-eau, en $\text{m}^3/\text{h}$ ;
$f$	un coefficient de friction ;

**Eq. 120** Si  $Re < 2300$  :  $f = \frac{64}{Re}$

Si non :  $f = (1,58 \cdot \ln(Re) - 3,28)^2$

avec :

$Re$	le nombre de Reynolds, déterminé selon le § B.2, (-) ;
$D_{\text{tube}}$	le diamètre intérieur de la conduite souterraine, en m ;
$L_{\text{tube}}$	la longueur de la conduite souterraine, en m ;
$n_{\text{tube}}$	le nombre de conduites parallèles, (-) ;
$\dot{V}_{\text{hyd},fct f}$	le débit de conception d'alimentation en air neuf qui passe à travers l'échangeur de chaleur sol-air dans la partie fonctionnelle $f$ , en $\text{m}^3/\text{h}$ , déterminé selon les principes spécifiés au § 5.6.2.2.

Il faut faire la somme sur toutes les fonctions  $f$  de la zone de ventilation  $z$ .

### 8.6.2 Consommation d'électricité pour le refroidissement par évaporation

On détermine la consommation d'électricité mensuelle pour le refroidissement par évaporation selon :

**Eq. 121**  $W_{\text{evap},m} = 0,278 \cdot t_m \cdot W_{\text{evap},m} \cdot 250 \cdot \frac{\sum_f f_{\text{vent,cool},fct f} \cdot \dot{V}_{\text{hyd},fct f}}{3600}$  (kWh)

avec :

$t_m$	la durée du mois considéré, en Ms, reprise au Tableau [1] ;
$W_{\text{evap},m}$	un facteur mensuel qui prend en compte la durée d'utilisation du système d'évaporation, selon le § B.3.1, (-) ;
$f_{\text{vent,cool},fct f}$	la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service pour la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de refroidissement, tel que repris au Tableau [7], (-) ;
$\dot{V}_{\text{hyd},fct f}$	le débit de conception d'alimentation en air neuf qui passe à travers l'échangeur de chaleur sol-air dans la partie fonctionnelle $f$ , en $\text{m}^3/\text{h}$ , déterminé selon les principes spécifiés au § 5.6.2.2.

Il faut faire la somme sur toutes les parties fonctionnelles  $f$  de la zone de ventilation  $z$ .

## 9 Consommation d'énergie pour l'éclairage

### 9.1 Principe

Ce chapitre est consacré à la détermination, premièrement, de la variable auxiliaire adimensionnelle  $L_{\text{em}}$  et, deuxièmement, de la consommation conventionnelle d'électricité pour l'éclairage (qui sera convertie en consommation d'énergie primaire au 10.6).

Seul l'éclairage fixe situé à l'intérieur de l'unité PEN est pris en compte dans les calculs.

Des exemples d'éclairage situés en dehors de l'unité PEN peuvent être par exemple (selon le bâtiment en question) :

- un éclairage extérieur ;
- un éclairage intérieur dans des espaces situés hors du volume protégé ;
- un éclairage dans des parties résidentielles du bâtiment ;
- un éclairage d'autres espaces situés à l'intérieur du volume protégé mais pour lesquels il ne faut pas effectuer de calcul PEN.

A l'intérieur de l'unité PEN, les formes d'éclairage suivantes ne sont pas prises en considération :

- l'éclairage 'indépendant' : on entend par là les appareils indépendants (non fixes) que l'utilisateur branche sur le réseau électrique en insérant une fiche dans une prise, par exemple les lampes de bureau, certaines lampes fixées aux cadres de tableaux, etc ;
- les appareils qui assurent la signalisation des issues de secours (et qui restent souvent allumées en permanence) ;
- l'éclairage de secours (dans la mesure où il s'allume uniquement en cas d'urgence) ;
- l'éclairage des cabines et cages d'ascenseur.

La consommation des batteries présentes dans les systèmes d'éclairage (par exemple dans les interrupteurs sans fil) n'est pas prise en considération dans la détermination du niveau  $E_{\text{z}}$ .

Par partie fonctionnelle, il faut choisir entre deux méthodes de détermination de la variable auxiliaire  $L_{\text{em}}$  de tous les espaces et de la consommation d'électricité pour l'éclairage, à savoir :

- soit à l'aide de valeurs par défaut (§ 9.2) ;
- soit à l'aide des données détaillées de l'installation d'éclairage, en prenant en considération les facteurs suivants (§ 9.3) :
  - le flux lumineux des lampes et les caractéristiques photométriques des luminaires ;
  - la puissance des lampes installées, éléments auxiliaires des sources lumineuses compris, et la puissance des éventuels capteurs et éléments de contrôle ;
  - le type de contrôle ;
  - la présence éventuelle d'une zone de lumière naturelle avec élément de contrôle adapté.

### 9.1.1 Variable auxiliaire adimensionnelle $L_{\text{ref},r}$

La variable auxiliaire  $L_{\text{ref},r}$  est une approximation du niveau d'éclairage moyen. Elle détermine, avec d'autres paramètres, la valeur de référence de la consommation annuelle caractéristique d'énergie primaire (voir § 4).

### 9.1.2 Consommation d'électricité pour l'éclairage

La consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage de l'unité PEN est la somme de la consommation d'électricité pour l'éclairage de chacun des parties fonctionnelles, et de la consommation d'électricité éventuelle de tous les éléments de contrôles et similaires qui se trouvent hors de l'unité PEN mais qui sont (en tout ou en partie) liés à l'installation d'éclairage située à l'intérieur de l'unité PEN :

$$\text{Eq. 122 } \bar{W}_{\text{light},r} = \sum_f \bar{W}_{\text{light},f,\text{fon},m} + \sum_r \bar{W}_{\text{light},r,\text{ctrl},m} \quad (\text{kWh})$$

avec :

$\bar{W}_{\text{light},m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage, en kWh ;
$\bar{W}_{\text{light},f,\text{fon},m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage de la partie fonctionnelle $f$ , en kWh, déterminée selon le § 9.2.2 ou § 9.3.2 ;
$\bar{W}_{\text{light},r,\text{ctrl},m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour les éléments de contrôles et similaires installés dans des espaces $r$ situés hors de l'unité PEN mais (en tout ou en partie) liés à l'installation d'éclairage des espaces $r$ situés dans l'unité PEN, en kWh, déterminée selon le § 9.2.2 ou § 9.3.2.2.3.

Il faut faire une sommation sur toutes les parties fonctionnelles  $f$  de l'unité PEN et sur tous les espaces  $r$  hors de l'unité PEN.

Particularité de la fonction "Enseignement" : la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage,  $\bar{W}_{\text{light},f,\text{fon},m}$  est considérée être nulle durant les mois de juillet et d'août.

## 9.2 Détermination de la variable auxiliaire adimensionnelle $L_{\text{ref},r}$ et de la consommation d'électricité pour l'éclairage à l'aide des valeurs par défaut

### 9.2.1 Détermination de la variable auxiliaire adimensionnelle $L_{\text{ref},r}$

Pour chaque espace de la partie fonctionnelle, la variable auxiliaire  $L_{\text{ref},r}$  vaut :  $L_{\text{ref},r} = 500$ .

### 9.2.2 Détermination de la consommation d'électricité pour l'éclairage par partie fonctionnelle

La consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage, y compris la consommation éventuelle des systèmes de contrôle, de la partie fonctionnelle  $f$  considérée, est déterminée comme suit :



$$\text{Eq. 123 } W_{\text{light, fct f, m}} = \sum_r A_{f, \text{mur } r} \cdot p_{\text{light, def, fct f}} \cdot (t_{\text{day, fct f, m}} + t_{\text{night, fct f, m}}) \quad (\text{kWh})$$

avec :

$W_{\text{light, fct f, m}}$	la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage dans la partie fonctionnelle $f$ , en kWh ;
$A_{f, \text{mur } r}$	la surface d'utilisation dans l'espace $r$ , en $\text{m}^2$ ;
$p_{\text{light, def, fct f}}$	la valeur fixe de la puissance spécifique pour l'éclairage. Cette valeur est déterminée par partie fonctionnelle et vaut : <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>p_{\text{light, def, fct f}} = 0,030 \text{ kW/m}^2</math> pour les parties fonctionnelles ayant la fonction "Commerce",</li> <li>- <math>p_{\text{light, def, fct f}} = 0,020 \text{ kW/m}^2</math> pour toutes les autres parties fonctionnelles ;</li> </ul>
$t_{\text{day, fct f, m}}$	le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période diurne, déterminé par partie fonctionnelle et repris au Tableau [31], en h ;
$t_{\text{night, fct f, m}}$	le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période nocturne, déterminé par partie fonctionnelle et repris au Tableau [32], en h.

Il faut faire la sommation sur tous les espaces  $r$  de la partie fonctionnelle  $f$ .

On prend une valeur nulle pour la consommation mensuelle d'électricité des éléments de contrôle situés hors de l'unité PEN et qui sont uniquement liés aux luminaires situés dans les espaces de la partie fonctionnelle  $f$  considérée :

$$\text{Eq. 124 } \sum_r W_{\text{light, em r, ctrl, m}} = 0 \quad (\text{kWh})$$

où :

$W_{\text{light, em r, ctrl, m}}$	la consommation mensuelle d'électricité pour les éléments de contrôles et similaires installés dans des espaces situés hors de l'unité PEN et qui sont uniquement liés à l'éclairage situé à l'intérieur de la partie fonctionnelle $f$ considérée, en kWh.
-----------------------------------	---

Si les éléments de contrôles sont également liés à des luminaires situés dans d'autres parties fonctionnelles et si l'on détermine la consommation d'électricité pour l'éclairage de ces parties fonctionnelles à l'aide de la puissance réellement installée, alors il faut calculer leur consommation tel que décrit au 9.3.2.2.3.

### 9.3 Détermination de la variable auxiliaire adimensionnelle $L_{\text{em } r}$ et de la consommation d'électricité pour l'éclairage à l'aide des données de détail de l'installation d'éclairage

#### 9.3.1 Détermination de la variable auxiliaire $L_{\text{em } r}$

##### 9.3.1.1 Détermination de la variable auxiliaire $L_{\text{em } r}$ dans un espace où aucune installation d'éclairage fixe n'est installée

Si, dans un espace, aucune installation d'éclairage fixe n'est installée, alors le calcul pour cet espace se fait avec des valeurs fixées conventionnellement. Ces valeurs correspondent aux valeurs utilisées pour le calcul avec les valeurs par défaut au cas où il y a un éclairage fixe.

Dans les espaces où aucun éclairage fixe n'est installé, on prend par convention la valeur :  $L_{\text{min},r} = 500$

### 9.3.1.2 Détermination de la variable auxiliaire $L_{\text{min},r}$ dans un espace où une installation d'éclairage fixe est installée

Dans un espace où une installation d'éclairage fixe est installée, on détermine la variable auxiliaire  $L_{\text{min},r}$  comme suit :

1. Si l'éclairement désiré n'est pas réglable :

$$\text{Eq. 125 } L_{\text{min},r} = L_{\text{design},\text{min},r} \quad (-)$$

où :

$L_{\text{min},r}$  : la variable auxiliaire adimensionnelle pour l'espace  $r$  (-) ;

$L_{\text{design},\text{min},r}$  : la valeur de dimensionnement de la variable auxiliaire adimensionnelle pour l'espace  $r$ , définie comme ci-dessous, (-).

2. Si l'éclairement désiré est bien réglable<sup>4</sup> (soit luminaire par luminaire, soit par groupe de luminaires), et ce pour tous les luminaires de l'espace<sup>5</sup> :

$$\text{Eq. 126 } L_{\text{min},r} = L_{\text{design},\text{min},r} \cdot \min \left( 1, \frac{L_{\text{thresh}} + f_{\text{reduc,light}} \cdot (L_{\text{design},\text{min},r} - L_{\text{thresh}})}{L_{\text{design},\text{min},r}} \right) \quad (-)$$

où :

$L_{\text{min},r}$  : la variable auxiliaire adimensionnelle pour l'espace  $r$  (-) ;

$L_{\text{design},\text{min},r}$  : la valeur de dimensionnement de la variable auxiliaire adimensionnelle pour l'espace  $r$ , définie comme ci-dessous (-) ;

$f_{\text{reduc,light}}$  : un facteur de réduction, fixé à  $f_{\text{reduc,light}} = 0,5$  (-) ;

$L_{\text{thresh}}$  : une valeur seuil pour  $L_{\text{design},\text{min},r}$ , fixée à  $L_{\text{thresh}} = 250$ , (-).

La valeur de dimensionnement de la variable auxiliaire adimensionnelle  $L_{\text{design},\text{min},r}$  peut être définie de deux manières :

- soit à l'aide d'une méthode conventionnelle simple (§ 9.3.1.2.1) ;
- soit à l'aide de calculs détaillés (§ 9.3.1.2.2).

Pour la plupart des applications, la première méthode peut suffire. Certains types de luminaires n'entrent pas en compte dans le calcul de la valeur de dimensionnement  $L_{\text{design},\text{min},r}$  selon la méthode conventionnelle simple (voir le § 9.3.1.2.1) mais leur consommation d'électricité doit cependant obligatoirement toujours être incluse dans les calculs (voir le § 9.3.2). On peut dans ce cas, si on le souhaite, utiliser la seconde méthode dans les espaces concernées pour quand même prendre en compte leur contribution dans le calcul de  $L_{\text{design},\text{min},r}$ .

<sup>4</sup> Dans ce cas, la valeur de la variable auxiliaire est réduite, mais également la valeur de calcul pour la puissance d'éclairage (voir 9.3.3).

<sup>5</sup> Si  $L_{\text{design},\text{min},r}$  est égal à zéro (par exemple parce qu'aucune information n'a été fournie concernant les luminaires installés), on a  $L_{\text{min},r} = 0$ .

9.3.1.2.1 Détermination de la valeur de dimensionnement  $L_{\text{design},rm,r}$  à l'aide de la méthode conventionnelle

On détermine la valeur de dimensionnement  $L_{\text{design},rm,r}$  pour l'espace  $r$  selon :

$$\text{Eq. 127 } L_{\text{design},rm,r} = \frac{\sum_k n_k \cdot [N2_k \cdot N4_k + 0,5 \cdot (1 - N4_k)] \cdot N5_k \cdot 0,85 \cdot \text{PHIS}_k}{A_{f,rm,r}} \quad (-)$$

où :

- $L_{\text{design},rm,r}$  la valeur de dimensionnement de la variable auxiliaire adimensionnelle pour l'espace  $r$ , définie comme ci-dessous (-) ;
- $n_k$  le nombre de luminaires de type  $k$  dans l'espace  $r$ , (-) ;
- $N2_k$  le rapport entre, d'une part, le flux lumineux du luminaire de type  $k$  émis dans un angle solide de  $\pi$  par rapport à l'axe principal (c.-à-d. dans un cône ayant un angle d'ouverture de  $120^\circ$ ) et, d'autre part, le flux lumineux du luminaire de type  $k$  émis dans un angle solide de  $2\pi$  par rapport à l'axe principal (-), déterminé selon CIE 52 ;
- $N4_k$  le rapport entre, d'une part, le flux lumineux du luminaire de type  $k$  émis dans un angle solide de  $2\pi$  par rapport à l'axe principal (c.-à-d. dans un cône ayant un angle d'ouverture de  $180^\circ$ ) et, d'autre part, le flux lumineux total émis du luminaire de type  $k$ , (-), déterminé selon CIE 52 ;
- $N5_k$  le rapport entre le flux lumineux total émis du luminaire  $k$  et le flux lumineux ( $\text{PHIS}_k$ ) émis par l'ensemble des lampes présentes dans le luminaire de type  $k$  (-), déterminé selon CIE 52 ;
- $\text{PHIS}_k$  la somme du flux lumineux de chacune des lampes présentes dans le luminaire de type  $k$ , en lumen :

$$\text{Eq. 128 } \text{PHIS}_k = \sum_m \text{PHI}_m$$

où :

- $\text{PHI}_m$  le flux lumineux de la lampe  $m$ , déterminé selon CIE 84, en lumen. A cette fin, on effectue une sommation sur toutes les lampes  $m$  qui se trouvent dans le luminaire de type  $k$  ;
- $A_{f,rm,r}$  la surface d'utilisation de l'espace  $r$ , en  $\text{m}^2$ .

Si l'on ne dispose pas des informations nécessaires concernant une combinaison lampe/luminaire donnée, on n'en tient pas compte dans la détermination de la valeur de dimensionnement  $L_{\text{design},rm,r}$  mais leur consommation doit par contre obligatoirement être prise en compte au 9.3.2.

La somme est effectuée uniquement sur les luminaires de type  $k$  fixés au plafond (encastrés, appliqués ou suspendus) présents dans l'espace  $r$ . Les luminaires muraux et les systèmes d'éclairage intégrés dans le plancher ou dans les escaliers entrent quant à eux obligatoirement dans le calcul de la puissance installée, voir le 9.3.2 (et donc finalement dans la consommation annuelle caractéristique d'énergie primaire), mais ne sont pas repris dans celui de la détermination de la valeur de dimensionnement  $L_{\text{design},rm,r}$  selon la méthode conventionnelle. Si l'on veut prendre en compte d'autres luminaires que ceux

fixés au plafond lors de la détermination de la variable auxiliaire  $L_{10,1}$ , il faut utiliser la méthode de calcul détaillée, voir § 9.3.1.2.2.

Les luminaires fixés au plafond qui sont installées de telle manière que leur axe principal n'est pas orienté selon la verticale vers le bas (par exemple fixés sur un élément de toiture en pente) ou qui sont orientables (par exemple des spots rotatifs), sont pris en compte dans la méthode conventionnelle de détermination de la valeur de dimensionnement  $L_{design,rm,r}$  uniquement dans la mesure où l'axe principal ne s'écarte pas de plus de 45° de la verticale ou, dans le cas de luminaire tournant, dans la mesure où l'axe ne s'écarte jamais de plus de 45° de la verticale (dans sa position la plus défavorable), l'axe principal étant le même que celui utilisé pour la détermination du code de flux. Si cette limitation en matière d'installation n'est pas respectée, ces luminaires ne sont pas pris en compte dans la détermination de la valeur de dimensionnement  $L_{design,rm,r}$  selon la méthode conventionnelle, mais elles le sont obligatoirement dans la détermination de la consommation énergétique. Si l'on désire prendre en compte ces luminaires dans la détermination de la valeur de dimensionnement  $L_{design,rm,r}$ , il faut utiliser la méthode de calcul détaillée, voir § 9.3.1.2.2.

#### 9.3.1.2.2 Détermination de la valeur de dimensionnement $L_{design,rm,r}$ au moyen de calculs détaillés

Contrairement à la méthode de calcul conventionnelle, il est permis de calculer, pour un espace, l'éclairement sur un plan fictif situé à une hauteur de 0,8 m à l'aide d'un programme de calcul.

Le programme utilisé pour le calcul doit être au préalable agréé par le Ministre.

Par convention, la valeur de dimensionnement  $L_{design,rm,r}$  doit être estimée par la valeur moyenne de l'éclairement calculée sur la superficie totale de l'espace, c'est à dire en prenant en compte toutes les zones, y compris les zones du pourtour de la pièce.

Le calcul doit être effectué sur base de la géométrie réelle de l'espace (vide, sans mobilier). Les facteurs de réflexion à prendre en compte sont : 0,7 pour le plafond, 0,5 pour les murs (y compris les baies d'éclairage naturel) et 0,2 pour le plancher. Lors du calcul, il faut considérer pour les luminaires une position identique à leur installation effective. Dans le cas de luminaires orientables, il faut, dans les calculs, diriger le luminaire de manière telle que l'angle entre l'axe principal et la verticale soit le plus grand possible (donc l'orienter au maximum vers le haut). Si d'autres orientations sont possibles, il faut orienter le luminaire perpendiculairement à la paroi la plus proche. En ce qui concerne le flux lumineux des lampes, il faut tenir compte d'un facteur de réduction fixe de 0,85 conformément à la valeur issue du rapport technique CIE84.

En ce qui concerne ces calculs, le Ministre peut établir des spécifications complémentaires et/ou divergentes.

#### 9.3.2 Détermination de la consommation mensuelle d'électricité par partie fonctionnelle

On détermine la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage d'une partie fonctionnelle en effectuant la somme de la consommation d'électricité

pour l'éclairage de chacun des espaces qui composent cette partie fonctionnelle :

$$\text{Eq. 129 } W_{\text{light, fct f, m}} = \sum_r W_{\text{light, em r, m}} \quad (\text{kWh})$$

avec :

$W_{\text{light, fct f, m}}$  la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage dans la partie fonctionnelle f, en kWh ;  
 $W_{\text{light, em r, m}}$  la consommation d'électricité mensuelle pour l'éclairage de l'espace r situé dans la partie fonctionnelle f, en kWh, déterminée selon le § 9.3.2.1 ou § 9.3.2.2.

On effectuera une sommation sur tous les espaces r de la partie fonctionnelle f.

### 9.3.2.1 Consommation d'électricité pour l'éclairage dans un espace où aucune installation d'éclairage fixe n'est installée

Si, dans un espace, aucune installation d'éclairage fixe n'est installée, alors le calcul pour cet espace se fait avec des valeurs fixées conventionnellement. Ces valeurs correspondent aux valeurs utilisées pour le calcul avec les valeurs par défaut au cas où il y a un éclairage fixe.

Par conséquent, la valeur de calcul pour la consommation mensuelle d'électricité dans un tel espace vaut par convention :

$$\text{Eq. 130 } W_{\text{light, em r, m}} = A_{f, em r} \cdot p_{\text{light, abs, fct f}} \cdot (t_{\text{day, fct f, m}} + t_{\text{night, fct f, m}}) \quad (\text{kWh})$$

où :

$W_{\text{light, em r, m}}$  la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage de l'espace r, en kWh ;  
 $A_{f, em r}$  la surface d'utilisation de l'espace r, en m<sup>2</sup> ;  
 $p_{\text{light, abs, fct f}}$  une valeur fixe de la puissance spécifique pour l'éclairage. Cette valeur est déterminée de la partie fonctionnelle f et vaut :  $p_{\text{light, abs, fct f}} = 0,030$  kW/m<sup>2</sup> pour les parties fonctionnelles ayant la fonction "Commerce" et  $p_{\text{light, abs, fct f}} = 0,020$  kW/m<sup>2</sup> pour toutes les autres parties fonctionnelles ;  
 $t_{\text{day, fct f, m}}$  le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période diurne, déterminé de la partie fonctionnelle f et repris au Tableau [31], en h ;  
 $t_{\text{night, fct f, m}}$  le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période nocturne, déterminé de la partie fonctionnelle f et repris au Tableau [32], en h.

### 9.3.2.2 Consommation d'électricité pour l'éclairage dans un espace où une installation d'éclairage fixe est installée

Dans le cas où une installation d'éclairage est présente, on détermine la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage par espace en multipliant la puissance installée de l'éclairage (y compris les éléments auxiliaires éventuels et éléments de contrôle) par la durée pendant laquelle l'éclairage est allumé, en tenant compte des contrôles présents. La consommation d'électricité

des éléments de contrôle éventuels doit y être intégrée, dans la mesure où cette dernière consommation n'a pas encore été intégrée dans le terme précédant :

$$\text{Eq. 131 } W_{\text{light,emr,n}} = (P_{\text{light,emr}} \cdot f_{\text{ct}}) \cdot \left( (t_{\text{day,etf,m}} \cdot f_{\text{occ,light,etf}} \cdot f_{\text{dayl}}) + (t_{\text{night,etf,m}} \cdot f_{\text{occ,light,etf}}) \right) + W_{\text{light,emr,ctrl,m}}$$

où :

$W_{\text{light,emr,n}}$	la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage de l'espace $r$ , en kWh ;
$P_{\text{light,emr}}$	la valeur de calcul de la puissance de l'éclairage dans l'espace entier, déterminée selon le § 9.3.3, en kW ;
$f_{\text{ct}}$	un facteur de réduction pour tenir compte d'un système qui maintient l'éclairage constant. Ce facteur est fixé à 1, (-) ;
$t_{\text{day,etf,m}}$	le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période diurne, pour la partie fonctionnelle $f$ à laquelle l'espace $r$ appartient et repris au Tableau [31], en h ;
$f_{\text{occ,light,etf}}$	un facteur de réduction pour tenir compte d'un système qui règle l'éclairage en fonction de l'occupation, déterminé selon le § 9.3.2.2.1 (-) ;
$t_{\text{night,etf,m}}$	le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période nocturne, pour la partie fonctionnelle $f$ à laquelle l'espace $r$ appartient et repris Tableau [32], en h.
$f_{\text{dayl}}$	un facteur de réduction pour tenir compte d'un système qui règle l'éclairage en fonction de l'apport de lumière du jour dans l'espace, déterminé selon le § 9.3.2.2.1, (-) ;
$W_{\text{light,emr,ctrl,m}}$	la consommation mensuelle d'électricité du contrôle qui n'a pas encore été prise en compte dans le terme précédent, déterminée selon le § 9.3.2.2.3, en kWh.

#### 9.3.2.2.1 Facteurs de réduction pour tenir compte d'un système qui règle l'éclairage en fonction de l'occupation et de l'apport de lumière du jour

Le facteur de réduction pour le réglage en fonction de l'occupation,  $f_{\text{occ,light,etf}}$ , est donné au Tableau [29]. Pour pouvoir être pris en considération, le système de réglage doit commander tous les luminaires de l'espace. Des systèmes centralisés<sup>7</sup> ne sont pas pris en considération.

Si, dans un espace, différents systèmes de réglage sont présents, alors il faut uniquement prendre en compte le type de réglage présent dans le local ayant la valeur  $f_{\text{occ,light,etf}}$  la plus élevée.

<sup>7</sup> Dès qu'un interrupteur ou un capteur règle l'éclairage dans plus de un espace, le système est considéré comme "central".

**Tableau [29] : Facteur de réduction  $f_{\text{occ light}}$ ,  $f_{\text{et f}}$  pour tenir compte du réglage en fonction de l'occupation, par fonction (partie 1 sur 2)**

Description de la commutation	Fonctions								
	Hébergement	Bureaux	Enseignement	Soins de santé			Rassemblement		
				Avec occ. noct.	Sans occ. noct.	Salle d'opération	Occ. importante	Faible occ.	Cafét. / réfect.
Aucun système et tous les systèmes autres que ceux décrits ci-dessous.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Commande manuelle (allumage/extinction) :									
• $A_{r, \text{m r}} < 30 \text{ m}^2$ ou classe ou salle de réunion	0,90	0,90	0,90	0,90	0,95	0,70	1,00	1,00	0,50
• $A_{r, \text{m r}} \geq 30 \text{ m}^2$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50
Détection de présence : allumage automatique et extinction automatique, ou réduction du flux lumineux (auto on ; auto off/dimming) :									
• $A_{r, \text{m r}} < 30 \text{ m}^2$ ou classe ou salle de réunion :									
- si extinction complète en cas d'absence	0,80	0,80	0,80	0,80	0,85	0,60	1,00	1,00	0,40
- si réduction du flux lumineux en cas d'absence	0,85	0,85	0,85	0,85	0,90	0,65	1,00	1,00	0,45
• $A_{r, \text{m r}} \geq 30 \text{ m}^2$ :									
- si extinction complète en cas d'absence	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40
- si réduction du flux lumineux en cas d'absence	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,45
Allumage manuel ; détection d'absence : éteint automatiquement ou dime automatiquement (on manuel ; auto off/dim) :									
• $A_{r, \text{m r}} < 30 \text{ m}^2$ ou classe ou salle de réunion									
- si extinction complète en cas d'absence	0,70	0,70	0,70	0,70	0,80	0,50	1,00	1,00	0,30
- si réduction du flux lumineux en cas d'absence	0,80	0,80	0,80	0,80	0,85	0,60	1,00	1,00	0,40
• $A_{r, \text{m r}} \geq 30 \text{ m}^2$ :									
- si extinction complète en cas d'absence	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,30
- si réduction du flux lumineux en cas d'absence	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40

avec :

$A_{r, \text{m r}}$  la surface d'utilisation de l'espace r, en  $\text{m}^2$ .



Tableau [29] (suite) : Facteur de réduction  $f_{occ\ light, fct\ f}$  pour tenir compte du réglage en fonction de l'occupation, par fonction (partie 2 sur 2)

Description de la commutation	Fonctions								
	Cuisine	Commerce	Sport			Locaux techniques	Communs	Autre	Inconnue
			basse t°	t° moyenne	t° élevée				
Aucun système et tous les systèmes autres que ceux décrits ci-dessous.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Commande manuelle (allumage/extinction) :									
• $A_{f, r, m, l} < 30\ m^2$ ou classe ou salle de réunion	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,25		1,00	1,00
• $A_{f, r, m, l} \geq 30\ m^2$	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,25		1,00	1,00
Détection de présence : allumage automatique et extinction automatique, ou réduction du flux lumineux (auto on ; auto off/dimming) :									
• $A_{f, r, m, l} < 30\ m^2$ ou classe ou salle de réunion :							Déterminé comme ci-dessous		
- si extinction complète en cas d'absence	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15		1,00	1,00
- si réduction du flux lumineux en cas d'absence	1,00	1,00	0,75	0,75	0,75	0,20		1,00	1,00
• $A_{f, r, m, l} \geq 30\ m^2$ :								1,00	1,00
- si extinction complète en cas d'absence	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15		1,00	1,00
- si réduction du flux lumineux en cas d'absence	1,00	1,00	0,75	0,75	0,75	0,20		1,00	1,00
Allumage manuel ; détection d'absence : éteint automatiquement ou dime automatiquement (on manuel ; auto off/dim) :									
• $A_{f, r, m, l} < 30\ m^2$ ou classe ou salle de réunion									
- si extinction complète en cas d'absence	1,00	1,00	0,60	0,60	0,60	0,05	1,00	1,00	
- si réduction du flux lumineux en cas d'absence	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15	1,00	1,00	
• $A_{f, r, m, l} \geq 30\ m^2$ :							1,00	1,00	
- si extinction complète en cas d'absence	1,00	1,00	0,60	0,60	0,60	0,05	1,00	1,00	
- si réduction du flux lumineux en cas d'absence	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15	1,00	1,00	

avec :

$A_{f, r, m, l}$  la surface d'utilisation de l'espace r, en m<sup>2</sup>.

Si une partie fonctionnelle ayant la fonction "Communs" dessert plusieurs parties fonctionnelles, la valeur de  $f_{occ\ light, fct\ f}$  est égale à la valeur de la



partie fonctionnelle desservie la plus occupée, c'ad celle dont la valeur est la plus élevée.

Le facteur de réduction pour le réglage en fonction de l'apport de lumière du jour,  $f_{\text{dayl}}$ , est déterminé selon :

$$\text{Eq. 132 } f_{\text{dayl}} = \left[ \frac{A_{f,rnr,day\_area}}{A_{f,rnr}} \cdot f_{\text{mod,dayl}} \right] + \left[ \frac{A_{f,rnr,artifarea}}{A_{f,rnr}} \cdot f_{\text{mod,artif}} \right] \quad (-)$$

où :

- $f_{\text{dayl}}$  un facteur de réduction pour tenir compte d'un système qui règle l'éclairage en fonction de l'apport de lumière du jour dans l'espace, (-) ;
- $A_{f,rnr,day\_area}$  la surface au sol de la partie dite "éclairée naturellement" dans l'espace r, déterminée selon le § 9.3.4, en m<sup>2</sup> ;
- $A_{f,rnr}$  la surface d'utilisation de l'espace r, en m<sup>2</sup> ;
- $f_{\text{mod,dayl}}$  le facteur pour le réglage en fonction de la lumière du jour dans la partie dite "éclairée naturellement", repris au Tableau [30], (-) ;
- $A_{f,rnr,artifarea}$  la surface au sol de la partie dite "éclairée artificiellement" dans l'espace r, déterminée selon le § 9.3.4, en m<sup>2</sup> ;
- $f_{\text{mod,artif}}$  le facteur pour le réglage en fonction de la lumière du jour dans la partie dite "éclairée artificiellement", repris au Tableau [30], (-).

**Tableau [30] : Facteurs pour le réglage en fonction de la lumière du jour**

Description du réglage en fonction de la lumière du jour	$f_{\text{mod,dayl}}$	$f_{\text{mod,artif}}$
Pas de système	1,00	1,00
Système manuel <sup>§</sup>	0,90	1,00
Système automatique <sup>§</sup>	0,60	0,80

Tous les luminaires des parties respectivement dites "éclairée naturellement" et "éclairée artificiellement" doivent être réglés par le système, pour que le système de réglage puisse être pris en considération pour ces parties de l'espace. La délimitation des surfaces entre les luminaires est par convention déterminée par la ligne médiane entre les luminaires.

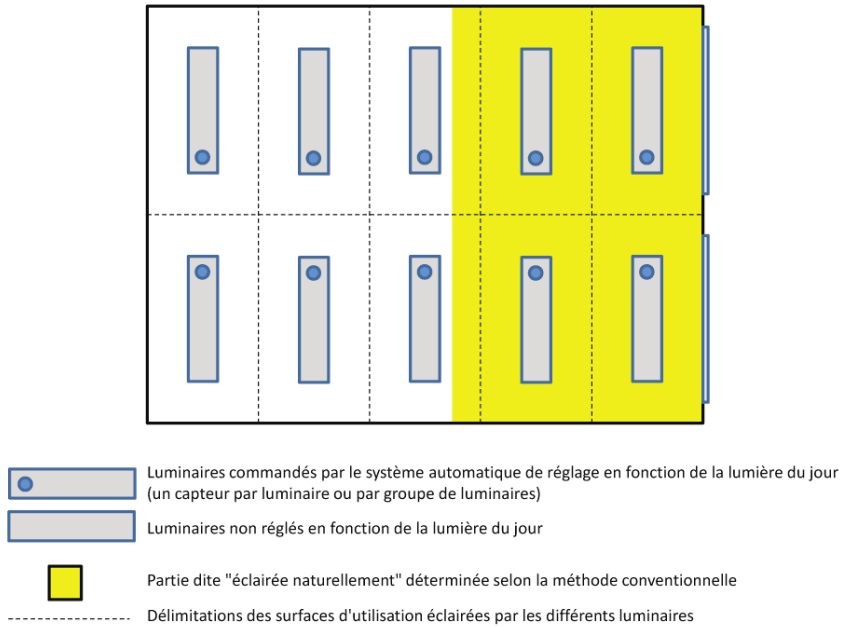
<sup>§</sup> Il faut comprendre que le flux lumineux des sources de lumière peut être éteint ou modifié manuellement par l'utilisateur (par exemple à l'aide d'un interrupteur, d'un potentiomètre ou d'une commande à distance).

<sup>§</sup> Il faut comprendre que le flux lumineux des sources de lumière est modifié en fonction de la disponibilité de lumière du jour de manière entièrement automatique et continu (ou dans le cas d'un système digital quasi continu, en au moins 100 positions intermédiaires).

Plusieurs situations peuvent se présenter :

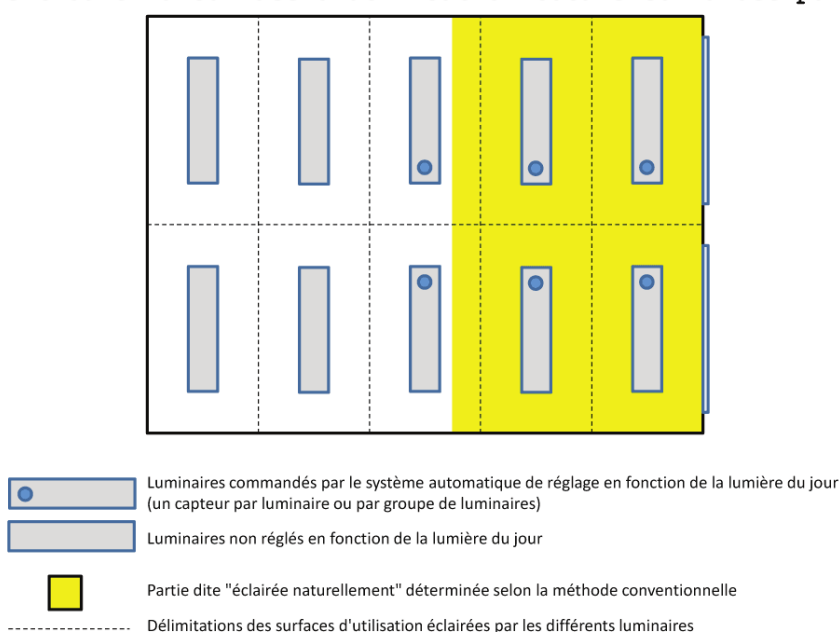
- Tous les luminaires de l'espace sont commandés par un seul et même système. Dans ce cas, les facteurs correspondants peuvent être appliqués dans chaque partie de l'espace. Dans l'exemple de la Figure [1], on a  $f_{\text{mod,artif}} = 0,80$  et  $f_{\text{mod,dayl}} = 0,60$ .

**Figure [1] : Configuration où tous les luminaires sont commandés par un seul et même système**



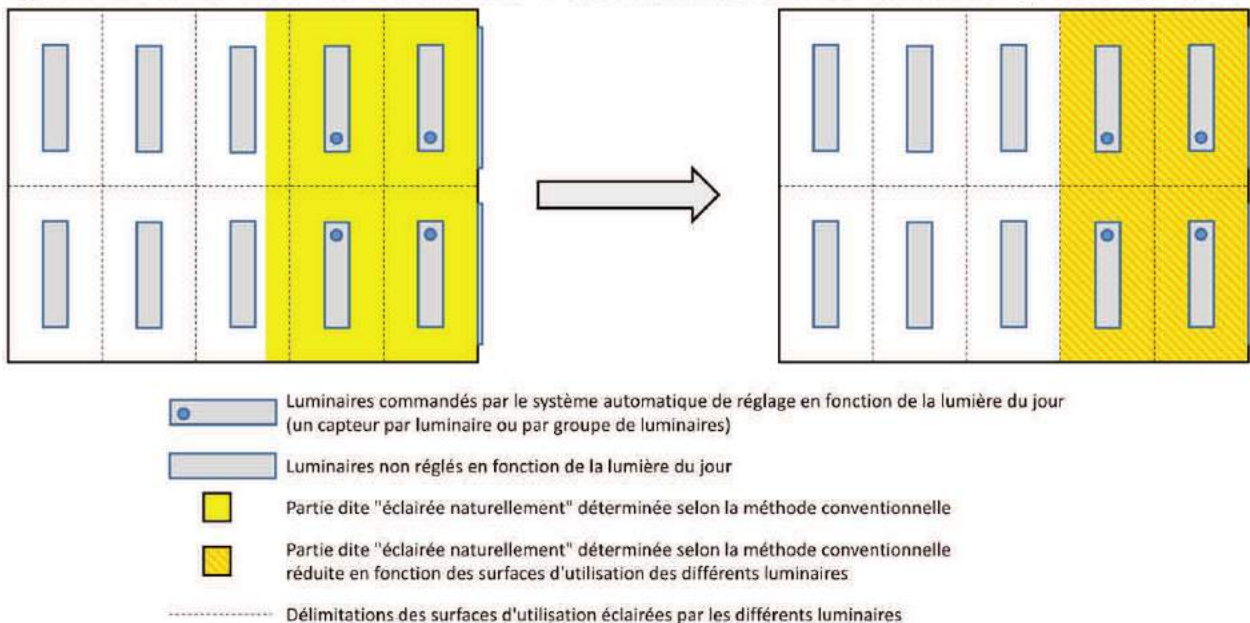
- Tous les luminaires ne sont pas commandés par un seul et même système :
  - S'il est fait usage de la valeur par défaut pour la détermination de la partie dite "éclairée naturellement" (§ 9.3.4.1), le système n'est pas pris en considération.
  - S'il est fait usage de la méthode conventionnelle pour la détermination de la partie dite "éclairée naturellement" (§ 9.3.4.2), la délimitation des surfaces d'utilisation commandée dans chaque espace doit être déterminée à l'aide d'une figure ; les situations suivantes peuvent se présenter :
    - La partie dite "éclairée naturellement" ou la partie dite "éclairée artificiellement" se situe entièrement dans la surface d'utilisation totale commandée par le système. Dans ce cas, les facteurs correspondants peuvent être appliqués dans chaque partie de l'espace. Dans l'exemple de la Figure [2], on a  $f_{\text{mod,artif}} = 1,00$  et  $f_{\text{mod,dayl}} = 0,60$ .

**Figure [2] : Configuration où tous les luminaires ne sont pas commandés par un seul et même système - la surface dite "éclairée naturellement" se situe entièrement dans la surface d'utilisation totale commandée par le système**



- La partie dite "éclairée naturellement" ou la partie dite "éclairée artificiellement" se situe partiellement hors de la surface d'utilisation totale commandée par le système. Dans ce cas, le système n'est pas considéré pour la partie concernée et on retombe automatiquement sur un facteur de réduction de 1,00. Il est cependant autorisé de réduire la surface de la partie dite "éclairée naturellement" à la surface pour laquelle la surface de la partie dite "éclairée naturellement" et la surface d'utilisation commandée par le système correspondent l'une avec l'autre, pour obtenir une partie dite "éclairée naturellement" se situant entièrement dans de la surface d'utilisation totale commandée par le système. Cette tolérance ne peut pas être appliquée à la partie dite "éclairée artificiellement". Dans l'exemple de la Figure [3], on a en principe  $f_{\text{mod,artif}} = 1,00$  et  $f_{\text{mod,day1}} = 1,00$ . Cependant, si on réduit la surface de la partie dite "éclairée naturellement" jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de partie de cette surface qui sont éclairée par des luminaires qui ne sont pas réglés par le système automatique, on peut calculer avec  $f_{\text{mod,day1}} = 0,60$ .  $f_{\text{mod,artif}}$  reste naturellement égal à 1,00.

**Figure [3] : Configuration où tous les luminaires ne sont pas commandés par un seul et même système - la surface dite "éclairée naturellement" se situe partiellement hors de la surface d'utilisation totale commandée par le système**



Situation avant réduction de la partie dite "éclairée naturellement" :      Situation après réduction de la partie dite "éclairée naturellement" :

$$f_{\text{mod,artif}} = 1,00$$

$$f_{\text{mod,day1}} = 1,00$$

$$f_{\text{mod,artif}} = 1,00$$

$$f_{\text{mod,day1}} = 0,60$$

## 9.3.2.2.2 Valeurs de calcul conventionnelles pour la durée d'utilisation

Les valeurs de calcul pour les durées d'utilisation par mois en périodes diurne en nocturne,  $t_{day, fct, f, m}$  et  $t_{night, fct, f, m}$  sont fixées conventionnellement au Tableau [31] et au Tableau [32].

**Tableau [31] : Nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période diurne,  $t_{day, fct, f, m}$  par fonction, en h**

Fonctions	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
Hébergement	198	224	273	312	372	360	372	347	286	273	216	174	
Bureaux	159	180	199	192	199	192	199	199	192	199	173	139	
Enseignement	159	180	199	192	199	192	0	0	192	199	173	139	
Soins de santé	Avec occ. nocturne	248	280	341	390	465	450	465	434	360	347	270	217
	Sans occ. nocturne	177	199	221	214	221	214	221	214	221	192	155	
	Salle d'opération	248	280	341	390	465	450	465	434	360	347	270	217
Rassemblement	Occ. importante	212	215	238	262	313	308	313	282	265	205	165	
	Faible occupation	212	215	238	262	313	308	313	282	265	205	165	
	Cafétéria / Réfectoire	177	199	221	214	221	214	221	214	221	192	155	
Cuisine	185	191	212	256	265	256	265	265	256	238	180	159	
Commerce	212	239	265	308	313	308	313	313	308	291	231	165	
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	212	239	265	308	344	333	344	344	308	291	231	165
	Fitness / Danse	212	239	265	308	344	333	344	344	308	291	231	165
	Sauna / Piscine	212	239	265	308	344	333	344	344	308	291	231	165
Bureaux techniques	248	280	341	390	465	450	465	434	360	347	270	217	
Communs	Déterminées comme ci-dessous												
Autre	177	199	221	214	221	214	221	221	214	221	192	155	
Totale	212	215	238	262	313	308	313	313	282	265	205	165	

Si une partie fonctionnelle ayant la fonction "Communs" dessert plusieurs parties fonctionnelles, les valeurs de  $t_{day, fct, f, m}$  sont égales aux valeurs de la partie fonctionnelle desservie la plus utilisée, c'est-à-dire celle dont les valeurs sont les plus élevées. Cette évaluation doit être effectuée indépendamment pour chaque mois.

**Tableau [32] : Nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période nocturne,  $t_{\text{night, fct } f, m}$ , par fonction, en h**

Fonctions		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Hébergement		273	202	198	144	99	96	93	124	168	198	240	238
Bureaux		40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	60
Enseignement		40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	60
Soins de santé	Avec occ. nocturne	341	252	248	180	124	120	124	155	210	248	300	372
	Sans occ. nocturne	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	66
	Salle d'opération	496	392	403	330	279	270	279	370	360	403	450	527
Rassemblement	Occ. importante	185	144	139	103	79	77	79	79	103	132	180	212
	Faible occupation	165	144	139	103	79	77	79	79	103	132	180	212
	Cafétéria / Réfectoire	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	66
Cuisine		79	48	53	0	0	0	0	0	0	26	77	106
Commerce		106	48	53	0	0	0	0	0	0	26	77	132
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	159	96	106	51	26	26	26	26	51	79	138	135
	Fitness / Danse	159	96	106	51	26	26	26	26	51	79	138	135
	Salle / Piscine	159	96	106	51	26	26	26	26	51	79	138	135
Locaux techniques		496	392	403	330	279	270	279	370	360	403	450	527
Communs		Déterminées comme ci-dessous											
Autre		44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	66
Inconnue		185	144	139	103	79	77	79	79	103	132	180	212

Si une partie fonctionnelle ayant la fonction "Communs" dessert plusieurs parties fonctionnelles, les valeurs de  $t_{\text{night, fct } f, m}$  sont égales aux valeurs de la partie fonctionnelle desservie la plus utilisée, c'est-à-dire celle dont les valeurs sont les plus élevées. Cette évaluation doit être effectuée indépendamment pour chaque mois.

#### 9.3.2.2.3 Consommation d'électricité des appareils de contrôle qui ne sont pas encore compris dans la consommation des luminaires<sup>10</sup>

Pour chaque espace, on détermine la consommation mensuelle d'électricité des éléments de contrôle et similaires (y compris les éléments auxiliaires éventuels, capteurs et/ou commutateurs) dans la mesure où ils n'ont pas encore été repris dans la consommation des luminaires durant les heures d'utilisation, comme la somme de cette consommation pour chacun des appareils  $k$ , comme suit :

<sup>10</sup> Les consommations parasites des installations d'éclairage ne sont pas encore prises en compte lors de l'entrée en vigueur du présent Arrêté. Ce paragraphe prendra effet à une date déterminée par le Ministre. D'ici là, on considère  $W_{\text{light, rm } r, ctrl} = 0$  kWh.



**Eq. 133**

$$W_{\text{light,rm r,ctrl,m}} = \sum_k \left[ P_{\text{light,rm r,ctrl,on},k} \cdot f_{\text{occ,light,ct-f}} \cdot (t_{\text{day,ct-f,m}} + t_{\text{night,ct-f,m}}) + P_{\text{light,rm r,ctrl,off},k} \cdot \left( \frac{1000 \cdot t_{\text{m}}}{3.6} - f_{\text{occ,light,ct-f}} \cdot (t_{\text{day,ct-f,m}} + t_{\text{night,ct-f,m}}) \right) \right] / 1000$$

(kWh)

où :

- $W_{\text{light,rm r,ctrl,m}}$  la consommation d'électricité mensuelle de l'élément de contrôle qui n'est pas encore comprise dans la consommation, en kWh ;
- $P_{\text{light,rm r,ctrl,on},k}$  la puissance d'alimentation k des (groupes d') éléments de contrôle (y compris les éventuels éléments auxiliaires, capteurs et/ou commutateurs) pendant les heures d'utilisation, qui n'est pas encore comprise dans la puissance des luminaires, en W. La valeur par défaut pour chaque alimentation d'éléments de contrôle, commandes, capteurs (intégré ou non dans le luminaire) etc. est de 3 W par luminaire lié à l'appareil ;
- $P_{\text{light,rm r,ctrl,off},k}$  la puissance d'alimentation k de chacun des (groupes d')éléments de contrôle (y compris les éléments auxiliaires éventuels, capteurs et/ou commandes) en-dehors des heures d'utilisation, en W. La valeur par défaut pour chaque alimentation d'éléments de contrôle, capteurs (intégré ou non dans le luminaire, etc. est de 3 W par luminaire lié à l'appareil ;
- $f_{\text{occ,light,ct-f}}$  un facteur de réduction pour tenir compte d'un système qui règle l'éclairage en fonction de l'occupation, repris au Tableau [29], (-) ;
- $t_{\text{day,ct-f,m}}$  le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période diurne de la partie fonctionnelle f à laquelle appartient l'espace r considéré, tel que repris au Tableau [31], en h ;
- $t_{\text{night,ct-f,m}}$  le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période nocturne de la partie fonctionnelle f à laquelle appartient l'espace r considéré, tel que repris au Tableau [32], en h.

Si un élément de contrôle commande plusieurs espaces, la valeur  $f_{\text{occ,light,ct-f}}$  à prendre en considération est la valeur maximale des valeurs applicables à tous ces espaces.

Il faut effectuer une sommation sur toutes les alimentations k présentes dans l'espace r.

Particularité de la fonction "Enseignement" : la consommation d'électricité mensuelle des éléments de contrôles et similaires,  $W_{\text{light,rm r,ctrl,m}}$  liés à l'installation d'éclairage des espaces r situés dans une partie fonctionnelle ayant cette fonction, est considérée être nulle durant les mois de juillet et d'août.

### 9.3.3 Valeur de calcul de la puissance par espace

La valeur de calcul de la puissance d'éclairage par espace est déterminée comme suit :

- si l'éclairage souhaité n'est pas réglable, on prend comme valeur pour le calcul de la puissance de l'éclairage :

$$\text{Eq. 134 } P_{\text{light},\text{rnr}} = P_{\text{nom},\text{rnr}} \quad (\text{kW})$$

où :

$P_{\text{light},\text{rnr}}$  la valeur de la puissance, en kW ;  
 $P_{\text{nom},\text{rnr}}$  la valeur de puissance nominale, par espace, tel que déterminée ci-dessus, en kW.

- par contre, si l'éclairage est réglable (soit luminaire par luminaire, ou par groupe de luminaires) pour tous les luminaires situés dans l'espace, on utilise par convention le calcul suivant pour déterminer la puissance d'éclairage<sup>11</sup> :

$$\text{Eq. 135 } P_{\text{light},\text{rnr}} = P_{\text{nom},\text{rnr}} \cdot \min \left( 1 ; \frac{L_{\text{thresh}} + f_{\text{reduc,light}} \cdot (L_{\text{rnr}} - L_{\text{thresh}})}{L_{\text{rnr}}} \right) \quad (\text{kW})$$

où :

$P_{\text{light},\text{rnr}}$  la valeur de la puissance d'éclairage, en kW ;  
 $P_{\text{nom},\text{rnr}}$  la valeur de la puissance nominale, telle que déterminée ci-dessus, en kW ;  
 $L_{\text{design},\text{rnr}}$  la variable auxiliaire adimensionnelle, déterminée selon le § 9.3.1.2 ;  
 $f_{\text{reduc,light}}$  un facteur de réduction de la variable auxiliaire ayant comme valeur :  $f_{\text{reduc,light}} = 0,5$  ;  
 $L_{\text{thresh}}$  une valeur seuil de  $L_{\text{design},\text{rnr}}$ , ayant comme valeur :  $L_{\text{thresh}} = 250$ .

On détermine, pour chaque espace, la valeur de la puissance nominale en effectuant la somme des puissances de tous les luminaires (puissance des lampes y compris les éventuels éléments auxiliaires, capteurs et éléments de contrôle), comme suit :

$$\text{Eq. 136 } P_{\text{nom},\text{rnr}} = \frac{\sum_{\text{f}} P_{\text{fitting},\text{f}}}{1000} \quad (\text{kW})$$

où :

$P_{\text{nom},\text{rnr}}$  la valeur de la puissance nominale de toutes les lampes, y compris les éventuels éléments auxiliaires, capteurs, éléments de contrôle et/ou commande dans l'espace r, en kW ;  
 $P_{\text{fitting},\text{f}}$  la valeur de la puissance de la (de toutes les) lampe(s) du luminaire, y compris les éventuels éléments auxiliaires,

<sup>11</sup> Si  $L_{\text{design},\text{rnr}}$  est égal à zéro (par exemple parce qu'aucune information n'a été fournie concernant les luminaires installés), on a  $P_{\text{light},\text{rnr}} = P_{\text{nom},\text{rnr}}$



capteurs, éléments de contrôle et/ou commande du luminaire  $k$ , en W.

Il faut effectuer la somme sur tous les luminaires  $k$  de l'espace  $r$ .

### 9.3.4 Distinction entre la partie dite "éclairée naturellement" et la partie dite "éclairée artificiellement"

Si la partie dite "éclairée naturellement" est modulable séparément, une consommation d'électricité plus faible peut être prise en compte dans le calcul (voir le § 9.3.2.2.1 et le Tableau [30]).

La surface de la partie dite "éclairée artificiellement" est la surface d'utilisation de l'espace  $r$  moins la surface de la partie dite "éclairée naturellement" :

$$\text{Eq. 137 } A_{f, \text{m}^2, \text{artif area}} = A_{f, \text{m}^2, r} - A_{f, \text{m}^2, \text{dayl area}} \quad (\text{m}^2)$$

où :

$A_{f, \text{m}^2, \text{artif area}}$  la surface d'utilisation de la partie dite "éclairée artificiellement" de l'espace  $r$ , en  $\text{m}^2$  ;

$A_{f, \text{m}^2, r}$  la surface d'utilisation totale de l'espace  $r$ , en  $\text{m}^2$  ;

$A_{f, \text{m}^2, \text{dayl area}}$  la surface de la partie dite "éclairée naturellement" de l'espace  $r$ , telle que déterminée ci-dessus, en  $\text{m}^2$ .

S'il n'y a pas d'ouverture amenant de la lumière du jour dans l'espace considéré, on a :  $A_{f, \text{m}^2, \text{dayl area}} = 0$ .

S'il y a une ou plusieurs ouverture(s) amenant de la lumière du jour dans l'espace considéré, on peut soit utiliser des valeurs par défaut (voir le § 9.3.4.1), soit choisir une méthode de détermination conventionnelle plus détaillée (voir le § 9.3.4.2).

#### 9.3.4.1 Valeurs par défaut pour la détermination de la partie dite "éclairée naturellement"

La surface de la partie dite "éclairée naturellement" est donnée par :

$$\text{Eq. 138 } A_{f, \text{m}^2, \text{dayl area}} = f_{\text{dayl area, m}^2, r} \cdot A_{f, \text{m}^2, r} \quad (\text{m}^2)$$

où :

$A_{f, \text{m}^2, \text{dayl area}}$  la surface de la partie dite "éclairée naturellement" de l'espace  $r$ , en  $\text{m}^2$  ;

$f_{\text{dayl area, m}^2, r}$  la proportion de la surface de l'espace  $r$  qui est par défaut considérée comme "éclairée naturellement", tirée du Tableau [33], (-) ;

$A_{f, \text{m}^2, r}$  la surface d'utilisation totale de l'espace  $r$ , en  $\text{m}^2$ .

**Tableau [33] : Proportion de la surface d'un espace qui est par défaut considérée comme "éclairée naturellement",  $f_{\text{dayl area, m}^2}$ , par fonction**

Fonctions		S'il n'y a pas d'apport de lumière du jour dans l'espace considéré	S'il y a un apport de lumière du jour dans l'espace considéré
Hébergement		0,00	0,15
Bureaux		0,00	0,20
Enseignement		0,00	0,30
Soins de santé	Avec occ. nocturne	0,00	0,15
	Sans occ. nocturne	0,00	0,15
	Salle d'opération	0,00	0,00
Rassemblement	Occupation importante	0,00	0,20
	Faible occupation	0,00	0,20
	Cafétéria / Réfectoire	0,00	0,20
Cuisine		0,00	0,20
Commerce		0,00	0,10
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	0,00	0,20
	Fitness / Danse	0,00	0,20
	Sauna / Piscine	0,00	0,20
Locaux techniques		0,00	0,10
Communs		0,00	0,10
Autre		0,00	0,10
Inconnue		0,00	0,00

#### 9.3.4.2 Méthode conventionnelle pour la détermination de la partie dite "éclairée naturellement"

La méthode conventionnelle pour la détermination de la partie dite "éclairée naturellement" se base, pour chaque espace où elle est appliquée, sur une figure telle que la Figure [6] ci-dessous. Une première contribution à la partie dite "éclairée naturellement" est formée par la projection verticale sur la surface d'utilisation des baies (ouvertures à la lumière naturelle) inclinées vers l'intérieur ou horizontales (par exemple lucarnes en toiture). Une seconde contribution est fournie par les baies verticales et par les surfaces verticales équivalentes des baies inclinées. Pour déterminer ces dernières, on projette chaque baie inclinée sur un plan vertical qui passe par le bord supérieur de la fenêtre (voir Figure [5]). La détermination précise des deux contributions s'effectue selon le § 9.3.4.2.1 et 9.3.4.2.2.

Les parties qui se chevauchent sont déduites pour déterminer la surface totale de la partie dite "éclairée naturellement" :

$$\text{Eq. 139 } A_{f, \text{m}^2, \text{dayl area}} = A_{z, \text{m}^2, \text{dayl area, vert}} + A_{z, \text{m}^2, \text{dayl area, depth}} - A_{z, \text{m}^2, \text{overlap}} \quad (\text{m}^2)$$

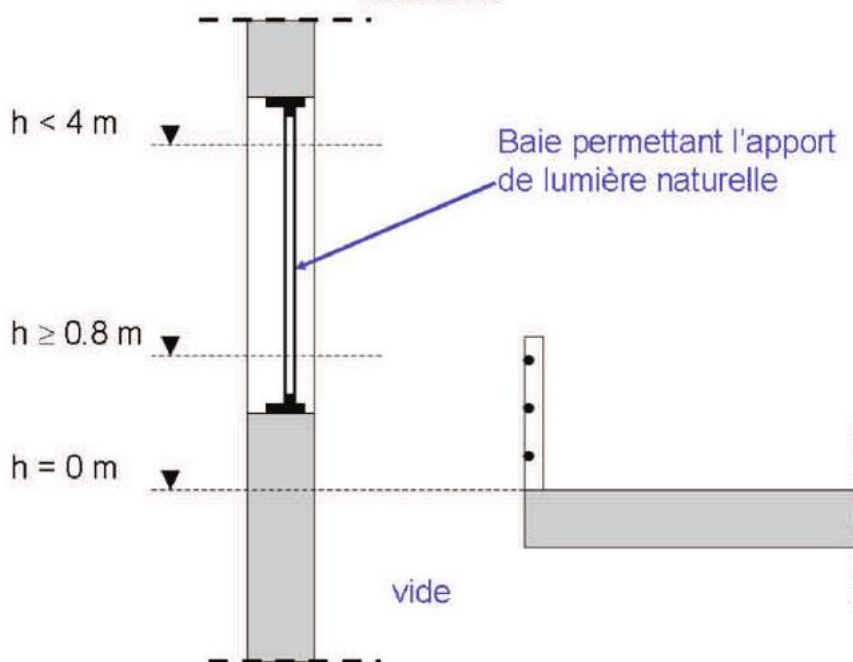
où :

$A_{f,rm r,dayl area}$	la surface totale d'utilisation de la partie dite "éclairée naturellement" de l'espace $r$ , en $m^2$ ;
$A_{f,rm r,dayl area,vert}$	la surface d'utilisation correspondant à la projection verticale des baies, la détermination s'effectue selon le § 9.3.4.2.1, en $m^2$ ;
$A_{f,rm r,dayl area,depth}$	la surface d'utilisation correspondant à la contribution des surfaces verticales équivalentes des baies, déterminée selon le § 9.3.4.2.2, en $m^2$ ;
$A_{f,rm r,overlap}$	la surface d'utilisation satisfaisant à la fois aux conditions du 9.3.4.2.1 et à celles du 9.3.4.2.2, en $m^2$ .

#### Conditions :

Lorsqu'on détermine l'extrémité supérieure et inférieure des baies verticales permettant l'apport de lumière naturelle, il faut satisfaire aux conditions spécifiées à la Figure [4]. Cela veut dire que la hauteur de l'extrémité inférieure de la baie (de la partie transparente/translucide de la fenêtre) dont il faut tenir compte dans les calculs doit être au minimum de 0,8 m, même si la valeur réelle est inférieure (ex : bord inférieur situé à 0,5 m de hauteur). De manière similaire, la hauteur maximale de l'extrémité supérieure est fixée à 4 m. Les hauteurs sont déterminées à partir du niveau fini du sol.

**Figure [4] : Projection du niveau fini du sol sur la façade (par exemple en cas de vide) et limitation des hauteurs minimum et maximum à considérer pour la détermination de la baie verticale (équivalente) permettant l'apport de lumière naturelle**



9.3.4.2.1 Contribution de la projection verticale des baies permettant l'apport de lumière naturelle

La contribution des baies horizontales et inclinées vers l'intérieur<sup>12</sup> permettant l'apport de lumière naturelle à la surface d'utilisation de la partie dite "éclairée naturellement" se compose de la somme des surfaces des projections verticales de ces baies sur le sol sous-jacent, pour autant que ces dernières soient comprises dans la surface d'utilisation de l'espace, voir Figure [5].

On détermine cette surface par espace comme suit :

$$\text{Eq. 140 } \bar{A}_{f,r,m,r,\text{dayl area,vert}} = \sum_k \bar{A}_{f,r,m,r,\text{dayl area,vert},k} \quad (\text{m}^2)$$

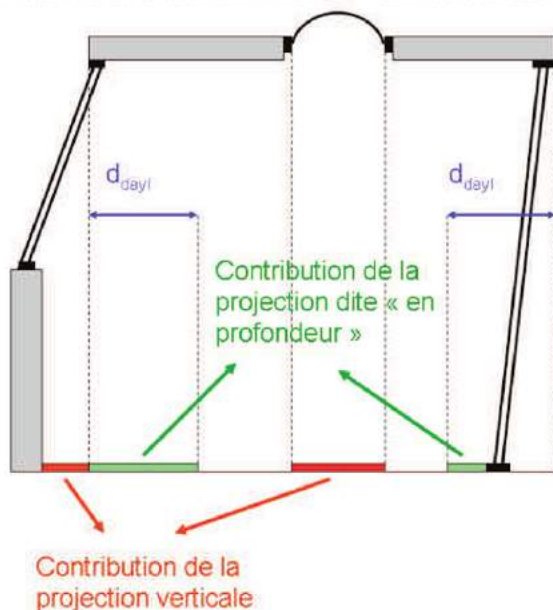
où :

$\bar{A}_{f,r,m,r,\text{dayl area,vert}}$  la surface totale, à l'intérieur de l'espace r, des projections verticales de baies horizontales et inclinées vers l'intérieur sur le sol sous-jacent, et permettant l'apport de lumière naturelle, en m<sup>2</sup> ;

$\bar{A}_{f,r,m,r,\text{dayl area,vert},k}$  la surface de la projection verticale de la baie k qui est inscrite dans la surface d'utilisation, en m<sup>2</sup>.

Il faut effectuer une sommation sur toutes les contributions des projections des baies k.

**Figure [5] : Contributions de la projection verticale et de la projection dite "en profondeur"**



#### 9.3.4.2.2 Contribution (équivalente) des baies verticales permettant l'apport de lumière naturelle

<sup>12</sup> Le facteur de transmission visuelle  $\tau_{\text{vis,dir,h}}$  (à incidence normale, en transmission hémisphérique) des parties transparentes/translucides doit être d'au moins 60%. Sinon, la baie permettant l'apport de lumière naturelle n'est pas prise en considération dans la détermination de la surface de la partie dite "éclairée naturellement".



On détermine la contribution (équivalente) des baies verticales permettant l'apport de lumière naturelle comme la somme des surfaces obtenues en multipliant la longueur de l'élément de façade contenant la baie verticale pour autant que cette dernière réponde aux conditions permettant l'apport de lumière naturelle, par la profondeur de la partie dite "éclairée naturellement", à condition qu'elle soit inscrite dans la surface d'utilisation de l'espace r. Cette contribution (équivalente) est calculée, comme suit :

$$\text{Eq. 141 } A_{f, \text{int}, \text{daylight}, \text{depth}} = \sum_k l_{\text{dayl}, k} \cdot d_{\text{dayl}, \text{int}, k} \quad (\text{m}^2)$$

où :

$A_{f, \text{int}, \text{dayl}, \text{area}, \text{depth}}$	la surface des contributions des baies verticales (équivalentes) permettant l'apport de lumière naturelle, en $\text{m}^2$ ;
$l_{\text{dayl}, k}$	la longueur de l'élément de façade de la partie dite "éclairée naturellement" comprenant la baie k et déterminée selon le § 9.4.5.2.2.1, en m ;
$d_{\text{dayl}, \text{int}, k}$	la profondeur de la partie dite "éclairée naturellement" relative à la baie k pour autant qu'elle soit inscrite dans la surface d'utilisation, déterminée selon le § 9.4.5.2.2.2, en m.

Il faut effectuer une sommation sur toutes les contributions des baies verticales k.

#### 1.1.1.1.1 Longueur de l'élément de façade $l_{\text{dayl}}$

On prend, comme longueur d'élément de façade lié à une baie de la partie dite "éclairée naturellement", la largeur de l'ouverture intérieure de la baie (c'est-à-dire la partie transparente/translucide) augmentée de 0,5m maximum de chaque côté (sans toutefois dépasser les murs intérieurs). Les chevauchements ne peuvent pas être comptabilisés deux fois, voir Figure [6].

#### 1.1.1.1.2 Profondeur de la partie dite "éclairée naturellement"

On détermine la profondeur liée à une baie (équivalente) verticale permettant l'apport (équivalent) de lumière naturelle comme suit.

Pour les baies inclinées, il faut d'abord considérer le plan vertical qui passe par l'élément le plus haut de la baie (hors-œuvre) en limitant la hauteur de cet élément supérieur à 4 m au-dessus du niveau fini du sol.

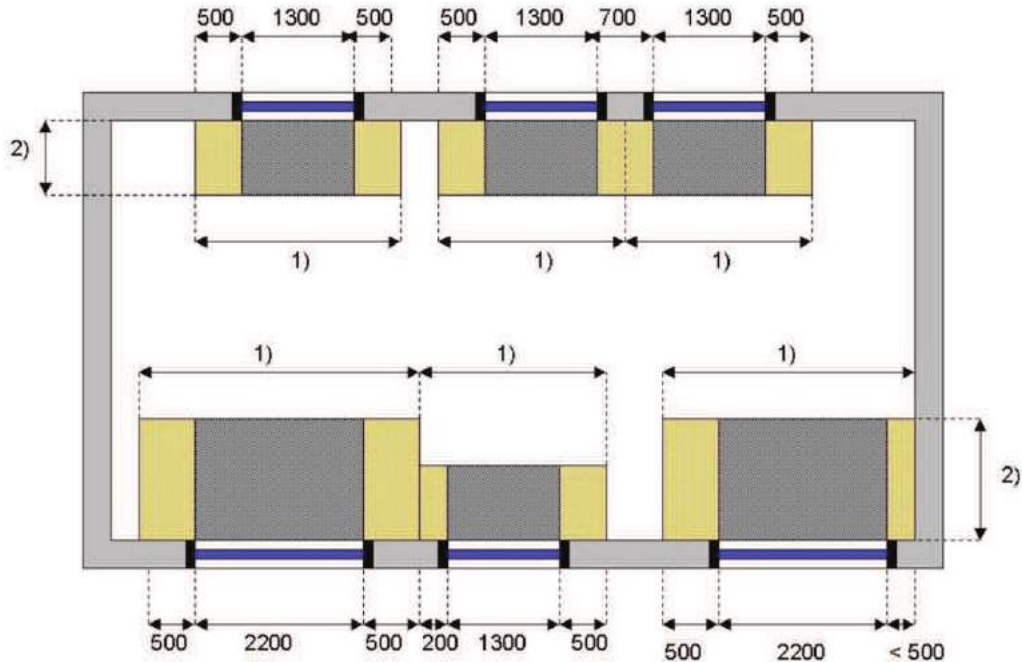
On reporte ensuite vers l'intérieur, au droit de la baie, perpendiculairement au plan vertical ainsi déterminé ou par rapport à la limite de la surface d'utilisation dans le cas d'une baie verticale, la profondeur de la partie dite "éclairée naturellement"  $d_{\text{dayl}}$ , telle que déterminée ci-dessous.

Si la surface de la partie dite "éclairée naturellement" ainsi obtenue se situe entièrement dans la surface d'utilisation, on a :

$$\text{Eq. 142 } d_{\text{dayl}, \text{int}} = d_{\text{dayl}}$$

Si ce n'est pas le cas, il faut diminuer la profondeur de la partie dite "éclairée naturellement" de la partie qui se situe en dehors de la surface d'utilisation pour obtenir  $d_{\text{day1, int}}$  (cfr l'espace vide de la Figure [4], ou la fenêtre de droite de la Figure [5]).

**Figure [6] : Parties de la surface d'utilisation derrière des éléments transparents/translucides et opaques d'une façade, qui appartiennent à la partie dite "éclairée naturellement"**



(Plusieurs profondeurs sont reprises dans la figure)

- 1)  $l_{\text{day1}}$  : longueur de l'élément de façade permettant l'apport de lumière naturelle  
 2)  $d_{\text{day1}}$  : profondeur de la partie dite "éclairée naturellement"

La profondeur de la partie dite "éclairée naturellement",  $d_{\text{day1}}$ , est donnée par :

**Eq. 143** Si la valeur numérique de  $(h_o \cdot \tau_v)$  est inférieure à 0,50 :

$$d_{\text{day1}} = 0$$

Si la valeur numérique de  $(h_o \cdot \tau_v)$  est supérieure ou égale à 0,50 :

$$d_{\text{day1}} = 0,5 + 3 \cdot (h_o \cdot \tau_v) \quad (\text{m})$$

avec :

- $d_{\text{day1}}$  la profondeur de la partie dite "éclairée naturellement" correspondant à la baie considérée, en m ;  
 $h_o$  la hauteur de la partie transparente/translucide de la baie permettant l'apport de lumière naturelle, en m ;  
 $\tau_v$  le facteur de transmission visuelle  $\tau_{\text{vis, dir, h}}$  (angle d'incidence perpendiculaire, transmission hémisphérique) du vitrage, déterminé selon NBN EN 410, (-).

La hauteur d'ouverture de la baie,  $h_o$ , est donnée par :

**Eq. 144**  $h_o = u_o - l_o$  (m)

où :

- $h_o$  la hauteur d'ouverture de la baie permettant l'apport de lumière naturelle, en m ;
- $u_o$  la hauteur de l'extrémité supérieure de l'ouverture, mesurée par rapport au niveau fini du sol, avec un maximum de 4 m, en m ;
- $l_o$  la hauteur de l'extrémité inférieure de l'ouverture, mesurée par rapport au niveau fini du sol, avec un minimum de 0,8 m, en m.

La profondeur de la partie dite "éclairée naturellement" ne peut jamais être supérieure à la profondeur de l'espace considéré.

## 10 Consommation d'énergie primaire

### 10.1 Principe

Chacun des sous-termes de la consommation finale d'énergie, tel que déterminé aux chapitres précédents, est multiplié par un facteur de conversion en énergie primaire, en fonction du vecteur énergétique. Tous les termes sont ensuite additionnés afin d'obtenir la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire. En ce qui concerne l'électricité produite par des installations photovoltaïques et par cogénération sur site, on introduit dans le calcul un bonus correspondant à l'économie de combustible dans les centrales électriques.

Seuls les systèmes d'énergie solaire photovoltaïques qui satisfont aux conditions décrites au § 12.1.1 de l'annexe A.1 à cet arrêté sont pris en considération.

### 10.2 La consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire

On détermine la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PEN comme suit :

$$\text{Eq. 145 } E_{\text{char ann prim et cons}} = \sum_{m=1}^{12} \left( E_{p,\text{heat},m} + E_{p,\text{cool},m} + E_{p,\text{water},m} + E_{p,\text{aux},m} + E_{p,\text{light},m} - E_{p,\text{pv},m} - E_{p,\text{cogen},m} \right) \quad (\text{MJ})$$

où :

$E_{\text{char ann prim et cons}}$	la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire, en MJ ;
$E_{p,\text{heat},m}$	la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le chauffage, calculée selon le § 10.3, en MJ ;
$E_{p,\text{cool},m}$	la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le refroidissement, calculée selon le § 10.3, en MJ ;
$E_{p,\text{water},m}$	la consommation mensuelle d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire, calculée selon le § 10.4, en MJ ;
$E_{p,\text{aux},m}$	la consommation mensuelle d'énergie primaire pour les auxiliaires, calculée selon le § 10.5, en MJ ;
$E_{p,\text{light},m}$	la consommation mensuelle d'énergie primaire pour l'éclairage, calculée selon le § 10.6, en MJ ;
$E_{p,\text{pv},m}$	l'économie mensuelle d'énergie primaire réalisée grâce à la production d'électricité par une installation solaire photovoltaïque, calculée selon le § 13.7 de l'annexe A.1 au présent arrêté, en MJ ;
$E_{p,\text{cogen},m}$	l'économie mensuelle d'énergie primaire réalisée grâce à la production d'électricité au moyen d'une cogénération sur site, calculée selon le § 10.7, en MJ.

### 10.3 La consommation d'énergie primaire pour le chauffage et le refroidissement

On détermine la consommation mensuelle d'énergie primaire de l'unité PEN pour le chauffage et le refroidissement comme suit :



$$\text{Eq. 146} \quad E_{p,heat,m} = \sum_i (f_p \cdot Q_{heat,final,seci,m,pref} + f_p \cdot Q_{heat,final,seci,m,npref}) + \sum_j (f_p \cdot Q_{hum,final,j,m,pref} + f_p \cdot Q_{hum,final,j,m,npref}) \quad (\text{MJ})$$

et :

$$\text{Eq. 147} \quad E_{p,cool,m} = \sum_i (f_p \cdot Q_{cool,final,seci,m,pref} + f_p \cdot Q_{cool,final,seci,m,npref})$$

où :

$f_p$  le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire du vecteur énergétique de l'appareil producteur considéré, tel qu'établi dans l'annexe F de l'annexe A.1 au présent arrêté, (-) ;

$E_{p,heat,m}$  la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le chauffage de l'unité PEN, en MJ ;

$Q_{heat,final,seci,m,pref}$  la consommation finale mensuelle d'énergie du (des) producteur(s) de chaleur préférentiel(s) du secteur énergétique i, tel que déterminé au 7.2.1, en MJ ;

$Q_{heat,final,seci,m,npref}$  la consommation finale mensuelle d'énergie du (des) producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) du secteur énergétique i, tel que déterminé au 7.2.1, en MJ ;

$Q_{hum,final,j,m,pref}$  la consommation finale mensuelle d'énergie du (des) producteur(s) de chaleur préférentiel(s) de l'humidificateur j, tel que déterminé au 7.2.1, en MJ ;

$Q_{hum,final,j,m,npref}$  la consommation finale mensuelle d'énergie du (des) producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) de l'humidificateur j, tel que déterminé au 7.2.1, en MJ ;

$E_{p,cool,m}$  la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le refroidissement de l'unité PEN, en MJ ;

$Q_{cool,final,seci,m,pref}$  la consommation finale mensuelle d'énergie du (des) producteur(s) de froid préférentiel(s) du secteur énergétique i, tel que déterminé au 7.2.2, en MJ ;

$Q_{cool,final,seci,m,npref}$  la consommation finale mensuelle d'énergie du (des) producteur(s) de froid non préférentiel(s) du secteur énergétique i, tel que déterminé au 7.2.2, en MJ.

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétiques i et tous les humidificateurs j de l'unité PEN.

#### 10.4 La consommation d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire

On détermine la consommation mensuelle d'énergie primaire de l'unité PEN pour la préparation d'eau chaude sanitaire comme suit :

$$\text{Eq. 148} \quad E_{p,water,m} = \sum_i (f_p \cdot Q_{water,bath,i,final,m,pref} + f_p \cdot Q_{water,bath,i,final,m,npref}) + \sum_j (f_p \cdot Q_{water,sink,j,final,m,pref} + f_p \cdot Q_{water,sink,j,final,m,npref}) + \sum_k (f_p \cdot Q_{water,other,k,final,m,pref} + f_p \cdot Q_{water,other,k,final,m,npref}) \quad (\text{MJ})$$

où :

- $f_p$  le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire du vecteur énergétique de l'appareil producteur considéré, tel qu'établi dans l'annexe F de l'annexe A.1 au présent arrêté, (-) ;
- $Q_{water,bath\ i,final,m,pref}$  la consommation finale mensuelle d'énergie de l'appareil producteur préférentiel pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à la douche ou la baignoire  $i$ , déterminée selon le § 7.6, en MJ ;
- $Q_{water,bath\ i,final,m,npref}$  la consommation finale mensuelle d'énergie de l'appareil producteur non préférentiel pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à la douche ou la baignoire  $i$ , déterminée selon le § 7.6, en MJ ;
- $Q_{water,sink\ j,final,m,pref}$  la consommation finale mensuelle d'énergie de l'appareil producteur préférentiel pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'évier de cuisine  $j$ , déterminée selon le § 7.6, en MJ ;
- $Q_{water,sink\ j,final,m,npref}$  la consommation finale mensuelle d'énergie de l'appareil producteur non préférentiel pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'évier de cuisine  $j$ , déterminée selon le § 7.6, en MJ ;
- $Q_{water,other\ k,final,m,pref}$  la consommation finale mensuelle d'énergie de l'appareil producteur préférentiel pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un autre point de puisage d'eau chaude  $k$ , déterminée selon le § 7.6, en MJ ;
- $Q_{water,other\ k,final,m,npref}$  la consommation finale mensuelle d'énergie de l'appareil producteur non préférentiel pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un autre point de puisage d'eau chaude  $k$ , déterminée selon le § 7.6, en MJ.

Il faut faire une sommation sur toutes les douches et toutes les baignoires  $i$ , sur tous les éviers de cuisine  $j$  et sur tous les autres points de puisage d'eau chaude  $k$  de l'unité PEN.

### 10.5 La consommation d'énergie primaire des auxiliaires

On détermine la consommation mensuelle d'énergie primaire pour les ventilateurs, pompes, auxiliaires pour le refroidissement et veilleuses comme suit :

$$\text{Eq. 149 } E_{p,aux,m} = f_p \cdot 3,6 \cdot \left( \begin{array}{l} W_{fan,s,m} + W_{pumps,m} + W_{aux,m} \\ + W_{aux,free,m} + W_{precool,m} \end{array} \right) + f_p \cdot (Q_{pilot})$$

où :

- $E_{p,aux,m}$  la consommation mensuelle d'énergie primaire pour les auxiliaires, en MJ ;
- $f_p$  le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire du vecteur énergétique de l'appareil producteur considéré, tel qu'établi dans l'annexe F de l'annexe A.1 au présent arrêté, (-) ;
- $W_{fan,s,m}$  la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs dans l'unité PEN, déterminée selon le § 8.1.2, en kWh ;
- $W_{pumps,m}$  la consommation mensuelle d'électricité pour les pompes dans l'unité PEN, déterminée selon le § 8.2.2, en kWh ;

$W_{\text{aus},m}$	la consommation mensuelle supplémentaire d'électricité pour les machines frigorifiques dans l'unité PEN, déterminée selon le § 8.3, en kWh ;
$W_{\text{aus,free},m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour le free-chilling dans l'unité PEN, déterminée selon le § 8.4, en kWh ;
$W_{\text{precool},m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour le pré-refroidissement de l'air de ventilation, déterminée selon le § 8.6, en kWh ;
$Q_{\text{pilot},m}$	la consommation mensuelle d'énergie des veilleuses des appareils producteurs qui contribuent au chauffage et/ou à l'humidification de l'unité PEN, déterminée selon le § 8.5, en MJ.

### 10.6 La consommation d'énergie primaire pour l'éclairage

On détermine la consommation mensuelle d'énergie primaire pour l'éclairage comme suit :

$$\text{Eq. 150 } E_{p,\text{light},m} = f_L \cdot 3,6 \cdot W_{\text{light},m}$$

où :

$E_{p,\text{light},m}$	la consommation mensuelle d'énergie primaire pour l'éclairage selon le § 10.5, en MJ ;
$f_p$	le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire pour l'électricité, tel qu'établi dans l'annexe F de l'annexe A.1 au présent arrêté, (-) ;
$W_{\text{light},m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage dans l'unité PEN, déterminée selon le § 9.1.2, en kWh.

### 10.7 L'économie d'énergie primaire réalisée grâce à une cogénération sur site

On détermine l'équivalente économie mensuelle d'énergie primaire d'(une) installation(s) de cogénération sur site comme suit :

$$\text{Eq. 151 } E_{p,\text{cogen},m} = \sum_i f_p \cdot 3,6 \cdot W_{\text{cogen},i,x}$$

où :

$E_{p,\text{cogen},m}$	la réduction mensuelle de la consommation d'énergie primaire correspondant à la quantité mensuelle d'électricité produite par la cogénération sur site, en MJ ;
$f_p$	le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire pour l'électricité autoproduite par cogénération, tel qu'établi dans l'annexe F de l'annexe A.1 au présent arrêté, (-) ;
$W_{\text{cogen},i,x}$	la quantité mensuelle d'électricité produite par l'installation de cogénération sur site $i$ , déterminée selon le § A.4, en kWh.

Il faut faire une sommation sur tous les systèmes de cogénération sur site  $i$ .

## Annexe A Cogénération

### A.1 Principe

Une installation de cogénération produit simultanément de la chaleur et de l'électricité. La consommation finale d'énergie (c.-à-d. la consommation de combustible) de la cogénération est calculée au § 10.2 de l'annexe A.1 au présent arrêté, pour les secteurs énergétiques de l'unité PER et au § 10.7 de la présente annexe, pour les secteurs énergétiques de l'unité PEN. Cette production est convertie en quantité d'énergie primaire économisée au § 12.2.2 de l'annexe A.1 au présent arrêté pour les unités PER et au § 10.6 de la présente annexe pour les unités PEN.

La quantité d'électricité produite par cogénération est déterminée dans la présente annexe.

### A.2 Détermination du rendement de conversion électrique et thermique de la cogénération

Le rendement de conversion électrique de la cogénération est le rapport entre l'énergie électrique produite et la teneur énergétique (sur base du pouvoir calorifique supérieur) du combustible consommé. Le rendement de conversion thermique est le rapport entre la chaleur produite et la teneur énergétique (sur base du pouvoir calorifique supérieur) du combustible consommé.

Pour les moteurs à combustion interne au gaz naturel, au gaz provenant de la biomasse, au mazout et à l'huile végétale, les rendements de conversion sont fixés au § A.2.1. Les rendements de conversion pour les autres technologies sont fixés au § A.2.2.

#### A.2.1 Détermination du rendement de conversion électrique et thermique d'un moteur à combustion interne au gaz naturel, au gaz provenant de la biomasse, au mazout ou à l'huile végétale

La méthode de détermination des rendements de conversion dépend de la puissance électrique de l'installation de cogénération.

Si la puissance électrique de l'installation de cogénération n'est pas connue, elle peut être déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 158 } P_{\text{cogen,elec}} = a \cdot (P_{\text{cogen,th}})^b \quad (\text{kW})$$

où :

$P_{\text{cogen,elec}}$  la puissance électrique de l'installation de cogénération, en kW ;

a, b des paramètres (variables en fonction du combustible utilisé) pour déterminer la puissance électrique en fonction de la puissance thermique, issus du Tableau [34], (-) ;

$P_{\text{cogen,th}}$  la puissance thermique de l'installation de cogénération, en kW. Cette puissance est fixée conformément à la méthode utilisée pour les appareils au gaz.

**Tableau [34] : Paramètres pour déterminer la puissance électrique en fonction de la puissance thermique (moteur à combustion interne)**

Combustible	a	b
gaz naturel	0,3323	1,123
gaz provenant de la biomasse	0,3305	1,147
mazout	0,3947	1,131
huile végétale	0,3306	1,152

**Cas 1 :  $P_{\text{cogen,elec}} < 5 \text{ kW}$** 

Les rendements de conversion électrique et thermique de l'installation de cogénération sont donnés au Tableau [35] :

**Tableau [35] : Rendements de conversion électrique et thermique de la cogénération (moteur à combustion interne,  $P_{\text{cogen,elec}} < 5 \text{ kW}$ )**

Combustible	$\varepsilon_{\text{cogen,elec}}$	$\varepsilon_{\text{cogen,th}}$
gaz naturel	0,251	0,573
gaz provenant de la biomasse	0,248	0,542
mazout	0,279	0,536
huile végétale	0,268	0,573

**Cas 2 :  $5 \text{ kW} \leq P_{\text{cogen,elec}} \leq 5000 \text{ kW}$** 

Les rendements de conversion électrique et thermique de l'installation de cogénération sont déterminés comme suit :

$$\text{Eq. 159 } \varepsilon_{\text{cogen,elec}} = a_{\text{elec}} \cdot (P_{\text{cogen,elec}})^{b_{\text{elec}}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 160 } \varepsilon_{\text{cogen,th}} = a_{\text{th}} \cdot (P_{\text{cogen,elec}})^{b_{\text{th}}} \quad (-)$$

où :

$\varepsilon_{\text{elec}}$  le rendement de conversion électrique de l'installation de cogénération(-) ;

$a_{\text{elec}}$ ,  $b_{\text{elec}}$  des paramètres (variables en fonction du combustible utilisé) pour déterminer le rendement de conversion électrique, issus du Tableau [36], (-) ;

$P_{\text{cogen,elec}}$  la puissance électrique de l'installation de cogénération, en kW. Si cette puissance n'est pas connue, elle est déterminée comme décrit ci-dessus ;

$\varepsilon_{\text{th}}$  le rendement de conversion thermique de l'installation de cogénération, (-) ;

$a_{\text{th}}$ ,  $b_{\text{th}}$  des paramètres (variables en fonction du combustible utilisé) pour déterminer le rendement de conversion thermique, issus du Tableau [36], (-).

**Tableau [36] : Paramètres pour déterminer le rendement de conversion électrique et thermique de la cogénération (moteur à combustion interne,  $5 \text{ kW} \leq P_{\text{cogen,elec}} \leq 5000 \text{ kW}$ )**

Combustible	$a_{\text{elec}}$	$b_{\text{elec}}$	$a_{\text{th}}$	$b_{\text{th}}$
gaz naturel	0,228	0,061	0,623	-0,053
gaz provenant de la biomasse	0,222	0,069	0,601	-0,065
mazout	0,253	0,063	0,587	-0,057
huile végétale	0,240	0,070	0,637	-0,066

**Cas 3 :  $P_{\text{cogen,elec}} > 5000 \text{ kW}$**

Les rendements de conversion électrique et thermique de l'installation de cogénération sont donnés au Tableau [37].

**Tableau [37] : Rendements de conversion électrique et thermique de la cogénération (moteur à combustion interne,  $P_{\text{cogen,elec}} > 5000 \text{ kW}$ )**

Combustible	$\varepsilon_{\text{cogen,elec}}$	$\varepsilon_{\text{cogen,th}}$
gaz naturel	0,384	0,396
gaz provenant de la biomasse	0,400	0,345
mazout	0,433	0,361
huile végétale	0,436	0,363

**A.2.2 Détermination des rendements de conversion électrique et thermique de technologies autres que les moteurs à combustion interne au gaz naturel, au gaz provenant de la biomasse, au mazout et à l'huile végétale**

Les rendements de conversion électrique et thermique des cogénérations qui ne relèvent pas du § A.2.1. (comme les moteurs stirling, les turbines à gaz, les systèmes ORC, les cellules à combustible, etc.) sont déterminés comme suit :

$$\text{Eq. 161 } \varepsilon_{\text{cogen,elec}} = 0,77 \cdot \frac{P_{\text{cogen,elec}}}{P_{\text{cogen,elec}} + P_{\text{cogen,th}}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 162 } \varepsilon_{\text{cogen,th}} = 0,77 \cdot \frac{P_{\text{cogen,th}}}{P_{\text{cogen,elec}} + P_{\text{cogen,th}}} \quad (-)$$

où :

$\varepsilon_{\text{elec}}$  le rendement de conversion électrique de l'installation de cogénération, (-) ;

$P_{\text{cogen,th}}$  la puissance thermique de l'installation de cogénération, en kW. Cette puissance est déterminée conformément à la méthode utilisée pour les appareils au gaz ;

$P_{\text{cogen,elec}}$  la puissance électrique de l'installation de cogénération, en kW ;

$\varepsilon_{\text{th}}$  le rendement de conversion thermique de l'installation de cogénération, (-).

### A.3 Détermination de la consommation mensuelle d'énergie finale par une installation de cogénération

#### A.3.1 Règle de calcul

Déterminez la consommation mensuelle d'énergie finale d'une installation de cogénération  $i$  sur la base du chauffage des locaux, de l'humidification, de l'eau chaude sanitaire et du refroidissement par absorption, couverte par l'installation de cogénération, comme suit :

$$\text{Eq. 163 } Q_{\text{cogen,final},i,m} = \frac{Q_{\text{cogen,heat},i,m} + Q_{\text{cogen,hum},i,m} + Q_{\text{cogen,cool},i,m} + Q_{\text{cogen,water},i,m}}{\epsilon_{\text{cogen,th}}} \quad (\text{MJ})$$

où :

$Q_{\text{cogen,final},i,m}$	la consommation mensuelle d'énergie finale de l'installation de cogénération $i$ , en MJ ;
$Q_{\text{cogen,heat},i,m}$	la part de l'installation de cogénération $i$ dans les besoins mensuels bruts en chaleur pour le chauffage, déterminée selon le § A.3.2, en MJ ;
$Q_{\text{cogen,hum},i,m}$	la part de l'installation de cogénération $i$ dans les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification, déterminée selon le § A.3.3, en MJ ;
$Q_{\text{cogen,cool},i,m}$	la part de l'installation de cogénération $i$ dans les besoins mensuels bruts en chaleur pour le refroidissement par absorption, déterminée selon le § A.3.4, en MJ ;
$Q_{\text{cogen,water},i,m}$	la part de l'installation de cogénération $i$ dans les besoins mensuels bruts en chaleur pour l'eau chaude sanitaire, déterminée selon le § A.3.5, en MJ ;
$\epsilon_{\text{cogen,th}}$	le rendement de conversion thermique de l'installation de cogénération, déterminé selon le § A.2, (-).

#### A.3.2 Besoins bruts en énergie pour le chauffage des locaux, couverts par cogénération

Déterminez la part de l'installation de cogénération  $i$  dans les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux de la totalité de l'unité PEN, comme suit :

$$\text{Eq. 164 } Q_{\text{cogen,heat},i,m} = \sum_1 f_{\text{heat},m,\text{ref}} \cdot (1 - f_{\text{as,heat,sec},i,m}) \cdot Q_{\text{heat,gross,sec},i,m} \quad (\text{MJ})$$

où :

$Q_{\text{cogen,heat},i,m}$	la part de l'installation de cogénération $i$ dans les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux, en MJ ;
$f_{\text{heat},m,\text{ref}}$	la part de la cogénération dans la fourniture de chaleur au secteur énergétique concerné, déterminée selon le § 7.3.1 (-) ;
$f_{\text{as,heat,sec},i,m}$	la part des besoins totaux en chaleur pour le chauffage des locaux du secteur énergétique $i$ , couverte par un système d'énergie solaire thermique, comme décrite au 7.2.1 (-) ;
$Q_{\text{heat,gross,sec},i,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux du secteur énergétique $i$ , déterminés selon le § 6.2, en MJ.



Il faut effectuer une sommation pour tous les secteurs énergétiques  $i$  de l'unité PEN auxquels l'installation de cogénération fournit de la chaleur.

### A.3.3 Besoins nets en énergie pour l'humidification, couverts par cogénération

Déterminez la part de l'installation de cogénération  $i$  dans les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification, pour l'ensemble de l'unité PEN, comme suit :

$$\text{Eq. 165 } Q_{\text{cogen, hum, } i, m} = \sum_i f_{\text{heat, m, pref}} \cdot (1 - f_{\text{as, hum, } j, m}) \cdot Q_{\text{hum, net, } j, m} \quad (\text{MJ})$$

où :

$Q_{\text{cogen, hum, } i, m}$	la part de l'installation de cogénération $i$ dans les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification, en MJ ;
$f_{\text{heat, m, pref}}$	la part de l'installation de cogénération dans la fourniture de chaleur à l'appareil d'humidification concerné, déterminée selon le § 7.3.1, (-) ;
$f_{\text{as, hum, } j, m}$	la part des besoins totaux en chaleur pour l'appareil d'humidification $j$ , couverte par un système d'énergie solaire thermique, comme décrite au § 7.2.1, (-) ;
$Q_{\text{hum, net, } j, m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification de l'appareil d'humidification $j$ , déterminés selon le § 5.11, en MJ.

Il faut effectuer une sommation sur tous les appareils d'humidification  $j$  dans l'unité PEN auxquels l'installation de cogénération  $i$  fournit de la chaleur.

### A.3.4 Besoins bruts en chaleur pour le refroidissement par absorption, couverts par cogénération

Déterminez la part de l'installation de cogénération  $i$  dans les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement par absorption, pour l'ensemble de l'unité PEN, comme suit :

$$\text{Eq. 166 } Q_{\text{cogen, cool, } i, m} = \sum_i f_{\text{heat, m, pref}} \cdot \frac{f_{\text{cool, pref}} \cdot Q_{\text{cool, gross, sec } i, m}}{\text{EER}_{\text{ref}}} \quad (\text{MJ})$$

où :

$Q_{\text{cogen, cool, } i, m}$	la part de l'installation de cogénération $i$ dans les besoins mensuels bruts en énergie d'une machine de refroidissement par absorption, en MJ ;
$f_{\text{heat, m, pref}}$	la part de la cogénération dans la fourniture de chaleur à la machine de refroidissement par absorption, déterminée selon le § 7.3.1 (-) ;
$f_{\text{cool, pref}}$	la part de la machine de refroidissement par absorption dans la fourniture de froid au secteur énergétique concerné, déterminée selon le § 7.3.2 (-) ;
$\text{EER}_{\text{ref}}$	le rendement de la conversion de chaleur en froid de la machine de refroidissement par absorption desservant le secteur énergétique $i$ , déterminé selon le § 7.5.2, (-) ;
$Q_{\text{cool, gross, sec } i, m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement des locaux du secteur énergétique $i$ , fourni par la machine de

refroidissement par absorption, déterminés selon le § 6.2, en MJ.

Il faut effectuer une sommation sur tous les secteurs énergétiques  $i$  de l'unité PEN auxquels la machine de refroidissement par absorption, alimentée par l'installation de cogénération  $i$ , fournit du froid.

### A.3.5 Besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire

Déterminez la part de l'installation de cogénération  $i$  dans les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire de la totalité de l'unité PEN, comme suit :

$$\text{Eq. 167} \quad Q_{\text{cogen,water},i,m} = \sum_i f_{\text{heat},m,\text{pref}} \times (1 - f_{\text{as,water,bath},i,m}) \times Q_{\text{water,bath},i,\text{gross},m} \\ + \sum_j f_{\text{heat},m,\text{pref}} \times (1 - f_{\text{as,water,sink},j,m}) \times Q_{\text{water,sink},j,\text{gross},m} \quad (\text{MJ}) \\ + \sum_k f_{\text{heat},m,\text{pref}} \times (1 - f_{\text{as,water,other},k,m}) \times Q_{\text{water,other},k,\text{gross},m}$$

où :

$Q_{\text{cogen,water},i,m}$	la part de l'installation de cogénération $i$ dans les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire, en MJ ;
$f_{\text{heat},m,\text{pref}}$	la part de la cogénération dans la fourniture de chaleur aux points de puisages d'eau chaude desservis, déterminée selon le § 7.3.1 (-) ;
$f_{\text{as},m}$	la part des besoins de chaleur totaux couverte par le système d'énergie solaire thermique, déterminée selon le § 7.6. Avec les indices "water,bath $i$ ", "water,sink $j$ " et "water,other, $k$ " pour la préparation d'eau chaude sanitaire respectivement, soit pour la douche/baignoire, soit pour l'évier de cuisine, soit pour l'autre point de puisage d'eau chaude respectivement ;
$Q_{\text{water,bath},i,\text{gross},m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire $i$ , déterminés selon le § 6.5, en MJ ;
$Q_{\text{water,sink},j,\text{gross},m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine $j$ , déterminés selon le § 6.5, en MJ ;
$Q_{\text{water,other},k,\text{gross},m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage d'eau chaude $k$ , déterminés selon le § 6.5, en MJ ;

Il faut effectuer une sommation pour tous les douches/baignoires  $i$ , tous les éviers de cuisine  $j$  et les autres points de puisage d'eau chaude  $k$  de l'unité PEN auxquels l'installation de cogénération fournit de la chaleur.

### A.4 Détermination de la quantité d'électricité produite

Supposons que dans le cas d'une cogénération non liée au bâtiment, la quantité d'électricité produite mensuellement soit égale à 0. Dans ce cas, l'économie d'énergie primaire est déjà calculée dans le facteur énergétique primaire pour la fourniture de chaleur externe. Donc :  $W_{\text{cogen},i,m} = 0$

Déterminez la quantité mensuelle d'électricité produite par l'installation de cogénération  $i$  liée au bâtiment, comme suit :

$$\text{Eq. 168 } W_{\text{cogen},i,m} = \frac{\varepsilon_{\text{cogen},\text{elec}}}{3,6} \cdot Q_{\text{cogen},\text{final},i,m} \quad (\text{kWh})$$

où :

$W_{\text{cogen},i,m}$  la quantité mensuelle d'électricité produite par l'installation de cogénération  $i$ , en kWh ;  
 $\varepsilon_{\text{cogen},\text{elec}}$  le rendement de conversion électrique de l'installation de cogénération, déterminé selon le § A.2 (-) ;  
 $Q_{\text{cogen},\text{final},i,m}$  la consommation mensuelle d'énergie finale de l'installation de cogénération  $i$ , déterminée selon le § A.3, en MJ.

#### A.5 Détermination de la variable auxiliaire $x_m$ pour calculer la fraction mensuelle couverte par la cogénération sur site

Déterminez la variable auxiliaire  $x_m$  d'une installation de cogénération, comme suit :

$$\text{Eq. 169 } x_m = \left[ \sum_i (1 - f_{\text{as},\text{heat},\text{sec}i,m}) \cdot Q_{\text{heat},\text{gross},\text{sec}i,m} + \sum_j (1 - f_{\text{as},\text{water},\text{bath}j,m}) \cdot Q_{\text{water},\text{bath}j,\text{gross},m} + \sum_k (1 - f_{\text{as},\text{water},\text{sink}k,m}) \cdot Q_{\text{water},\text{sink}k,\text{gross},m} + \sum_l (1 - f_{\text{as},\text{water},\text{other}l,m}) \cdot Q_{\text{water},\text{other}l,\text{gross},m} + \sum_n (1 - f_{\text{as},\text{hum},n,m}) \cdot Q_{\text{hum},\text{net},n,m} + \sum_c \frac{f_{\text{cool},\text{pref}} \cdot Q_{\text{cool},\text{gross},\text{sec}c,m}}{\text{EER}_{\text{ref}}} \right] / (1000 \cdot P_{\text{cogen},m} \cdot t_m)$$

où :

$x_m$  variable auxiliaire pour l'installation de cogénération, représentant les besoins en chaleur divisés par la production "virtuelle" d'une cogénération à pleine puissance sans interruption durant le mois considéré, (-) ;  
 $f_{\text{as},m}$  la part des besoins totaux en chaleur, couverte par un système d'énergie solaire thermique, déterminée selon le § 10.4 de l'annexe A.1 (en cas de besoins en chaleur dans une unité PER) ou selon § 7.6 de la présente annexe (en cas de besoins en chaleur dans une unité PEN). Avec les indices "heat,sec  $i$ " pour les besoins en chaleur du secteur énergétique  $i$ , "water,bath  $j$ " et "water,sink  $k$ " et "water,other  $l$ " pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, respectivement d'une douche ou d'un bain  $j$ , d'une cuisine  $k$  et d'un autre point de puisage d'eau chaude  $l$ , et "hum, $n$ " pour les besoins en chaleur de l'appareil d'humidification  $n$ , (-) ;  
 $Q_{\text{heat},\text{gross},\text{sec}i,m}$  les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux du secteur énergétique  $i$ , déterminés selon le § 9.2.1 de l'annexe A.1 au présent arrêté pour les unités PER ou selon le § 6.2 de la présente annexe pour les unités PEN, en MJ ;  
 $Q_{\text{water},\text{bath}j,\text{gross},m}$  les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'un bain  $j$ , déterminés selon le § 9.3.1 de l'annexe A.1 au présent arrêté, pour les unités PER et selon le § 6.5 de la présente annexe pour les unités PEN, en MJ ;

$Q_{\text{water, sink } k, \text{ gross, m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une cuisine $k$ , déterminés selon le § 9.3.1 de l'annexe A.1 au présent arrêté, pour les unités PER et selon le § 6.5 de la présente annexe pour les unités PEN, en MJ ;
$Q_{\text{water, other } l, \text{ gross, m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage d'eau chaude $l$ , déterminés selon le § 6.5 pour les unités PEN, en MJ ;
$Q_{\text{hum, net, n, m}}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification de l'appareil d'humidification $n$ , déterminés selon le § 5.11 de la présente annexe, pour les unités PEN, en MJ ;
$f_{\text{cool, pref}}$	la part du refroidissement par absorption dans la fourniture de froid au secteur énergétique concerné, déterminée selon le § 7.3.2 de la présente annexe, pour les unités PEN, (-) ;
$EER_{\text{ref}}$	le rendement de la conversion de chaleur en froid de la machine de refroidissement par absorption qui fournit le secteur énergétique concerné, déterminé selon le § 7.5.2 de la présente annexe, (-) ;
$Q_{\text{cool, gross, sec } o, n}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement des locaux du secteur énergétique $o$ , fourni par la machine de refroidissement par absorption, déterminés selon le § 6.2 de la présente annexe, pour les unités PEN, en MJ ;
$P_{\text{cogen, th}}$	la puissance thermique de l'installation de cogénération, en kW. Cette puissance est déterminée conformément à la méthode utilisée pour les appareils au gaz ;
$t_p$	la longueur du mois concerné en Ms, voir Tableau [1].

Il faut effectuer une sommation sur tous les secteurs énergétiques  $i$  chauffés au moyen de l'installation de cogénération, sur tous les bains ou douches  $j$ , les cuisines  $k$  et les autres points de puisage d'eau chaude  $l$ , auxquels l'installation de cogénération fournit de la chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, sur tous les appareils d'humidification  $n$  auxquels l'installation de cogénération fournit de la chaleur et sur tous les secteurs énergétiques  $o$  qui font partie d'une unité PEN et auxquels la machine de refroidissement par absorption, alimentée par l'installation de cogénération, fournit du froid.

#### A.6 Détermination de la contenance minimale en eau d'un réservoir tampon pour stocker 30 minutes de production d'une installation de cogénération à pleine puissance

Déterminez la contenance minimale en eau d'un réservoir tampon pour stocker 30 minutes de production de chaleur de l'installation de cogénération  $i$  liée au bâtiment, à pleine puissance, par convention, comme suit :

$$\text{Eq. 170 } V_{\text{stor, 30 min, } i} = \frac{0,44 \cdot P_{\text{cogen, th, } i}}{(\theta_{\text{cogen, } i} - \theta_{\text{return, design, } i})} \quad (\text{m}^3)$$

où :

$V_{\text{stor, 30 min, } i}$	la contenance en eau nécessaire à un réservoir tampon pour stocker 30 minutes de production de chaleur, en m <sup>3</sup> ;
$P_{\text{cogen, th, } i}$	la puissance thermique de l'installation de cogénération $i$ , en kW. Cette puissance est déterminée conformément à la méthode utilisée pour les appareils au gaz ;
$\theta_{\text{cogen, } i}$	la température à laquelle l'installation de cogénération $i$ fournit de la chaleur, en °C ;

$\theta_{1, \text{retour, cogén}, i}$ 

la température de retour du système d'émission de chaleur, auquel l'installation de cogénération  $i$  fournit de la chaleur, comme déterminée au § 10.2.3.2 de l'annexe A.1 au présent arrêté, en °C.

## Annexe B Pré-refroidissement de l'air de ventilation

### B.1 Règle de calcul

Le facteur de multiplication mensuel  $r_{\text{precool,}fct\ i,m}$  pour l'effet du pré-refroidissement de l'air de ventilation pour les besoins de refroidissement de la zone fonctionnelle  $f$  est égal au facteur de multiplication pour l'effet du pré-refroidissement du secteur énergétique  $i$  auquel elle appartient, lui-même égal au facteur de multiplication pour l'effet du pré-refroidissement de la zone de ventilation  $z$  dont le secteur énergétique  $i$  fait partie :

$$\text{Eq. 171 } r_{\text{precool,}fct\ i} = r_{\text{precool,}sect\ i,m} = r_{\text{precool,}zone\ z,m}$$

S'il n'y a pas de système prévu pour le pré-refroidissement de l'air de ventilation dans la zone de ventilation  $z$ , ou si seulement une partie du débit de ventilation hygiénique de la zone de ventilation  $z$  est refroidi à l'aide d'un système de pré-refroidissement de l'air de ventilation, alors  $r_{\text{precool,}zone\ z,m} = 1$ .

Si plusieurs unités PEB utilisent le même système de pré-refroidissement de l'air de ventilation, la valeur par défaut pour  $r_{\text{precool,}zone\ z,m} = 1$  ; des valeurs plus favorables peuvent être utilisées sur base d'une demande d'équivalence.

Si un système de pré-refroidissement de l'air de ventilation est présent et si l'entièreté du débit de ventilation hygiénique de la zone de ventilation  $z$  est refroidi à l'aide de ce système de pré-refroidissement,  $r_{\text{precool,}zone\ z,m}$  doit être déterminé par le rapport entre l'abaissement de température provoqué par le système de pré-refroidissement et la différence de température initiale et l'efficacité du système de pré-refroidissement  $e_{\text{precool},m}$ .

$$\text{Eq. 172 } r_{\text{precool,}zone\ z,m} = 1 - e_{\text{precool},m} \cdot \left( \frac{\theta_{\text{precool,}ref,max,m} - \theta_{e,V,cool,m}}{\theta_{i,cool} - \theta_{e,V,cool,m}} \right)$$

avec :

$e_{\text{precool},m}$	l'efficacité mensuelle du système de pré-refroidissement concerné, (-) ;
$\theta_{\text{precool,}ref,max,m}$	la température de référence pour l'abaissement de température maximal, en °C ;
$\theta_{e,V,cool,m}$	la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation hygiénique lors des calculs de refroidissement déterminée selon Tableau [1], en °C ;
$\theta_{i,cool}$	la température intérieure moyenne établie par convention pour la détermination du besoin en énergie pour le refroidissement, reprise au Tableau [5], en °C ;

Les expressions de  $e_{\text{precool},m}$  et  $\theta_{\text{precool,}ref,max,m}$  pour deux types de technologies, sont développées dans les prochains paragraphes.

Pour d'autres technologies,  $r_{\text{precool,}zone\ z,m}$  devra être déterminé selon des règles déterminées par le Ministre.

### B.2 Echangeur de chaleur sol-eau

Les échangeurs de chaleurs placés dans le sol sont utilisés pour refroidir ou réchauffer l'air de ventilation (pré-refroidissement / pré-chauffage). Ici, c'est la masse thermique de la terre qui est utilisée pour fournir la chaleur à

transférer. A une profondeur suffisante, la température du sol est stable. En été, cela signifie que l'air de ventilation fourni peut être refroidi ; en hiver, il peut être réchauffé. Dans des échangeurs de chaleur sol-eau, l'eau est envoyée à travers une série de tubes qui sont couplés à une batterie d'air par l'intermédiaire d'un collecteur. L'eau passant à travers la pompe est mise en circulation à travers les tubes et refroidira ou réchauffera l'air.

### B.2.1 Efficacité $e_{precool,m}$ du système de pré-refroidissement

Pour un échangeur de chaleur sol-eau, la valeur par défaut vaut :

$$\text{Eq. 173 } e_{precool,m} = 0,7 \cdot w_{soil/water,m} \quad (-) \quad (1)$$

avec :

$w_{soil/water,m}$  un facteur mensuel qui tient compte du temps de fonctionnement de l'échangeur de chaleur sol-eau (-) :

$$\begin{aligned} \text{Eq. 174 } & \text{si } \theta_{e,m} - \theta_{soil,m} \leq 0 && \text{alors } w_{soil/water,m} = 0 \\ & \text{si } 0 < \theta_{e,m} - \theta_{soil,m} \leq 2 && \text{alors } w_{soil/water,m} = 0,5 \\ & \text{si } \theta_{e,m} - \theta_{soil,m} > 2 && \text{alors } w_{soil/water,m} = 1 \end{aligned}$$

où :

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

$\theta_{soil,m}$  la température moyenne mensuelle du sol définie en fonction de la profondeur des conduites, telle que déterminée au B.2.2, en °C. où :

### B.2.2 Température de référence pour l'abaissement de température maximal $\theta_{precool,ref,max,m}$

La température de référence pour la détermination de la performance de l'échangeur de chaleur sol-eau est donnée par :

$$\text{Eq. 175 } \theta_{precool,ref,max,m} = \frac{\left( \frac{e_{wt} \theta_{soil,m} - 0,34 \cdot \sum \dot{V}_{hyg,cool,seci}}{1160 \dot{V}_w} (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m}) \right)}{\left( 1 - \frac{0,34 \cdot \sum \dot{V}_{hyg,cool,seci}}{1160 \dot{V}_w} + \frac{1}{e_{wt} - 1} \right)} \quad (^\circ\text{C}) \quad (2)$$

avec :

$\dot{V}_{hyg, fct f}$  le débit de conception d'alimentation en air neuf qui passe à travers l'échangeur de chaleur sol-air dans la partie fonctionnelle f, en m<sup>3</sup>/h, déterminé selon les principes spécifiés au § 5.6.2.2 ;

$\dot{V}_w$  le débit d'eau à travers l'échangeur de chaleur sol-eau, en m<sup>3</sup>/h ;

$e_{wt}$  l'efficacité de l'échangeur de chaleur sol-eau, telle que déterminée ci-dessous ;



$\theta_{soil,m}$  la température moyenne mensuelle du sol définie en fonction de la profondeur des conduites, telle que déterminée ci-dessous, en °C ;

$\theta_{e,V,cond,m}$  la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation hygiénique lors des calculs de refroidissement déterminée selon Tableau [1], en °C ;

Il faut faire la somme sur toutes les parties fonctionelles desservies par l'échangeur de chaleur sol-air.

Pour la détermination de la température moyenne mensuelle du sol  $\theta_{soil,m}$ , il faut faire une distinction entre les conduites du sol horizontales et verticales :

- conduites horizontales : déduire la température moyenne mensuelle du sol du Tableau [38] ;
- conduites verticales : déterminer la température moyenne mensuelle du sol suivant la formule suivante :

$$\text{Eq. 176 } \theta_{soil,m} = \frac{\theta_{soil,1m,m} + \theta_{soil,2m,m} + \theta_{soil,3m,m} + \theta_{soil,4m,m} + \theta_{soil,5m,m} \cdot (L_{soil/water} - 4)}{L_{soil/water}} \quad (^\circ\text{C})$$

avec :

$\theta_{soil,1m,m}$ ,  $\theta_{soil,2m,m}$ ,  $\theta_{soil,3m,m}$ ,  $\theta_{soil,4m,m}$ ,  $\theta_{soil,5m,m}$  la température moyenne mensuelle du sol à respectivement 1, 2, 3, 4 et 5 m de profondeur, déduite du Tableau [38], en °C ;

$L_{soil/water}$  la profondeur maximale de la conduite dans le sol, en m.

**Tableau [38] : Température moyenne du sol pour la détermination du  $\theta_{soil,m}$**

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
0,5 m	4,2	4,3	5,8	8,8	12,1	15,1	16,8	16,8	15,0	12,1	8,7	5,9
1 m	5,4	5,0	6,0	8,2	11,0	13,8	15,5	16,0	14,9	12,7	9,8	7,2
2 m	7,5	6,5	6,6	7,8	9,6	11,7	13,5	14,5	14,3	13,2	11,3	9,2
3 m	9,0	7,9	7,6	7,9	9,0	10,5	11,9	13,1	13,4	13,1	11,9	10,5
4 m	10,0	9,0	8,5	8,4	8,9	9,8	10,9	11,9	12,5	12,6	12,1	11,2
5 m+	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Pour les profondeurs intermédiaires, la table doit être interpolée.

L'efficacité de l'échangeur de chaleur sol-eau est donnée par :

$$\text{Eq. 177 } e_{sl} = 1 - e^{-\frac{\alpha_{wt} A_{wt}}{160 \cdot \dot{V}_w}} \quad (-)$$

avec :

$\alpha_{wt}$  le coefficient de transmission thermique des conduites dans l'échangeur de chaleur sol-eau, tel que déterminé ci-dessous, en W/(m<sup>2</sup>.K) ;

$A_{wt}$  la surface d'échange des conduites, telle que déterminée ci-dessous, en m<sup>2</sup> ;

$\dot{V}_w$  le débit d'eau à travers l'échangeur de chaleur sol-eau, en  $m^3/h$ .

Le coefficient de transmission thermique des conduites  $\alpha_{wt}$  est déterminé suivant :

$$\text{Eq. 178} \quad \alpha_{wt} = \left( \frac{1}{\alpha_i} + \frac{\ln\left(\frac{D_{\text{tube}} + 2t_{\text{tube}}}{D_{\text{tube}}}\right)}{2\lambda_{\text{tube}}/D_{\text{tube}}} + \frac{\ln\left(\frac{D_{\text{tube}} + 2t_{\text{soil}}}{D_{\text{tube}} + 2t_{\text{tube}}}\right)}{2\lambda_{\text{soil}}/D_{\text{tube}}} \right)^{-1} \quad (\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}))$$

avec :

$\alpha_i$  le coefficient de convection interne de l'écoulement dans la conduite de l'échangeur de chaleur pour le pré-refroidissement, tel que déterminé ci-dessous, en  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  ;

$t_{\text{soil}}$  l'épaisseur du massif de terre autour de la conduite considérée, telle que déterminée ci-dessous, en  $\text{m}$  ;

$D_{\text{tube}}$  le diamètre intérieur de la conduite, en  $\text{m}$  ;

$t_{\text{tube}}$  l'épaisseur de la paroi de la conduite, en  $\text{m}$  ;

$\lambda_{\text{tube}}$  la conductivité thermique de la conduite, en  $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  ;

$\lambda_{\text{soil}}$  la conductivité thermique du sol, considérée égale à 2, en  $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ .

Le coefficient de convection interne est donné par :

**Eq. 179** Pour l'eau :

**Eq. 180** Pour une solution eau/glycol (tous les types) :

$$\alpha_i = 0,43 \cdot \frac{\text{Nu}}{D_{\text{tube}}} \quad (\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}))$$

avec :

$$\text{Eq. 181} \quad \text{Nu} = \left( \text{Nu}_{\text{lam}}^5 + \text{Nu}_{\text{turb}}^5 \right)^{1/5} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 182} \quad \text{Nu}_{\text{lam}} = \left[ 3,66^3 + 1,61^3 \cdot \left( \frac{\text{Re} \cdot \text{Pr} \cdot D_{\text{tube}}}{L_{\text{tube}}} \right) \right]^{1/3} \quad (-)$$

avec :

$$\text{Eq. 183} \quad \text{Nu}_{\text{turb}} = \frac{f_{\text{turb}} \cdot (\text{Re} - 1000) \cdot \text{Pr}}{2 \times \left( 1 + 12,7 \cdot \sqrt{\frac{f_{\text{turb}}}{2}} \cdot (\text{Pr}^{2/3} - 1) \right)} \quad (-)$$

avec :

$$\text{Eq. 184} \quad f_{\text{turb}} = (1,58 \cdot \ln \text{Re} - 3,28)^{-2} \quad (-)$$

avec :

- Pour l'eau :

$$\text{Eq. 185 } Re = 996200 \cdot \frac{4}{3600 \cdot \pi \cdot n_{\text{tube}} \cdot D_{\text{tube}}} \cdot \frac{\dot{V}_w}{D_{\text{tube}}} \quad (-)$$

$$Pr = 7$$

- Pour une solution eau/glycol (tous les types) :

$$\text{Eq. 186 } Re = 624200 \cdot \frac{4}{3600 \cdot \pi \cdot n_{\text{tube}} \cdot D_{\text{tube}}} \cdot \frac{\dot{V}_w}{D_{\text{tube}}} \quad (-)$$

$$Pr = 12,5$$

L'épaisseur du massif de terre autour de la conduite considérée,  $t_{\text{soil}}$ , est donnée par :

$$\text{Eq. 187 } t_{\text{soil}} = \frac{p_{\text{tube}} - D_{\text{tube}}}{2} \text{ si } p_{\text{tube}} - D_{\text{tube}} < 0,5$$

$$t_{\text{soil}} = 0,25 \text{ si } p_{\text{tube}} - D_{\text{tube}} \geq 0,5 \quad (\text{m})$$

avec :

$p_{\text{tube}}$  la distance entre les conduites parallèles, en m ;  
 $D_{\text{tube}}$  le diamètre intérieur de la conduite, en m.

La surface d'échange des conduites  $A_{\text{wt}}$  est donnée par :

$$\text{Eq. 188 } A_{\text{wt}} = \pi \cdot D_{\text{tube}} \cdot L_{\text{tube}} \cdot n_{\text{tube}} \quad (\text{m}^2)$$

$D_{\text{tube}}$  le diamètre intérieur de la conduite, en m ;  
 $L_{\text{tube}}$  la longueur de la conduite, en m ;  
 $n_{\text{tube}}$  le nombre de conduites en parallèle, (-).avec :

### B.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  $r_{\text{precool},i,m}$  devra être déterminé sur base du principe d'équivalence.

#### B.3.1 Efficacité $r_{\text{precool},i,m}$ du système de pré-refroidissement

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

$$\text{Eq. 189 } e_{\text{precool},m} = 0,8 \cdot w_{\text{evap},x} \quad (-)$$

avec :

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

$$\begin{aligned} \text{Eq. 190 } & \text{si } Q_{\text{cool,net},x} \leq 0 \text{ alors } w_{\text{evap},m} = 0 \\ & \text{si } Q_{\text{cool,net},m} > 0 \text{ alors } w_{\text{evap},x} = 1 \end{aligned} \quad (\text{MJ})$$

où :

$$\text{Eq. 191 } Q_{\text{cool,net},m} = \sum Q_{\text{cool,net,sec } i,m} \quad (\text{MJ})$$

avec :

$Q_{\text{cool,net,sec } i,x}$  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 l'unité PEN qui sont reliés au refroidissement par évaporation.

### B.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 [39].

Tableau [39] : Température mensuelle moyenne humide (°C)

Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
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 Détermination de la valeur de référence pour la consommation annuelle caractéristique d'énergie primaire

### C.1 Introduction

Pour la détermination de la valeur de référence de la consommation annuelle caractéristique d'énergie primaire, on suit dans les grandes lignes les mêmes principes de calcul que pour la détermination de la consommation annuelle caractéristique d'énergie primaire. Par conséquent, cette annexe suit la même structure que dans le texte principal et détermine la valeur de référence finale pour la consommation annuelle caractéristique d'énergie primaire dans le dernier paragraphe de la présente annexe, voir § C.5.1.

### C.2 Valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le chauffage, le refroidissement, l'eau chaude sanitaire et l'humidification

#### C.2.1 Valeur de référence pour la température intérieure pour les calculs de chauffage et intermittence

##### C.2.1.1 Chauffage continu

Pour les parties fonctionnelles ayant l'une des fonctions suivantes :

- Hébergement ;
- Soins de santé - Avec occupation nocturne ;
- Soins de santé - Salle d'opération ;
- Installations sportives - Hall de sport / Gymnase ;

on a :

$$\text{Eq. 192 } \theta_{i,\text{heat},f,\text{set } t,\text{ref}} = \theta_{i,\text{heat},f,\text{set } t,\text{avg}} = \theta_{i,\text{heat},f,\text{set } t,\text{setpoint}} \quad (^\circ\text{C})$$

$$\text{Eq. 193 } a_{\text{heat},\text{int},f,m,\text{ref}} = 1 \quad (-)$$

avec :

$\theta_{i,\text{heat},f,\text{set } t,\text{ref}}$	la valeur de référence pour la température intérieure de calcul pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle $f$ , utilisée au § C.2.2 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en $^\circ\text{C}$ ;
$\theta_{i,\text{heat},f,\text{set } t,\text{avg}}$	la température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle $f$ , telle que reprise au Tableau [4], en $^\circ\text{C}$ ;
$\theta_{i,\text{heat},f,\text{set } t,\text{setpoint}}$	la température intérieure de consigne pour le chauffage de la partie fonctionnelle $f$ , telle que reprise au Tableau [4], en $^\circ\text{C}$ ;
$a_{\text{heat},\text{int},f,m,\text{ref}}$	la valeur de référence pour le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence de la partie fonctionnelle $f$ , pour le mois $m$ , (-).

**C.2.1.2 Chauffage quasi-continu****C.2.1.2.1 Inertie faible**

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § C.2.1.1, pour la détermination de la valeur de référence, le chauffage intermittent est considéré comme du chauffage continu si l'inertie de la partie fonctionnelle considérée est assez faible, c'est-à-dire si :

$$\text{Eq. 194 } \tau_{\text{heat, fct } f, \text{ref}} < 0,2 \cdot t_{\text{unocc, min, fct } f} \quad (\text{h})$$

alors on a :

$$\text{Eq. 195 } \theta_{i, \text{heat, fct } f, \text{ref}} = \theta_{i, \text{heat, fct } f, \text{avg}} \quad (^\circ\text{C})$$

$$\text{Eq. 196 } a_{\text{heat, int, fct } f, m, \text{ref}} = 1 \quad (-)$$

où :

$\tau_{\text{heat, fct } f, \text{ref}}$  la valeur de référence pour la constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ , déterminée selon le § C.2.2, en h ;

$t_{\text{unocc, min, fct } f}$  la plus courte période pendant laquelle la partie fonctionnelle  $f$  n'est pas occupée, telle que reprise au Tableau [5], en h ;

$\theta_{i, \text{heat, fct } f, \text{ref}}$  la valeur de référence pour la température intérieure de calcul pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ , utilisée au § C.2.2 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en  $^\circ\text{C}$  ;

$\theta_{i, \text{heat, fct } f, \text{avg}}$  la température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ , telle que reprise au Tableau [4], en  $^\circ\text{C}$  ;

$a_{\text{heat, int, fct } f, m, \text{ref}}$  la valeur de référence pour le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence de la partie fonctionnelle  $f$ , pour le mois  $m$ , (-).

**C.2.1.2.2 Inertie importante**

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § C.2.1.1, pour la détermination de la valeur de référence, le chauffage intermittent est considéré comme du chauffage continu si l'inertie de la partie fonctionnelle considérée est assez importante, c'est-à-dire si :

$$\text{Eq. 197 } \tau_{\text{heat, fct } f, \text{ref}} > 3 \cdot t_{\text{unocc, max, fct } f} \quad (\text{h}) \quad (-)$$

alors on a :

$$\text{Eq. 198 } \theta_{i, \text{heat, fct } f, \text{ref}} = \theta_{i, \text{heat, fct } f, \text{setpoint}} \quad (^\circ\text{C})$$

$$\text{Eq. 199 } a_{\text{heat, int, fct } f, m, \text{ref}} = 1 \quad (-)$$

où :

$\tau_{\text{heat, fct } f, \text{ref}}$	la valeur de référence pour la constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle $f$ , déterminée selon le § C.2.2, en h ;
$t_{\text{unocc, max, fct } f}$	la plus longue période pendant laquelle la partie fonctionnelle $f$ n'est pas occupée, telle que reprise au Tableau [5], en h ;
$\theta_{i, \text{heat, fct } f, \text{ref}}$	la valeur de référence pour la température intérieure de calcul pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle $f$ , utilisée au § C.2.2 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;
$\theta_{i, \text{heat, fct } f, \text{setpoint}}$	la température intérieure de consigne pour le chauffage de la partie fonctionnelle $f$ , telle que reprise au Tableau [4], en °C ;
$a_{\text{heat, int, fct } f, m, \text{ref}}$	la valeur de référence pour le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence de la partie fonctionnelle $f$ , pour le mois $m$ , (-).

### C.2.1.3 Chauffage intermittent

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § C.2.1.1 et pour lesquelles aucune des conditions des § C.2.1.2.1 (Eq. 194) ou § C.2.1.2.2 (Eq. 197) n'est remplie, on a :

$$\text{Eq. 200 } \theta_{i, \text{heat, fct } f, \text{ref}} = \theta_{i, \text{heat, fct } f, \text{setpoint}} \quad (^\circ\text{C})$$

et :

$$\text{Eq. 201 } a_{\text{heat, int, fct } f, m, \text{ref}} = \max \left[ f_{\text{heat, fct } f} ; 1 - 3 \cdot \left( \frac{\tau_{0, \text{heat}}}{\tau_{\text{heat, fct } f, \text{ref}}} \right) \cdot Y_{\text{heat, fct } f, m, \text{ref}} \cdot (1 - f_{\text{heat, fct } f}) \right] \quad (-)$$

où :

$\theta_{i, \text{heat, fct } f, \text{ref}}$	la valeur de référence pour la température intérieure de calcul pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle $f$ , utilisée au § C.2.2 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;
$\theta_{i, \text{heat, fct } f, \text{setpoint}}$	la température intérieure de consigne pour le chauffage de la partie fonctionnelle $f$ , telle que reprise au Tableau [4], en °C ;
$a_{\text{heat, int, fct } f, m, \text{ref}}$	la valeur de référence pour le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence de la partie fonctionnelle $f$ , pour le mois $m$ , (-) ;
$f_{\text{heat, fct } f}$	la fraction du nombre d'heure d'occupation par semaine pendant laquelle la partie fonctionnelle $f$ est chauffée à la température de consigne (sans réduction). Cette fraction est égale à la fraction de temps conventionnelle pendant laquelle des personnes sont présentes dans la partie fonctionnelle $f$ , $f_{\text{pres, fct } f}$ , et est reprise au Tableau [2], (-) ;
$\tau_{0, \text{heat}}$	une constante, reprise au Tableau [3], en h ;
$\tau_{\text{heat, fct } f, \text{ref}}$	la valeur de référence pour la constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle $f$ , déterminée selon le § C.2.2, en h ;



$Y_{\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour le rapport mensuel gain-déperdition de la partie fonctionnelle  $f$ , déterminé selon le § C.2.2, (-).

### C.2.2 Valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le chauffage

On détermine la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage par secteur énergétique comme suit :

$$\text{Eq. 202 } Q_{\text{heat},\text{net},\text{sec } i,m,\text{ref}} = \sum_i Q_{\text{heat},\text{net},\text{int},\text{fct } f,m,\text{ref}} \quad (\text{MJ})$$

où :

$$\text{Eq. 203 } Q_{\text{heat},\text{net},\text{int},\text{fct } f,m,\text{ref}} = a_{\text{heat},\text{int},\text{fct } f,m,\text{ref}} \cdot Q_{\text{heat},\text{net},\text{fct } f,m,\text{ref}} \quad (\text{MJ})$$

avec :

$Q_{\text{heat},\text{net},\text{sec } i,m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le chauffage, en tenant compte de l'intermittence, du secteur énergétique  $i$ , pour le mois  $m$ , en MJ ;

$Q_{\text{heat},\text{net},\text{int},\text{fct } f,m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le chauffage, tenant compte de l'intermittence, de la partie fonctionnelle  $f$ , pour le mois  $m$ , en MJ ;

$a_{\text{heat},\text{int},\text{fct } f,m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence de la partie fonctionnelle  $f$ , pour le mois  $m$ , calculé selon le § C.2.1, (-) ;

$Q_{\text{heat},\text{net},\text{fct } f,m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour les besoins net en énergie pour le chauffage, sans tenir compte de l'intermittence, de la partie fonctionnelle  $f$ , pour le mois  $m$ , déterminés comme mentionné ci-dessous, en MJ.

Il faut faire une sommation sur toutes les parties fonctionnelles  $f$  du secteur énergétique  $i$ .

Particularité de la fonction "Locaux techniques" : la valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le chauffage tenant compte de l'intermittence des parties fonctionnelles ayant cette fonction,  $Q_{\text{heat},\text{net},\text{int},\text{fct } f,m,\text{ref}}$ , est considérée être nulle durant toute l'année.

Particularité de la fonction "Enseignement" : la valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le chauffage tenant compte de l'intermittence des parties fonctionnelles ayant cette fonction,  $Q_{\text{heat},\text{net},\text{int},\text{fct } f,m,\text{ref}}$ , est considérée être nulle durant les mois de juillet et d'août.

On détermine la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage, sans tenir compte de l'intermittence, par partie fonctionnelle comme suit :

**Eq. 204** Si  $Y_{\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}}$  est supérieur ou égal à 2,5, ou inférieur à 0, on a :

$$Q_{\text{heat},\text{net},\text{fct } f,m,\text{ref}} = 0 \quad (\text{MJ})$$

Si  $Y_{\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}}$  est inférieur à 2,5 et supérieur ou égal à 0, on a :

$$Q_{\text{heat},\text{net},\text{fct } f,m,\text{ref}} = Q_{L,\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}} - \eta_{\text{util},\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}} \cdot Q_{g,\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}}$$

(MJ)

avec :

$$\text{Eq. 205 } Q_{L,\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}} = Q_{T,\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}} + Q_{V,\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 206 } Q_{J,\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}} = Q_{T,\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}} + Q_{s,\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}} \quad (\text{MJ})$$

où :

$Y_{\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour le rapport mensuel gain-déperdition de la partie fonctionnelle  $f$ , comme déterminé ci-dessous, (-) ;

$Q_{\text{heat},\text{net},\text{fct } f,m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour le besoin net en énergie pour le chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ , sans tenir compte de l'intermittence, pour le mois  $m$ , en MJ ;

$Q_{L,\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour la déperdition de chaleur mensuelle par transmission et ventilation de la partie fonctionnelle  $f$  pour le calcul du chauffage, en MJ ;

$\eta_{\text{util},\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour le taux d'utilisation mensuel des gains de chaleur de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de chauffage, tel que déterminé ci-après, (-) ;

$Q_{g,\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour les gains de chaleur mensuels par ensoleillement et par production de chaleur interne de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de chauffage, en MJ ;

$Q_{T,\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour la déperdition de chaleur mensuelle par transmission de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de chauffage, tel que déterminé ci-après, en MJ ;

$Q_{V,\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de chauffage, tel que déterminée ci-après, en MJ ;

$Q_{i,\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de chauffage, déterminée selon le § C.2.6, en MJ ;

$Q_{s,\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour le gain de chaleur solaire mensuel de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § C.2.7, en MJ.

et :

$$\text{Eq. 207 } Q_{T,\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}} = H_{T,\text{fct } f,\text{ref}} \cdot (\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}} - \theta_{e,m}) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 208 } Q_{V,\text{heat},\text{fct } f,m,\text{ref}} = H_{V,\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}} \cdot (\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}} - \theta_{e,m}) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

où :

$H_{T,\text{fct } f,\text{ref}}$  la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle  $f$ , déterminé selon le § C.2.4, en W/K ;

$H_{V,\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}}$  la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § C.2.5.1, en W/K ;

$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}}$  la valeur de référence pour la température intérieure de calcul de la partie fonctionnelle  $f$  pour la détermination du besoin énergétique pour le chauffage, déterminée au § C.2.1, en °C ;

$\theta_{e,m}$  la température extérieure moyenne mensuelle, reprise au Tableau [1], en °C ;  
 $t_m$  la durée du mois, reprise au Tableau [1], en Ms.

On calcule la valeur de référence du taux d'utilisation pour le chauffage par partie fonctionnelle et par mois,  $\eta_{util,heat,tot f,m,ref}$ , comme suit :

$$\text{Eq. 209 Si } Y_{heat,tot f,m,ref} \neq 1 : \eta_{util,heat,tot f,m,ref} = \frac{1 - (Y_{heat,tot f,m,ref})^{a_{ref}}}{1 - (Y_{heat,tot f,m,ref})^{a_{ref} + 1}} \quad (-)$$

$$\text{si } Y_{heat,tot f,m,ref} = 1 : \eta_{util,heat,tot f,m,ref} = \frac{a_{ref}}{a_{ref} + 1} \quad (-)$$

où la valeur de référence du rapport mensuel gain-déperdition par partie fonctionnelle et par mois,  $Y_{heat,tot f,m,ref}$  est défini comme :

$$\text{Eq. 210 } Y_{heat,tot f,m,ref} = \frac{Q_{d,heat,tot f,m,ref}}{Q_{L,heat,tot f,m,ref}} \quad (-)$$

où, si  $Q_{L,heat,tot f,m,ref}$  est nulle,  $Y_{heat,tot f,m,ref}$  n'est pas calculé et la valeur de  $Q_{heat,tot f,m,ref}$  est fixée à 0.

et où la valeur de référence du paramètre numérique  $a$  relatif à la partie fonctionnelle  $f$  est donné par :

$$\text{Eq. 211 } a_{ref} = a_{L,heat} + \frac{T_{heat,tot f,ref}}{T_{0,heat}} \quad (-)$$

avec, comme valeur de référence pour la constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ ,  $T_{heat,tot f,ref}$  en h :

$$\text{Eq. 212 } T_{heat,tot f,ref} = \frac{C_{tot f,ref}}{3,6 \cdot (H_{T,tot f,ref} + H_{V,heat,tot f,ref})} \quad (h)$$

où :

$a_{0,heat}$  une constante, reprise au Tableau [3], (-) ;  
 $T_{0,heat}$  une constante, reprise au Tableau [3], en h ;  
 $C_{tot f,ref}$  la valeur de référence pour la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle  $f$ , déterminée selon le § C.2.8, en kJ/K ;  
 $H_{T,tot f,ref}$  la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § C.2.4, en kJ/K ;  
 $H_{V,heat,tot f,ref}$  la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § C.2.5.1, en kJ/K.

### C.2.3 Valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le refroidissement

On détermine la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement par secteur énergétique comme suit :

$$\text{Eq. 213 } Q_{\text{cool,net,sec } i,m,\text{ref}} = \sum_f Q_{\text{cool,net,fct } f,m,\text{ref}} \quad (\text{MJ})$$

avec :

$Q_{\text{cool,net,sec } i,m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique  $i$ , pour le mois  $m$ , en MJ ;

$Q_{\text{cool,net,fct } f,m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$ , pour le mois  $m$ , comme déterminés ci-dessous, en MJ.

Il faut faire une sommation sur toutes les parties fonctionnelles  $f$  du secteur énergétique  $i$ .

Particularité de la fonction "Sauna/Piscine" et "Locaux techniques" : la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement des parties fonctionnelles ayant l'une de ces fonctions,  $Q_{\text{cool,net,fct } f,m,\text{ref}}$  est considérée être nulle durant toute l'année.

Particularité de la fonction "Enseignement" : la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement des parties fonctionnelles ayant cette fonction,  $Q_{\text{cool,net,fct } f,m,\text{ref}}$  est considérée être nulle durant les mois de juillet et d'août.

On détermine la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement par partie fonctionnelle comme suit :

**Eq. 214** Si  $\lambda_{\text{cool,fct } f,m,\text{ref}}$  est supérieur ou égal à 2,5, on a :

$$Q_{\text{cool,net,fct } f,m,\text{ref}} = 0 \quad (\text{MJ})$$

Si  $\lambda_{\text{cool,fct } f,m,\text{ref}}$  est inférieur à 2,5, on a :

$$Q_{\text{cool,net,fct } f,m,\text{ref}} = 1,1 \cdot (Q_{g,\text{cool,fct } f,m,\text{ref}} - \eta_{\text{util,cool,fct } f,m,\text{ref}} \cdot Q_{L,\text{cool,fct } f,m,\text{ref}}) \quad (\text{MJ})$$

avec :

$$\text{Eq. 215 } Q_{g,\text{cool,fct } f,m,\text{ref}} = Q_{i,\text{cool,fct } f,m,\text{ref}} + Q_{s,\text{cool,fct } f,m,\text{ref}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 216 } Q_{L,\text{cool,fct } f,m,\text{ref}} = Q_{I,\text{cool,fct } f,m,\text{ref}} + Q_{V,\text{cool,fct } f,m,\text{ref}} \quad (\text{MJ})$$

où :

$\lambda_{\text{cool,fct } f,m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour le rapport mensuel déperdition-gain de la partie fonctionnelle  $f$ , comme déterminé ci-dessous, (-) ;

$Q_{\text{cool,net,fct } f,m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour le besoin mensuel net en énergie pour le refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$ , en MJ ;

$Q_{0,cool,fct f,m,ref}$	la valeur de référence pour les gains de chaleur mensuels de la partie fonctionnelle f par ensoleillement et production de chaleur interne pour les calculs de refroidissement, en MJ ;
$\eta_{util,cool,fct f,m,ref}$	la valeur de référence pour le taux d'utilisation mensuel pour les déperditions de chaleur de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que déterminé ci-après, (-);
$Q_{L,cool,fct f,m,ref}$	la valeur de référence pour la déperdition de chaleur mensuelle par transmission et ventilation de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, en MJ ;
$Q_{C,cool,fct f,m,ref}$	la valeur de référence pour la déperdition de chaleur mensuelle par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée ci-après, en MJ ;
$Q_{V,cool,fct f,m,ref}$	la valeur de référence pour la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée ci-après, en MJ ;
$Q_{i,cool,fct f,m,ref}$	la valeur de référence pour la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminée selon le § C.2.6, en MJ ;
$Q_{s,cool,fct f,m,ref}$	la valeur de référence pour le gain de chaleur solaire mensuel de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § C.2.7, en MJ.

et :

$$\text{Eq. 217 } Q_{T,cool,fct f,m,ref} = H_{T,fct f,ref} \cdot (\theta_{i,cool,fct f} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 218 } Q_{V,cool,fct f,m,ref} = \left[ H_{V,ext,cool,fct f,m,ref} (\theta_{i,cool,fct f} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) \right] + H_{V,hyg,cool,fct f,m,ref} (\theta_{i,cool,fct f} - \theta_{e,V,cool,m}) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

où :

$H_{T,fct f,ref}$	la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § C.2.4, en W/K ;
$H_{V,ext,cool,fct f,m,ref}$	la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique mensuel par in/exfiltration et par ventilation additionnelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § C.2.5.2.1, en W/K ;
$H_{V,hyg,cool,fct f,m,ref}$	la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § C.2.5.2.2, en W/K ;
$\theta_{i,cool,fct f}$	la valeur de référence pour la température intérieure de calcul de la partie fonctionnelle f pour la détermination du besoin en énergie pour le refroidissement, reprise au Tableau [6] ci-dessous, en °C ;
$\theta_{e,m}$	la température extérieure moyenne mensuelle, reprise au Tableau [1], en °C ;
$\Delta\theta_{e,m}$	une hausse de la température extérieure moyenne mensuelle pour le calcul du besoin en énergie pour le refroidissement, égale par hypothèse à 2°C ;

$\theta_{e,v,cool,1h}$	la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement reprise du Tableau [1], en °C ;
$t_m$	la durée du mois reprise au Tableau [1], en Ms.

On calcule la valeur de référence du taux d'utilisation pour le refroidissement par partie fonctionnelle et par mois,  $\eta_{util,cool,est t,m,ref}$ , comme suit :

$$\text{Eq. 219 Si } \lambda_{cool,est t,m,ref} \neq 1 : \eta_{util,cool,est t,m,ref} = \frac{1 - (\lambda_{cool,est t,m,ref})^{b_{m,ref}}}{1 - (\lambda_{cool,est t,m,ref})^{b_{m,ref} - 1}} \quad (-)$$

$$\text{Si } \lambda_{cool,est t,m,ref} = 1 : \eta_{util,cool,est t,m,ref} = \frac{b_{m,ref}}{b_{m,ref} + 1} \quad (-)$$

où la valeur de référence du rapport mensuel déperdition-gain par partie fonctionnelle,  $\lambda_{cool,est t,m,ref}$ , est défini comme suit :

$$\text{Eq. 220 } \lambda_{cool,est t,m,ref} = \frac{Q_{d,cool,est t,m,ref}}{Q_{g,cool,est t,m,ref}} \quad (-)$$

et où la valeur de référence du paramètre numérique  $b_{m,ref}$  relatif à la partie fonctionnelle  $f$  est donné par :

$$\text{Eq. 221 } b_{m,ref} = b_{0,cool} + \frac{\tau_{cool,est t,m,ref}}{\tau_{0,cool}} \quad (-)$$

avec, comme valeur de référence pour la constante de temps mensuelle pour le refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$ ,  $\tau_{cool,est t,m,ref}$  :

$$\text{Eq. 222 } \tau_{cool,est t,m,ref} = \frac{C_{fct f,ref}}{3,6 \cdot (H_{T,est t,ref} + H_{V,ext,cool,est t,m,ref} + H_{V,hyg,cool,est t,m,ref})} \quad (h)$$

où :

$b_{0,cool}$	une constante, reprise au Tableau [3], (-) ;
$\tau_{0,cool}$	une constante, reprise au Tableau [3], en h ;
$C_{fct f,ref}$	la valeur de référence pour la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle $f$ , déterminée selon le § C.2.8, en kJ/K ;
$H_{T,est t,ref}$	la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § C.2.4, en W/K ;
$H_{V,ext,cool,est t,m,ref}$	la valeur de référence pour le coefficient mensuel de transfert thermique par in/exfiltration et par ventilation additionnelle de la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de refroidissement déterminé selon le § C.2.5.2.1, en W/K ;
$H_{V,hyg,cool,est t,m,ref}$	la valeur de référence pour le coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de refroidissement déterminé selon le § C.2.5.2.2, en W/K.

#### C.2.4 Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission par partie fonctionnelle

On détermine la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle  $f$  comme suit :

$$\text{Eq. 223 } H_{T,fcf,ref} = H_{T,fcf,ref}^{constructions} + H_{T,fcf,ref}^{fonctions} \quad (\text{W/K})$$

avec :

$H_{T,fcf,ref}^{constructions}$  la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission à travers les parois de la surface de déperdition de la partie fonctionnelle  $f$ , déterminée comme ci-dessous, en W/K ;

$H_{T,fcf,ref}^{fonctions}$  la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission à travers les nœuds constructifs de la surface de déperdition de la partie fonctionnelle  $f$ , déterminée comme ci-dessous, en W/K.

On calcule la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission à travers les parois de la partie fonctionnelle  $f$  comme suit :

$$\text{Eq. 224 } H_{T,fcf,ref}^{constructions} = f_{form} \cdot \left( 0,5 \cdot A_{T,E,fcf,op} + 2 \cdot f_{tr,fcf} \cdot A_{T,E,fcf,tr} \right) \quad (\text{W/K})$$

avec :

$H_{T,fcf,ref}^{constructions}$  la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission à travers les parois de la surface de déperdition de la partie fonctionnelle  $f$ , déterminée comme ci-dessous en W/K ;

$f_{form}$  un facteur qui prend en compte une efficacité de forme différente pour le volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle  $f$  se trouve, comme déterminé ci-dessous, (-) ;

$A_{T,E,fcf,op}$  la surface totale de toutes les parois opaques qui enveloppent la partie fonctionnelle  $f$  et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique<sup>13</sup>, en m<sup>2</sup> ;

$f_{tr,fcf}$  un facteur qui tient compte d'une proportion différente de parois transparentes dans la partie fonctionnelle  $f$ , comme déterminé ci-dessous, (-) ;

$A_{T,E,fcf,tr}$  la surface totale de toutes les parois transparentes qui enveloppent la partie fonctionnelle  $f$  et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique<sup>13</sup>, en m<sup>2</sup>.

On calcule la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission à travers les nœuds constructifs de la surface de déperdition de la partie fonctionnelle  $f$  comme suit :

<sup>13</sup> Par conséquent, seules les constructions qui constituent la séparation entre la partie fonctionnelle  $f$  et des espaces contigus chauffés ne sont pas prises en considération dans la détermination de  $A_{T,E,fcf,op}$ ,  $A_{T,E,fcf,tr}$ ,  $A_{T,E,fcf}$  et  $A_{T,E,vol}$ .



$$\text{Eq. 225 } H_{T, fctf, ref}^{junctions} = f_{form} \cdot \Delta U_{ref} \cdot A_{T, E, fctf} \quad (\text{W/K})$$

où :

$$\text{Eq. 226 si } C \leq 1 : \Delta U_{ref} = \frac{\Delta K_{ref}}{100} \quad (\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)})$$

$$\text{si } 1 < C < 4 : \Delta U_{ref} = \frac{\Delta K_{ref} \cdot (C+2)}{300} \quad (\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)})$$

$$\text{si } 4 \leq C : \Delta U_{ref} = \frac{\Delta K_{ref}}{50} \quad (\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)})$$

et :

$$\text{Eq. 227 } C = \frac{V_{vol}}{A_{T, E, vol}} \quad (\text{m})$$

avec :

$H_{T, fctf, ref}^{junctions}$  la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission à travers les nœuds constructifs de la surface de déperdition de la partie fonctionnelle  $f$ , déterminée comme ci-dessous en W/K ;

$f_{form}$  un facteur qui prend en compte une efficacité de forme différente pour le volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle  $f$  se trouve, comme déterminé ci-dessous, (-) ;

$A_{T, E, fctf}$  la surface totale de toutes les parois qui enveloppent la partie fonctionnelle  $f$  et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique<sup>13</sup>, en  $\text{m}^2$  ;

$\Delta U_{ref}$  la valeur de référence pour le supplément sur le coefficient de transfert thermique de toutes les parois du volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle  $f$  se trouve pour tenir compte de l'impact des nœuds constructifs, en  $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  ;

$\Delta K_{ref}$  la valeur de référence pour le supplément sur le niveau d'isolation global du volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle  $f$  se trouve, pour tenir compte de l'impact des nœuds constructifs, égale à 3, (-) ;

$C$  la compacité du volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle  $f$  se trouve, en  $\text{m}$  ;

$V_{vol}$  le volume du volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle  $f$  se trouve, en  $\text{m}^3$  ;

$A_{T, E, vol}$  la surface totale de toutes les parois qui enveloppent le volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle  $f$  se trouve et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique<sup>13</sup>, en  $\text{m}^2$ .

On calcule le facteur qui tient compte d'une efficacité de forme différente,  $f_{form}$  comme suit :

$$\text{Eq. 228 } f_{form} = \min \left[ 1; \frac{12}{A_{T, E, vol}} \cdot (V_{vol})^{\frac{2}{3}} \right] \quad (-)$$

avec :

$f_{\text{form}}$	un facteur qui prend en compte une efficacité de forme différente pour le volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle $f$ se trouve, (-) ;
$A_{T,E,\text{vol}}$	la surface totale de toutes les parois qui enveloppent le volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle $f$ se trouve et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique <sup>13</sup> , en $\text{m}^2$ ;
$V_{\text{vol}}$	le volume du volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle $f$ se trouve, en $\text{m}^3$ .

On calcule le facteur qui tient compte d'une proportion différente de parois transparentes dans la partie fonctionnelle  $f$ ,  $f_{\text{tr, tot } f}$ , comme suit :

**Eq. 229** Si  $A_{T,E,\text{tot } f,\text{tr}}$  est égal à 0, on a :  $f_{\text{tr,tot } f} = 1$  (-)

Si  $A_{T,E,\text{tot } f,\text{tr}}$  est supérieur à 0, on a :

$$f_{\text{tr,tot } f} = \min\left(1; \frac{A_{T,E,\text{tot } f,\text{tr,ref}}}{A_{T,E,\text{tot } f,\text{tr}}}\right) + 0,25 \cdot \left[1 - \min\left(1; \frac{A_{T,E,\text{tot } f,\text{tr,ref}}}{A_{T,E,\text{tot } f,\text{tr}}}\right)\right] \quad (-)$$

où :

**Eq. 230**  $A_{T,E,\text{tot } f,\text{tr,ref}} = 0,30 \cdot A_{s,\text{tot } f}$  ( $\text{m}^2$ )

avec :

$f_{\text{tr,tot } f}$	un facteur qui tient compte d'une proportion différente de parois transparentes dans la partie fonctionnelle $f$ , (-) ;
$A_{T,E,\text{tot } f,\text{tr,ref}}$	la valeur de référence de la surface totale de toutes les parois transparentes qui enveloppent la partie fonctionnelle $f$ et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique, en $\text{m}^2$ ;
$A_{T,E,\text{tot } f,\text{tr}}$	la surface totale de toutes les parois transparentes qui enveloppent la partie fonctionnelle $f$ et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique <sup>13</sup> , en $\text{m}^2$ ;
$A_{s,\text{tot } f}$	la surface d'utilisation de la partie fonctionnelle $f$ , en $\text{m}^2$ .

## C.2.5 Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation et par in/exfiltration par partie fonctionnelle

### C.2.5.1 Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle

On calcule la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation, pour les calculs de chauffage, par partie fonctionnelle, comme suit :

**Eq. 231**  $H_{V,\text{heat,tot } f,\text{ref}} = H_{V,\text{in/exfil},\text{heat,tot } f,\text{ref}} + H_{V,\text{hyq},\text{heat,tot } f,\text{ref}}$  (W/K)

avec :

$H_{V,\text{heat,tot } f,\text{ref}}$	la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle $f$ , en W/K ;
---------------------------------------	---

$H_{V, \text{in/exfiltr}, \text{heat}, \text{fct } f, \text{ref}}$  la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ , déterminé selon le § C.2.5.2.1, en W/K ;

$H_{V, \text{hyg}, \text{heat}, \text{fct } f, \text{ref}}$  la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle  $f$ , déterminé selon le § C.2.5.2.2, en W/K.

**C.2.5.1.1** Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle

On calcule la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle comme suit :

$$\text{Eq. 232 } H_{V, \text{in/exfiltr}, \text{heat}, \text{fct } f, \text{ref}} = 0,16 \cdot f_{\text{form}} \cdot A_{I, E, \text{fct } f} \quad (\text{W/K})$$

avec :

$H_{V, \text{in/exfiltr}, \text{heat}, \text{fct } f, \text{ref}}$  la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de chauffage, en W/K ;

$f_{\text{form}}$  un facteur qui prend en compte une efficacité de forme différente pour le volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle  $f$  se trouve, comme déterminé au § C.2.4, (-) ;

$A_{I, E, \text{fct } f}$  la surface totale de toutes les parois qui enveloppent la partie fonctionnelle  $f$  et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique<sup>13</sup> (voir aussi § C.2.4), en m<sup>2</sup>.

**C.2.5.1.2** Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation hygiénique pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle

On détermine la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation hygiénique pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle comme suit :

$$\text{Eq. 233 } H_{V, \text{hyg}, \text{heat}, \text{fct } f, \text{ref}} = 0,34 \cdot f_{\text{vent}, \text{heat}, \text{fct } f} \cdot \sum_r \dot{V}_{\text{hyg}, \text{min}, \text{mur}} + 0,22 \cdot f_{\text{vent}, \text{heat}, \text{fct } f} \cdot \sum_r (\dot{V}_{\text{hyg}, \text{mur}} - \dot{V}_{\text{hyg}, \text{air}, \text{mur}}) \quad (\text{W/K})$$

avec :

$H_{V, \text{hyg}, \text{heat}, \text{fct } f, \text{ref}}$  la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de chauffage, en W/K ;

$f_{\text{vent}, \text{heat}, \text{fct } f}$  la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service dans la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de chauffage, tel que repris au Tableau [7], (-) ;

$\dot{V}_{\text{hyg}, \text{min}, \text{mur}}$  le débit minimum de conception d'alimentation en air neuf de l'espace  $r$ , tel que défini par l'annexe C.3 au présent arrêté, conforme au débit de conception exigé, en supposant qu'il est interdit de fumer et que le bâtiment est peu

polluant, en m<sup>3</sup>/h. Pour un espace spécial visé au §6.4 de l'annexe C.3 au présent arrêté, alors  $\dot{V}_{\text{hyg,min},r}$  est pris égal à  $\dot{V}_{\text{hyg},r}$  ;

$\dot{V}_{\text{hyg,min}}$

le débit de conception d'alimentation en air neuf de l'espace r pour lequel l'installation est conçue, en m<sup>3</sup>/h.

Si le débit de conception d'alimentation en air neuf dans un espace est inférieur à la valeur minimale telle que définie par l'annexe C.3 au présent arrêté, on calcule  $H_{v,\text{ref}}$  s'effectue avec le débit minimal exigé. Cette règle n'est toutefois pas d'application pour les espaces spéciaux visés au §6.4 de l'annexe C.3 au présent arrêté.

Il faut faire une sommation sur toutes les espaces r de la partie fonctionnelle f.

### C.2.5.2 Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation pour les calculs de refroidissement par partie fonctionnelle

#### C.2.5.2.1 Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de refroidissement par partie fonctionnelle

On détermine la valeur de référence pour le coefficient mensuel de transfert thermique par in/exfiltration et ventilation additionnelle pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f comme suit :

$$\text{Eq. 234 } H_{v,\text{ext,cool,fct } f,\text{ref}} = 0 \quad (\text{W/K})$$

avec :

$H_{v,\text{ext,cool,fct } f,\text{ref}}$  la valeur de référence pour le coefficient mensuel de transfert thermique par in/exfiltration et par ventilation additionnelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, en W/K.

#### C.2.5.2.2 Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement par partie fonctionnelle

On détermine la valeur de référence pour le coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f comme suit :

$$\text{Eq. 235 } H_{v,\text{hyg,cool,fct } f,\text{ref}} = 0,34 \cdot f_{\text{vent,heat,fct } f} \cdot \sum_r \dot{V}_{\text{hyg},r} \quad (\text{W/K})$$

avec :

$H_{v,\text{hyg,cool,fct } f,\text{ref}}$  la valeur de référence pour le coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, en W/K ;

$f_{\text{vent,heat,fct } f}$  la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, tel que repris au Tableau [7], (-) ;

$\dot{V}_{\text{hyg},r}$

le débit de conception d'alimentation en air neuf de l'espace r pour lequel l'installation est conçue, en m<sup>3</sup>/h.

Si le débit de conception d'alimentation en air neuf dans un espace est inférieur à la valeur minimale telle que définie par l'annexe C.3 au présent arrêté, on calcule  $H_{v,ref}$  s'effectue avec le débit minimal exigé. Cette règle n'est toutefois pas d'application pour les espaces spéciaux visés au §6.4 de l'annexe C.3 au présent arrêté.

Il faut faire une sommation sur toutes les espaces  $r$  de la partie fonctionnelle  $f$ .

### C.2.6 Valeur de référence pour la production de chaleur interne

On détermine la valeur de référence pour la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de chauffage et les calculs de refroidissement comme suit :

$$\text{Eq. 236 } Q_{i,heat,tot f,m,ref} = \Phi_{i,heat,tot f,m,ref} \cdot t_a \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 237 } Q_{i,cool,tot f,m,ref} = \Phi_{i,cool,tot f,m,ref} \cdot t_x \quad (\text{MJ})$$

où :

$$\text{Eq. 238 } \Phi_{i,heat,tot f,m,ref} = 0,8 \cdot \left( q_{i,pers,tot f} \cdot f_{real,tot f} \cdot f_{pres,tot f} \cdot n_{design,tot f} + q_{i,app,tot f} \cdot A_{i,tot f} \right) + W_{light,tot f,m,ref} \cdot 3,6/t_m + 0,8 \cdot W_{fans,tot f,m,ref} \cdot 3,6/t_x \quad (\text{W})$$

$$\text{Eq. 239 } \Phi_{i,cool,tot f,m,ref} = \left( q_{i,pers,tot f} \cdot f_{real,tot f} \cdot f_{pres,tot f} \cdot n_{design,tot f} + q_{i,app,tot f} \cdot A_{i,tot f} \right) + W_{light,tot f,m,ref} \cdot 3,6/t_m + 0,6 \cdot W_{fans,tot f,m,ref} \cdot 3,6/t_m \quad (\text{W})$$

où :

$Q_{i,heat,tot f,m,ref}$  la valeur de référence pour la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de chauffage, en MJ ;

$Q_{i,cool,tot f,m,ref}$  la valeur de référence pour la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de refroidissement, en MJ ;

$\Phi_{i,heat,tot f,m,ref}$  la valeur de référence pour le flux de chaleur moyen, dû à la production de chaleur interne dans la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de chauffage, en W ;

$\Phi_{i,cool,tot f,m,ref}$  la valeur de référence pour le flux de chaleur moyen, dû à la production de chaleur interne dans la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de refroidissement, en W ;

$q_{i,pers,tot f}$  la production de chaleur interne spécifique moyenne dans la partie fonctionnelle  $f$ , résultant des personnes, reprise au Tableau [8], en W/pers ;

$f_{real,tot f}$  le rapport conventionnel entre l'occupation réelle moyenne pendant les heures d'utilisation et l'occupation maximale de conception, de la partie fonctionnelle  $f$ , repris au Tableau [8], (-) ;

$f_{pres, fct f}$	la fraction de temps conventionnelle pendant laquelle des personnes sont présentes dans le bâtiment, reprise au Tableau [2], (-) ;
$n_{design, fct f}$	le nombre de personnes qui se trouvent dans la partie fonctionnelle f considérée conformément à l'occupation maximale pour laquelle les systèmes de ventilation ont été conçus, (-) ;
$q_{i, app, fct f}$	la production interne spécifique moyenne de chaleur dans la partie fonctionnelle f considérée, résultant des équipements, reprise au Tableau [8], en W/m <sup>2</sup> ;
$A_{f, fct f}$	la surface d'utilisation de la partie fonctionnelle f considérée, en m <sup>2</sup> ;
$W_{light, fct f, m, ref}$	la valeur de référence pour la production de chaleur interne mensuelle dans la partie fonctionnelle f considérée, fournie par l'éclairage, déterminée selon le § C.4, en kWh ;
$W_{fans, fct f, m, ref}$	la valeur de référence pour la production de chaleur interne dans la partie fonctionnelle f considérée, fournie par les ventilateurs, en kWh, déterminée selon le § C.3.1, en kWh ;
$t_m$	la durée du mois, reprise au Tableau [1], en Ms.

### C.2.7 Valeur de référence pour les gains de chaleur solaires

On détermine la valeur de référence pour les gains de chaleur solaires mensuels par partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage  $Q_{s, heat, fct f, m, ref}$  et pour les calculs de refroidissement  $Q_{s, cool, fct f, m, ref}$ , comme suit :

$$Q_{s, heat, fct f, m, ref} = f'_{tr, fct f} \cdot 0,95 \cdot g_{fct f, ref} \cdot \sum_{j=1} (a_{c, m, j, ref} \cdot F_{c, fct f, ref} + (1 - a_{c, m, j, ref})) \cdot A_{w, d, j} \cdot I_{s, m, j, shad, ref} \quad (MJ) \quad \text{Eq. 240}$$

$$Q_{s, cool, fct f, m, ref} = f'_{tr, fct f} \cdot 0,95 \cdot g_{fct f, ref} \cdot \sum_{j=1} (a_{c, m, j, ref} \cdot F_{c, fct f, ref} + (1 - a_{c, m, j, ref})) \cdot A_{w, d, j} \cdot I_{s, m, j, shad, ref} \quad (MJ) \quad \text{Eq. 241}$$

avec :

$Q_{s, heat, fct f, m, ref}$	la valeur de référence pour les gains de chaleur solaires mensuels par partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, en MJ ;
$f'_{tr, fct f}$	un facteur qui tient compte d'une proportion différente de parois transparentes dans partie fonctionnelle f, comme déterminé ci-dessous, (-) ;
$g_{fct f, ref}$	la valeur de référence pour la moyenne des facteurs solaires mensuels des fenêtres de la partie fonctionnelle f, sans tenir compte de l'impact des protections solaires, reprise au Tableau [41], (-) ;
$F_{c, fct f, ref}$	la valeur de référence pour la moyenne des facteurs de réduction pour protection solaire des fenêtres de la partie fonctionnelle f, sans tenir compte de l'impact des protections solaires, reprise au Tableau [41], (-) ;

$a_{0,0,i,L=1}$	la valeur de référence pour le facteur d'utilisation mensuel de la protection solaire de la fenêtre $j$ , déterminé selon le Tableau [9] pour une commande manuelle, (-) ;
$A_{0,d,j}$	de oppervlakte van de dagopening van venster $j$ , in $m^2$ ;
$I_{0,m,j,cha0,ref}$	la valeur de référence pour l'ensoleillement sur la fenêtre $j$ pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage d'obstacles fixes, déterminé selon l'annexe C de l'annexe A.1 au présent arrêté, en $MJ/m^2$ et en tenant compte des valeurs par défaut pour les angles d'obstruction, telles que prévues au § C.2.4 de l'annexe A.1 au présent arrêté ;
$Q_{0,cool,fct f,n,ref}$	la valeur de référence pour les gains de chaleur solaires mensuels par partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de refroidissement, en MJ.

Il faut faire une sommation sur toutes les fenêtres  $j$  de la partie fonctionnelle  $f$ .

**Tableau [41] : Valeurs pour  $F_{c,fctf,ref}$  et  $g_{fctf,ref}$**

Fonctions		$F_{c,fctf,ref}$ (-)	$g_{fctf,ref}$ (-)
Hébergement		0,90	0,41
Bureaux		0,90	0,27
Enseignement		0,90	0,44
Soins de santé	Avec occ. nocturne	0,90	0,41
	Sans occ. nocturne	0,90	0,41
	Salle d'opération	0,90	0,44
Rassemblement	Occupation importante	0,90	0,44
	Faible occupation	0,90	0,44
	Cafétéria / Réfectoire	1,00	0,44
Cuisine		1,00	0,41
Commerce		1,00	0,47
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	1,00	0,44
	Fitness / Danse	1,00	0,44
	Sauna / Piscine	1,00	0,44
Locaux techniques		1,00	0,41
Communs		1,00	0,44
Autre		0,90	0,44
Inconnue		0,90	0,44



On détermine le facteur qui tient compte d'une proportion différente de parois transparentes dans partie fonctionnelle  $f$ ,  $f'_{tr, tot, f}$ , comme suit :

$$\text{Eq. 242} \quad \text{Si } A_{T,E, tot, f, tr} \text{ est égal à } 0, \text{ on a : } f'_{tr, tot, f} = 1 \quad (-)$$

Si  $A_{T,E, tot, f, tr}$  est supérieur à 0, on a :

$$f'_{tr, tot, f} = \min\left(1; \frac{A_{T,E, tot, f, ref}}{A_{T,E, tot, f, tr}}\right) \quad (-)$$

avec :

$f'_{tr, tot, f}$	un facteur qui tient compte d'une proportion différente de parois transparentes dans partie fonctionnelle $f$ , (-) ;
$A_{T,E, tot, f, tr, ref}$	la valeur de référence pour la surface totale de toutes les parois transparentes qui enveloppent la partie fonctionnelle $f$ et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique, telle que déterminée au § C.2.4, en $m^2$ ;
$A_{T,E, tot, f, tr}$	la surface totale de toutes les parois qui enveloppent la partie fonctionnelle $f$ et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique <sup>13</sup> , en $m^2$ .

### C.2.8 Valeur de référence pour la capacité thermique effective

On détermine la valeur de référence pour la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle  $f$ ,  $C_{tot, f, ref}$ , en kJ/K, comme suit :

$$\text{Eq. 243} \quad C_{tot, f, ref} = 110 \cdot A_{f, tot, f} \quad (\text{kJ/K})$$

où :

$C_{tot, f, ref}$	la valeur de référence pour la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle $f$ , en kJ/K ;
$A_{f, tot, f}$	la surface d'utilisation de la partie $j$ de la partie fonctionnelle $f$ , en $m^2$ .

### C.2.9 Valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification

Si les installations du bâtiment comprennent des dispositifs d'humidification de l'air neuf destiné à l'unité PEN (ou à une partie de celle-ci), la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie d'un appareil  $j$  destiné à l'humidification sont donnés par :

$$\text{Eq. 244} \quad Q_{hum, net, j, m, ref} = 2,5 \cdot \sum_f X_{h, tot, f, m} \cdot \dot{V}_{supply, j, tot, design} \quad (\text{MJ})$$

où :

$Q_{hum, net, j, m, ref}$	la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification d'un appareil $j$ , en MJ ;
$X_{h, tot, f, m}$	la quantité mensuelle d'humidité à fournir par unité de débit d'air fourni, pour la partie fonctionnelle $f$ , en $kg.h/m^3$ , reprise au Tableau [14] ;

$\dot{V}_{\text{supply},j,\text{for } f,\text{design}}$  le débit de conception d'air frais entrant à travers l'humidificateur  $j$ , pour la partie fonctionnelle  $f$ , en  $\text{m}^3/\text{h}$ .

Il faut effectuer une sommation sur toutes les parties fonctionnelles  $f$  alimentées par l'humidificateur  $j$ .

### C.2.10 Valeur de référence pour la contribution au rendement du système des déperditions mensuelles de la conduite de circulation

On détermine la valeur de référence pour la contribution au rendement du système des déperditions mensuelles de la conduite de circulation :

- Pour les points de puisage dans des parties fonctionnelles ayant la fonction "hébergement", "soins de santé avec occupation nocturne", "Hall de sport / Gymnase", "fitness / danse" or "sauna / piscine" :

- Pour douche ou baignoire  $i$  :

**Eq. 245** Si douche ou baignoire  $i$  n'est pas connectée à une conduite de circulation :

$$\eta_{\text{water,circ,bath } i,\text{m,ref}} = 1 \quad (-)$$

Si douche ou baignoire  $i$  est connectée à une conduite de circulation  $k$  :

$$\eta_{\text{water,circ,bath } i,\text{m,ref}} = \frac{0,83}{0,72} \cdot \frac{Q_{\text{water out,circ } k,\text{m}}}{Q_{\text{water out,circ } k,\text{m}} + t_{\text{n}} \cdot 1,3 \cdot \sum \frac{l_{\text{circ } k,j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb},\text{r},j})}{R_{l,j,\text{ref}}}} \quad (-)$$

- Pour évier de cuisine  $j$  :

**Eq. 246** Si évier de cuisine  $j$  n'est pas connectée à une conduite de circulation :

$$\eta_{\text{water,circ,sink } j,\text{m,ref}} = 1 \quad (-)$$

Si évier de cuisine  $j$  est connectée à une conduite de circulation :

$$\eta_{\text{water,circ,sink } j,\text{m,ref}} = \frac{0,66}{0,49} \cdot \frac{Q_{\text{water out,circ } k,\text{m}}}{Q_{\text{water out,circ } k,\text{m}} + t_{\text{m}} \cdot 1,3 \cdot \sum \frac{l_{\text{circ } k,j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb},\text{r},j})}{R_{l,j,\text{ref}}}} \quad (-)$$

- Pour autre point de puisage d'eau chaude  $k$  :

**Eq. 247** Si autre point de puisage d'eau chaude  $l$  n'est pas connectée à une conduite de circulation :

$$\eta_{\text{water,circ,other } l,\text{m,ref}} = 1 \quad (-)$$

Si autre point de puisage d'eau chaude  $l$  est connectée à une conduite de circulation :

$$\eta_{\text{water,circ,other } l,m,\text{ref}} = \frac{0,66}{0,32} \cdot \frac{Q_{\text{water out,circ } k,m}}{Q_{\text{water out,circ } k,m} + t_m \cdot 1,3 \cdot \sum_j \frac{l_{\text{circ } k,j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb},m,j})}{R_{l,j,\text{ref}}}} \quad (-)$$

- Pour les points de puisage dans des parties fonctionnelles ayant une autre fonction :

$$\text{Eq. 248 } \eta_{\text{water,circ,bath } i,m,\text{ref}} = \eta_{\text{water,circ,sink } j,m,\text{ref}} = \eta_{\text{water,circ,other } l,m,\text{ref}} = 1$$

avec :

$Q_{\text{water out,circ } k,m}$  la chaleur fournie par la conduite de circulation  $k$  aux points de puisage connectés, telle que déterminée au § 9.3.2.2 de {verwijzing naar bijlage PER} ;

$t_m$  la durée du mois considéré, reprise au Tableau [1], en Ms ;

$l_{\text{circ } k,j}$  la longueur du segment  $j$  de la conduite de circulation  $k$ , en m ;

$\theta_{\text{amb},m,j}$  la température ambiante moyenne mensuelle du segment de conduite  $j$ , telle que déterminée au § 9.3.2.2 de {verwijzing naar bijlage PER} en °C ;

$R_{l,j,\text{ref}}$  la valeur de référence pour la résistance thermique linéaire du segment de conduite  $j$ , déterminée en fonction du diamètre extérieur du segment non isolée,  $D_{i,j}$  et selon Tableau [zzz], en m.K/W.

Tableau [42] : Valeur de référence pour la résistance thermique linéaire  $R_{l,j,\text{ref}}$  en fonction du diamètre extérieur du segment non isolée  $D_{i,j}$

$D_{i,j}$ (m)	$R_{l,j,\text{ref}}$ (m.K/W)	$D_{i,j}$ (m)	$R_{l,j,\text{ref}}$ (m.K/W)	$D_{i,j}$ (m)	$R_{l,j,\text{ref}}$ (m.K/W)
$\leq 0,0172$	5,21	$\leq 0,0603$	3,15	$\leq 0,2191$	1,61
$\leq 0,0213$	4,81	$\leq 0,0761$	2,84	$\leq 0,2730$	1,40
$\leq 0,0269$	4,42	$\leq 0,0889$	2,62	$\leq 0,3239$	1,26
$\leq 0,0337$	4,05	$\leq 0,1143$	2,31	$\leq 0,3556$	1,18
$\leq 0,0424$	3,69	$\leq 0,1397$	2,08	$> 0,3556$	1,08
$\leq 0,0483$	3,48	$\leq 0,1683$	1,87		

### C.3 Valeur de référence pour la consommation d'énergie auxiliaire des ventilateurs et des pompes

#### C.3.1 Valeur de référence pour la consommation d'électricité des ventilateurs affectés à la ventilation et à la circulation

On détermine la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité des ventilateurs de l'unité PEN comme suit :

$$\text{Eq. 249 } W_{\text{fans},m,\text{ref}} = \sum_{i=1}^n W_{\text{fans},\text{tot } l,m,\text{ref}} \quad (\text{kWh})$$

$$\text{Eq. 250 } W_{\text{fans},\text{tot } l,m,\text{ref}} = 0,55 \cdot \dot{V}_{\text{hyg,tot } f} \cdot f_{\text{vent,heat,tot } f} \cdot \frac{t_m}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

avec :

$W_{\text{fans},n,\text{ref}}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité des ventilateurs dans l'unité PEN en kWh ;
$W_{\text{fans},\text{tot } f,n,\text{ref}}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité de tous les ventilateurs au service de la partie fonctionnelle f, en kWh ;
$\dot{V}_{\text{hyu},\text{tot } f}$	le débit de conception d'alimentation en air neuf dans la partie fonctionnelle f du secteur énergétique i, déterminé selon les principes spécifiés au § 5.6.2.2, en m <sup>3</sup> /h ;
$f_{\text{vent,heat},\text{tot } f}$	la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, tel que repris au Tableau [7] (-) ;
$t_m$	la durée du mois considéré, reprise au Tableau [1], en Ms.

Il faut faire une sommation sur toutes les parties fonctionnelles f de l'unité PEN.

Particularité de la fonction "Enseignement" : la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité de tous les ventilateurs au service des parties fonctionnelles f ayant cette fonction,  $W_{\text{fans},\text{tot } f,n,\text{ref}}$ , est considérée être nulle durant les mois de juillet et d'août.

### C.3.2 Valeur de référence pour la consommation d'électricité des circulateurs

On détermine la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité des circulateurs de l'unité PEN comme suit :

$$\text{Eq. 251 } W_{\text{pumps},n,\text{ref}} = \sum_f W_{\text{pumps},\text{tot } f,n,\text{ref}} \quad (\text{kWh})$$

$$\text{Eq. 252 } W_{\text{pumps},\text{tot } f,n,\text{ref}} = 0,035 \cdot t_m \cdot A_{f,\text{tot } f} \quad (\text{kWh})$$

où :

$W_{\text{pumps},n,\text{ref}}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité des circulateurs, en kWh ;
$W_{\text{pumps},\text{tot } f,n,\text{ref}}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité des circulateurs desservant la partie fonctionnelle f, en kWh ;
$t_m$	la durée du mois considéré, en Ms, reprise au Tableau [1] ;
$A_{f,\text{tot } f}$	la surface d'utilisation de la partie fonctionnelle f, en m <sup>2</sup> .

Il faut faire une sommation sur toutes les parties fonctionnelles f de l'unité PEN.

Particularité de la fonction "Enseignement" : la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité des circulateurs des parties fonctionnelles ayant cette fonction,  $W_{\text{pumps},\text{tot } f,n,\text{ref}}$ , est considérée être nulle durant les mois de juillet et d'août.

Particularité de la fonction "Locaux techniques" : la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité des circulateurs des parties

fonctionnelles ayant cette fonction,  $W_{\text{pumps, tot } f, m, \text{ref}}$  est considérée être nulle durant toute l'année.

#### C.4 Valeur de référence pour la consommation d'énergie pour l'éclairage

On détermine la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage de l'unité PEN comme suit :

$$\text{Eq. 253 } W_{\text{light}, m, \text{ref}} = \sum_f W_{\text{light}, \text{tot } f, m, \text{ref}} \quad (\text{kWh})$$

où :

$W_{\text{light}, m, \text{ref}}$  la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage, en kWh ;

$W_{\text{light}, \text{tot } f, m, \text{ref}}$  la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage de la partie fonctionnelle  $f$ , en kWh, comme déterminée ci-dessous.

Il faut faire une sommation sur toutes les parties fonctionnelles  $f$  de l'unité PEN.

Particularité de la fonction "Enseignement" : la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage des parties fonctionnelles ayant cette fonction,  $W_{\text{light}, \text{tot } f, m, \text{ref}}$  est considérée être nulle durant les mois de juillet et d'août.

On détermine la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage de la partie fonctionnelle  $f$  comme suit :

$$\text{Eq. 254 } W_{\text{light}, \text{tot } f, m, \text{ref}} = \sum_r A_{f, \text{zmr}} \cdot P_{\text{light}, \text{zmr}, \text{ref}} \cdot (t_{\text{day}, \text{tot } f, m} + t_{\text{night}, \text{tot } f, m}) \quad (\text{kWh})$$

où :

$W_{\text{light}, \text{tot } f, m, \text{ref}}$  la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage de la partie fonctionnelle  $f$ , en kWh ;

$A_{f, \text{zmr}}$  la surface d'utilisation dans l'espace  $r$ , en  $\text{m}^2$  ;

$P_{\text{light}, \text{zmr}, \text{ref}}$  la valeur de référence pour la puissance spécifique pour l'éclairage dans l'espace  $r$ , comme déterminée ci-dessous, en  $\text{kW}/\text{m}^2$  ;

$t_{\text{day}, \text{tot } f, m}$  le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période diurne, déterminé par partie fonctionnelle et repris au Tableau [31], en h ;

$t_{\text{night}, \text{tot } f, m}$  le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période nocturne, déterminé par partie fonctionnelle et repris au Tableau [32], en h.

Il faut faire une sommation sur tous les espaces  $r$  de la partie fonctionnelle  $f$ .

On détermine la valeur de référence pour la puissance spécifique pour l'éclairage dans l'espace  $r$  comme suit :

$$\text{Eq. 255 } P_{\text{light}, \text{zmr}, \text{ref}} = \min \left[ \frac{\phi_{\text{act}, \text{ref}} \cdot L_{\text{zmr}}}{1000 \cdot 100}, \frac{\phi_{\text{act}, \text{ref}} \cdot L_{\text{zmr}}^{0,7}}{1000 \cdot L_{\text{zmr}, \text{ref}}^{0,7}} \cdot \frac{(L_{\text{zmr}})^{0,5}}{100} \right] \quad (\text{kW}/\text{m}^2)$$

où :

$P_{light, r, ref}$	la valeur de référence pour la puissance spécifique pour l'éclairage dans l'espace $r$ , en $kW/m^2$ ;
$\Phi_{fct, r, ref}$	la valeur de référence pour la puissance spécifique par 100 lx dans la partie fonctionnelle $f$ à laquelle l'espace $r$ appartient, reprise au Tableau [43], en $W/m^2 \cdot 100 \text{ lx}$ ;
$L_{fct, f, ref}$	la valeur de référence pour l'éclairement dans la partie fonctionnelle $f$ à laquelle l'espace $r$ appartient, reprise au Tableau [43], en lx ;
$L_{aux}$	une variable auxiliaire adimensionnelle pour l'espace $r$ , telle que déterminée au § 9.2.1 ou au § 9.3.1, (-).

Tableau [43] : Valeurs pour les paramètres  $\phi_{\text{ext},\text{ref}}$  et  $L_{\text{ext},\text{ref}}$  par fonction

Fonctions		$\phi_{\text{ext},\text{ref}}$ (W/m <sup>2</sup> 100 lx)	$L_{\text{ext},\text{ref}}$ (lx)
Hébergement		3,50	200
Bureaux		2,40	500
Enseignement		2,40	500
Soins de santé	Avec occ. nocturne	3,75	300
	Sans occ. nocturne	3,75	300
	Salle d'opération	3,50	1000
Rassemblement	Occupation importante	3,50	200
	Faible occupation	3,50	200
	Cafétéria / Réfectoire	3,50	200
Cuisine		2,40	500
Commerce		3,60	500
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	3,50	300
	Fitness / Danse	3,00	300
	Sauna / Piscine	3,00	300
Locaux techniques		2,50	200
Communs		2,50	300
Autre		2,50	200
Inconnue		3,00	200

### C.5 Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire

#### C.5.1 Valeur de référence pour la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire

On détermine valeur de référence pour la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PEN comme suit :

$$\text{Eq. 256 } E_{\text{char. ann. prim. en. cons., ref}} = \sum_{n=1}^{12} \left( E_{p,\text{heat},n,\text{ref}} + E_{p,\text{cool},n,\text{ref}} + E_{p,\text{water},n,\text{ref}} + E_{p,\text{aux},n,\text{ref}} + E_{p,\text{light},n,\text{ref}} \right) \quad (\text{MJ})$$

où :

$E_{\text{char. ann. prim. en. cons., ref}}$  la valeur de référence pour la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire, en MJ ;

$E_{p,\text{heat},n,\text{ref}}$  la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le chauffage, calculée selon le § C.5.2, en MJ ;



$E_{p,cool,m,ref}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le refroidissement, calculée selon le § C.5.2, en MJ ;
$E_{p,water,m,ref}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire, calculée selon le § C.5.3, en MJ ;
$E_{p,aux,m,ref}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour les ventilateurs et les pompes, calculée selon le § C.5.4, en MJ ;
$E_{p,light,m,ref}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour l'éclairage, calculée selon le § C.5.5, en MJ.

### C.5.2 Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire pour le chauffage, humidification et le refroidissement

On détermine la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire de l'unité PEN pour le chauffage et le refroidissement comme suit :

$$\text{Eq. 257 } E_{p,heat,m,ref} = \sum_i 1,29 \cdot Q_{heat,net,sect,i,m,ref} + \sum_j 1,29 \cdot Q_{hum,final,j,m,ref} \quad (\text{MJ})$$

et :

$$\text{Eq. 258 } E_{p,cool,m,ref} = \sum_i 0,5 \cdot Q_{cool,net,sect,i,m,ref} \quad (\text{MJ})$$

où :

$E_{p,heat,m,ref}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le chauffage de l'unité PEN, en MJ ;
$Q_{heat,net,sect,i,m,ref}$	la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage (tenant compte de l'intermittence) du secteur énergétique $i$ , déterminés selon le § C.2.2, en MJ ;
$Q_{hum,net,j,m,ref}$	la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification d'un appareil $j$ , déterminée selon § C.2.9, en MJ ;
$E_{p,cool,m,ref}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le refroidissement de l'unité PEN, en MJ ;
$Q_{cool,net,sect,i,m,ref}$	la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique $i$ , déterminés selon le § C.2.3, en MJ.

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétiques  $i$  et tous les humidificateurs  $j$  de l'unité PEN.

### C.5.3 Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire

On détermine la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire comme suit :

$$\begin{aligned}
 E_{p,water,u,ref} &= \sum_i 2,78 \cdot \frac{Q_{water,bath\ i,net,m}}{\eta_{water,circ,bath\ i,m,ref}} \\
 \text{Eq. 259} \quad &+ \sum_j 4,08 \cdot \frac{Q_{water,sink\ j,net,m}}{\eta_{water,circ,sink\ j,m,ref}} \\
 &+ \sum_k 6,25 \cdot \frac{Q_{water,other\ k,net,m}}{\eta_{water,circ,other\ k,m,ref}}
 \end{aligned}
 \tag{MJ}$$

où :

$Q_{water,bath\ i,net,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de la douche ou de la baignoire $i$ , tels que déterminés au § 5.10, en MJ ;
$\eta_{water,circ,bath\ i,ref,m}$	la valeur de référence pour la contribution au rendement du système des déperditions mensuelles de la conduite de circulation pour la douche ou la baignoire $i$ , telle que déterminée au § C.2.10 (-) ;
$Q_{water,sink\ j,net,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de l'évier de cuisine $j$ , tels que déterminés au § 5.10, en MJ ;
$\eta_{water,circ,sink\ j,ref,m}$	la valeur de référence pour la contribution au rendement du système des déperditions mensuelles de la conduite de circulation pour l'évier de cuisine $j$ , telle que déterminée au § C.2.10 (-) ;
$Q_{water,other\ k,net,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage d'eau chaude $k$ , tels que déterminés au § 5.10, en MJ ;
$\eta_{water,circ,other\ k,ref,m}$	la valeur de référence pour la contribution au rendement du système des déperditions mensuelles de la conduite de circulation pour l'autre point de puisage d'eau chaude $k$ , telle que déterminée au § C.2.10 (-).

Il faut faire une sommation sur toutes les douches et baignoires  $i$ , sur tous les éviers de cuisine  $j$  et sur tous les autres point de puisage d'eau chaude  $k$  de l'unité PEN.

#### C.5.4 Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire des auxiliaires

On détermine la valeur de référence pour consommation mensuelle d'énergie primaire pour les ventilateurs, les pompes et les veilleuses comme suit :

$$\text{Eq. 260} \quad E_{p,aux,ref} = f_p \cdot 3,6 \cdot (W_{fans,ref} + W_{pumps,ref})
 \tag{MJ}$$

où :

$E_{p,aux,ref}$	la valeur de référence pour consommation mensuelle d'énergie primaire pour les ventilateurs, les pompes et les veilleuses, en MJ ;
$f_p$	le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire pour l'électricité, tel que déterminé dans le texte principal de cet arrêté, (-) ;

$W_{fans,n,ref}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs dans l'unité PEN, déterminée selon le § C.3.1, en kWh ;
$W_{pumps,n,ref}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour les pompes dans l'unité PEN, déterminée selon le § C.3.2, en kWh.

#### C.5.5 Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire pour l'éclairage

On détermine la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour l'éclairage comme suit :

$$\text{Eq. 261 } E_{p,light,n,ref} = f_p \cdot 3,6 \cdot W_{light,n,ref} \quad (\text{MJ})$$

où :

$E_{p,light,n,ref}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour l'éclairage, in MJ ;
$f_p$	le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire pour l'électricité, tel que déterminé dans le texte principal de cet arrêté, (-) ;
$W_{light,n,ref}$	la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage dans l'unité PEN, déterminée selon le §C.4, en kWh. »

Vu pour être annexé à l'arrêté du Gouvernement wallon du 28 janvier 2016 modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments.

Namur, le 28 janvier 2016.

Le Ministre-Président,

P. MAGNETTE

Le Ministre des Pouvoirs locaux, de la Ville, du Logement et de l'Énergie,

P. FURLAN